



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MEYAN KÖKÜ LİFİ TAKVİYELİ TERMOPLASTİK ESASLI KOMPOZİT
MALZEMELERİN ISI GEÇİRGENLİK VE SES YUTUM ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ**

HAZIRLAYAN

ORKUN GÜNEŞKAYA

DANIŞMAN

DOÇ. DR. MAHİRE CİHANGİROVA

BARTIN-2017



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**MEYAN KÖKÜ LİFİ TAKVİYELİ TERMOPLASTİK ESASLI KOMPOZİT
MALZEMELERİN ISI GEÇİRGENLİK VE SES YUTUM ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN

Orkun GÜNEŞKAYA

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

Orkun GÜNEŞKAYA tarafından hazırlanan “MEYAN KÖKÜ LİFİ 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. Süleyman 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 Kurulunun... /... /2017 tarih ve 20...../.....-..... Sayılı kararıyla onaylanmıştır.

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

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Mahire CİHANGİROVA danışmanlığında hazırlamış olduğum “MEYAN KÖKÜ LİFİ 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

Orkun GÜNEŞKAYA

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimi bitirme tezimin hazırlanmasında her türlü desteği sağlayan tez danışman hocam Doç. Dr. Mahire CİHANGİROVA ve ikinci tez danışmanım Doç. Dr. Süleyman İlker MISTIK'a teşekkürlerimi sunarım.

Bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Mahmut KAYAR'a, Laboratuar çalışmalarında her zaman bana destek olan Marmara Üniversitesi Tekstil mühendisliği bölümünden Arş. Gör. Onur ATAK'a ve Marmara Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde görev yapan Arş. Gör. Sabih OVALI'ya teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Tüm öğretim hayatım boyunca benden her türlü desteğini esirgemeyen, maddi ve manevi her türlü konuda destekçim olan anneme, babama ve kardeşime çok teşekkür ederim ve şükranlarımı sunarım.

Orkun GÜNEŞKAYA

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MEYAN KÖKÜ LİFİ TAKVİYELİ TERMOPLASTİK ESASLI KOMPOZİT MALZEMELERİN ISI GEÇİRGENLİK VE SES YUTUM ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Orkun GÜNEŞKAYA

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: XV+ 63

Meyan bitkisinin kullanımı çok eski tarihlere dayanmaktadır. 1800'lü yıllardan beri meyan bitkisi ve ondan elde edilen meyan kökü lifi, meyan şerbeti ve meyan balının kullanıldığı bilinmektedir. Dünyada ve ülkemizde ihraç edilen ürünler arasında yerini almıştır. Üretim miktarı oldukça fazladır. Meyan bitkisinden elde edilen Meyan kökü lifi doğaldır ve doğadan kolay temin edilebilmektedir. Bunun yanında diğer yapay lifler gibi çevreye zarar vermeyen, tamamen çevre dostu bir ürün olması onu daha değerli hale getirmektedir. İşte bu sebeplerden dolayı meyan kökü lifinin kompozit malzeme üretiminde takviye malzemesi olarak kullanılmasının uygun olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada meyan kökü lifi kompozit malzemenin takviye kısmını, polipropilen ise kompozit malzemenin matris kısmını oluşturmaktadır. İlk olarak meyan kökü liflerine polipropilen matris ile uyumlu hale getirmek için sodyum hidroksit, asetik asit ve formik asitle yüzey işlemleri uygulanmıştır. Ardından meyan kökü liflerinin takviye malzemesi

olarak kullanılmasıyla polipropilen matrisli termoplastik esaslı kompozit malzemeler sıcak pres makinesinde üretilmiştir. Üretilen kompozit malzemelerin, ısı geçirgenlikleri, ses yutum özellikleri ve charpy darbe dayanım özellikleri incelenmiştir.

Anahtar kelimeler

Kompozit malzeme; meyan kökü lifi; polipropilen; termoplastik; sıcak pres yöntemi; ısı geçirgenlik; ses yutum; darbe dayanımı.

Bilim kodu

621.02.01

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

INVESTIGATION OF HEAT CONDUCTIVITY AND SOUND ABSORPTION PROPERTIES OF LICORICE FIBER REINFORCED THERMOPLASTIC COMPOSITES

Orkun GÜNEŞKAYA

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: XV+ 63

The use of licorice plant is based on very ancient histories. It has been known since 1800's, that it is licorice plant and that it has been obtained from that licorice fiber, licorice sherbet and licorice honey. It has been among the products exported in the world and in our country. The production quantity is very high. Licorice fiber is natural that obtained from licorice plant. Licorice fiber is obtainable from nature. Besides this, makes it valuable that it is completely eco friendly product and that it doesn't harm the environment like other synthetic fibers. Because of this reasons, it is considered to be used as reinforcing material in the production of composite materials.

In this study, licorice fiber constitutes the reinforcement part and the polypropylene constitutes the matrix part of the composite material. First of all surface treatments with sodium hydroxide, Acetic acid and Formic acid were applied to make the licorice fibers to be compatible with the polypropylene matrix. Following, composite material is produced by combining licorice fiber with polypropylene matrix. This process was carried out by using

hot press machine. Heat conductivity, sound absorption and charpy impact strength properties of the produced composites were investigated.

Key Words

Composite material; licorice fiber; polypropylene; thermoplastic; hot pres method; heat conductivity; sound absorption; charpy impact strength.

Science Code

621.02.01

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY	ii
BEYANNAME	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
TABLolar DİZİNİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
BÖLÜM 1 GİRİŞ VE AMAÇ	1
1.1 Giriş	1
1.2 Amaç	2
BÖLÜM 2 MEYAN BİTKİSİ VE MEYAN KÖKÜ LİFİ	4
2.1 Meyan Bitkisi Hakkında	4
2.1.1 Meyan Kökünün Yararları	6
2.1.2 Meyan Kökünün Zararları	7
2.1.3 Meyan Şerbeti	7
2.1.4 Meyan Kökünün Kullanım Alanları	8
2.1.5 Meyan Kökü İle Daha Önce Yapılan Çalışmalar	9
BÖLÜM 3 KOMPOZİT MALZEMELER	11
3.1 Kompozit Malzemeler Hakkında	11
3.1.1 Kompozit Malzemelerin Gerekliği	12
3.1.2 Kompozit Malzeme Nedir	13
3.1.3 Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması	13
3.1.3.1 Elyaf (fiber) Takviyeli Kompozitler	14
3.1.3.2 Tabakalı Kompozitler	15

3.1.3.3 Parçacıklı Kompozitler.....	15
3.1.3.4 Karma Kompozitler.....	15
3.1.4 Elyaf Takviyeli Kompozit Üretim Yöntemleri.....	15
3.1.4.1 Elyaf (fiber) Sarma Yöntemi.....	16
3.1.4.2 Açık Kalıplama Yöntemi.....	16
3.1.4.3 Elle Yatırma Yöntemi.....	17
3.1.4.4 Püskürtme Yöntemi Yöntemi.....	17
3.1.4.5 Döküm Yöntemi.....	18
3.1.4.6 Sinterleme Yöntemi.....	18
3.1.5 Kompozit Malzemelerin Kullanım Alanları.....	19
3.2 Doğal Lif Takviyeli Kompozitler.....	20
3.2.1 Niçin Doğal Lif Takviyeli Kompozitler.....	21
3.2.2 Doğal Lif Takviyeli Kompozitin Takviye Kısmı.....	21
3.2.3 Doğal Lif Takviyeli Kompozitlerin Avantajları.....	22
3.2.4 Doğal Lif Takviyeli Kompozitlerin Dezavantajları.....	23
3.2.5 Doğal Lif Takviyeli Kompozitlerin Üretim Yöntemleri.....	23
3.2.5.1 Kalıplama Tekniği İle Kompozit Üretimi.....	24
3.2.5.2 Enjeksiyon Tekniği İle Kompozit Üretimi.....	24
3.2.6 Doğal Lif Takviyeli Kompozitlerin Matris Kısmı.....	25
3.2.7 Plastik Matris Malzemeleri(Reçineler/Polimerler).....	26
3.2.8 Termoplastikler.....	26
3.2.8.1 Polietilen.....	28
3.2.8.2 Polipropilen.....	28
3.2.8.3 Polivinilklorür (PVC).....	29
3.2.9 Sıcak Biçimlendirme Yöntemi.....	29
3.2.10 Termoplastiklerin Kullanım Alanları.....	30
3.2.11 Lif Matris Arası Ara Yüzey Kavramı.....	30
3.2.12 Doğal Lif Takviyeli Termoplastik Kompozitlerle Yapılan Çalışmalar.....	30
3.3 Literatür Taraması.....	32
BÖLÜM 4 MATERYAL VE YÖNTEM.....	35
4.1 Materyal.....	35
4.1.1 Kompozit Üretiminden Önce Meyan Köklerine Uygulanan Yüzey İşlemleri..	35

4.1.1.1 Meyan Kökünün Sodyum Hidroksit İle Muamele İşlemi	37
4.1.1.2 Meyan Kökünün Asetik Asit İle Muamele İşlemi.....	38
4.1.1.3 Meyan Kökünün Formik Asit İle Muamele İşlemi	38
4.1.1.4 Meyan Köklerinin İşlemler Sonrası Gramaj ve Ağırlık Değişimleri	39
4.2 Yöntem.....	40
4.2.1 Kompozit Malzeme Üretim Yöntemi.....	40
4.2.1.1 Kompozit Malzeme Üretim Aşamaları	41
4.2.1.2 Lif Oranı Tayini.....	44
4.2.2 Kompozit Malzemelere Uygulanan Test Yöntemleri	45
4.2.2.1 Isı Geçirgenlik Testi	45
4.2.2.2 Ses Yutum Testi	47
4.2.2.3 Charpy Darbe Dayanımı Testi.....	48
BÖLÜM 5 BULGULAR VE TARTIŞMA	50
5.1 Isı Geçirgenlik testi Sonuçları.....	50
5.2 Ses Yutum Testi Sonuçları	51
5.3 Charpy Darbe Dayanımı Test Sonuçları.....	52
BÖLÜM 6 SONUÇ VE ÖNERİLER	54
KAYNAKLAR.....	56
ÖZGEÇMİŞ	62

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No		Sayfa No
1.	Meyan kökü bitkisi	4
2.	Kompozit Malzemeler.....	13
3.	Yapısal açıdan kompozitler.....	13
4.	Elyaf Sarma Yöntemi.....	16
5.	Elle yatırma yöntemi.....	17
6.	Püskürtme yöntemi.....	18
7.	Kompozit malzemelerin bazı kullanım yerleri.....	19
8.	Kalıplama tekniği ile kompozit üretimi.....	24
9.	Enjeksiyon tekniği ile kompozit üretimi.....	25
10.	Çalışmada kullanılan meyan kökü lifi numunesi.....	36
11.	Çalışmada kullanılan hassas terazi.....	37
12.	Sıcak Pres makinesi.....	41
13.	Sıcak pres makinesinde cihaza girilen değerler.....	42
14.	Kalıp ayırıcı vaks.....	42
15.	Katı polipropilen cipsler ve alt kalıp.....	42
16.	Kalıp üzerine yerleştirilen meyan kökleri ve polipropilen cipsler.....	43
17.	Meyan Kökleri üzerine serpilen polipropilen cipsler.....	43
18.	Üretim esnasında kompozit malzemelerin basılması.....	44
19.	Makineden çıkan meyan kökü takviyeli kompozitin yüzey görünümleri.	44
20.	Isı geçirgenlik test cihazı.....	45
21.	Isı geçirgenlik testi için kompozitlerden kesilen numuneler.....	46
22.	Çenekler arasına sıkıştırılan teste hazır numuneler.....	46
23.	Ses yutum katsayısı ölçümü test cihazı.....	47
24.	Ses yutum testi için kesilen numuneler.....	48
25.	Darbe dayanımı testi için kesilen numuneler.....	48
26.	Darbe dayanımı testi için numunelerin kesildiği cihaz.....	49
27.	Charpy darbe dayanımı testi cihazı.....	49
28.	Kompozit malzemelerin ses yutum test sonuçları.....	51

TABLULAR DİZİNİ

Tablo		Sayfa
No		No
1.	Meyan kökü lifine uygulanan yüzey işleme reçetesi.....	36
2.	Meyan kökünün sodyum hidroksit ile muamele reçetesi.....	37
3.	Meyan kökünün asetik asit ile muamele reçetesi.....	38
4.	Meyan kökünün formik asit ile muamele reçetesi.....	38
5.	Sodyum hidroksit ile muamele sonrası ağırlık değişimi.....	39
6.	Asetik asit ile muamele sonrası ağırlık değişimi.....	40
7.	Formik asit ile muamele sonrası ağırlık değişimi.....	40
8.	Lif oranı değerleri.....	45
9.	Üretilen kompozit malzemelerin ısı geçirgenlik test sonuçları	50
10.	Üretilen kompozit malzemelerin charpy darbe dayanım değerleri.....	52

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	:	Yüzde
cm	:	Santimetre
mg	:	Miligram
m	:	Metre
g/L	:	Gram/Litre
α	:	Alfa
K	:	Potasyum
Na	:	Sodyum
CO ₂	:	Karbondioksit
NaOH	:	Sodyum Hidroksit
CH ₃ COOH	:	Asetik Asit
CH ₂ O ₂	:	Formik Asit
°	:	Derece
°C	:	Santigrat Derece
pH	:	Çözeltinin asitlik ve baziklik derecesi ölçü birimi
T ₃	:	T ₃ 'ün santigrat derece olarak sıcaklığı
T ₄	:	T ₄ 'ün santigrat derece olarak sıcaklığı

KISALTMALAR

M.Ö	:	Milattan Önce
GAP	:	Güneydoğu Anadolu Projesi
USA	:	Amerika Birleşik Devletleri
NASA	:	Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
YYPE	:	Yüksek Yoğunluklu Polietilen
MAPE	:	Maleik Anhidrit ile Muamele Edilmiş Polietilen
MAPP	:	Maleik Anhidrit ile Muamele Edilmiş Polipropilen
PVC	:	Polivinil Klorür
PE	:	Polietilen
PS	:	Polistiren
PP	:	Polipropilen
PC	:	Polikarbonat

yy : Yüzyıl

BÖLÜM 1

GİRİŞ VE AMAÇ

1.1 Giriş

Meyan kökünün Çin’de yaklaşık olarak M.Ö 2800 yılından beri kullanıldığı, Yunanlılar da ise M.Ö 400 yılından beri kullanıldığı tahmin edilmektedir. Sümerliler ve Mısırlılar tarafından Avrupa’ya taşındığı bilinmektedir. Romalı hekim Alexander ise meyan balının tıpta çok fazla kullanıldığını ifade etmiştir. Evliya Çelebi bir eserinde, meyan kökünden elde edilen şerbetin çok yararlı olduğunu ve birçok rahatsızlığa da iyi gelebileceğini belirtmiştir (Hiroyuki, 1981).

Meyan kökünün kullanıldığı ile ilgili ilk yazılı örnekler, M.Ö 2500 yıllarında Asurluların kil tabletlerinde ve mısır papirüslerinde görülmektedir. Yunan filozoflardan Theophrastus ise bitkinin ilk tanımını yapmıştır (M.Ö 372-287). Theophrastus bir eserinde meyan kökü bitkisinin göğüs ağrılarında kullanılabileceğinden bahsetmiştir (Hekiman, 2010).

Kaynaklara bakıldığında ilaç yapımında hekimbaşının bu bitkiden bolca yararlandığı görülmektedir. Sultan III. Mehmet için hazırlanan bir eserde 6 önemli ilaçtan biri olarak gösterilmiştir (Sezik, 1990).

Bu kadar yararlı bir bitki olması sebebiyle meyanın, 16. yüzyıldan itibaren tarımda yetiştirilmesine daha fazla ağırlık verilmeye başlanmıştır. Bu çalışmalarla meyan bitkisinin birçok ülkede geçim kaynaklarının başında geldiği görülmektedir. Bu yöndeki çalışmalar sonucunda meyan bitkisi günümüzde bazı ülkelerde önemli geçim kaynağı haline gelmiştir. 18. Yüzyılda ise George Dunkill adında bir kimyager, Glycyrrhiza köklerine ait bir madde bulmuştur, maddenin şekerleme sanayinde kullanılmasının çok yararlı olacağını belirtmiştir (Oğuz, 1987).

Daha önceki araştırmalara bakıldığında, meyan bitkisinin Avrupa’da yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Özellikle Avrupa’da alkollü bazı içeceklerin tatlandırılmasında kullanıldığı ve öksürüğe de iyi geldiği bilinmektedir. Bunun yanında Anadolu’da daha çok

anti bakteriyel özellikleri nedeniyle kullanıldığı bilinmektedir. Hintlilere baktığımızda ise özellikle ülser gibi mide rahatsızlığını gidermede ve romatizmal eklem rahatsızlıklarında da etkili olduğu bilinmektedir. Çin gibi uzak doğu ülkelerinde ise çok yararlı olduğu kabul edilmektedir, bunlardan bazıları: toksin gibi zehirli maddelerin vücuttan atılmasında, insanların yaşam süresini uzattığına dair ve vücudumuzdaki yaraların erken iyileştirilmesinde etkin bir madde olduğu bilinmektedir (Şerbetçi, 2007).

Ülkemize baktığımızda, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Ege Bölgesi başta olmak üzere Akdeniz ve Doğu Anadolu'da kullanımı yaygındır. Özellikle meyan ihracatında Ege bölgesinde meyan kökü çok önemli bir konumdaydı. Özellikle 19. Yüzyılda, Aydın ili ihracat konusunda en önemli il konumundaydı. Aydın'da İngiliz şirketleri olan Andrews ve Forbes, meyan ihracatında zengin durumdaydılar. Aydın ve Nazilli illerinin özellikle ovalarında meyan bitkisi bol miktarda bulunmaktaydı ve piyan olarak adlandırılmaktaydı. Köylüler meyan köklerini ovalardan toplayıp yabancı maddelerinden temizliyorlardı. Daha sonra balyalar haline getirilen meyan kökleri fabrikalara gönderiliyorlardı. Fabrikalarda makinelerde buhar gücü ile ısıtılan meyan kökleri meyan balı haline getirilerek, kurutulup İzmir'e ihraç edilmek üzere gönderilmekteydiler. Daha sonra Aydın'da İngilizlere ait olan forbes şirketi bir fabrika daha açmıştır. Toplanan, temizlenen meyan kökleri hep forbes firmasına gönderiliyordu. 19. Yüzyılda toplam 5 adet meyan işleme tesisi bulunmaktaydı. Bunlar İzmir, Söke, Denizli ve Sarayköy'de bulunmaktadır. Örnek vermek gerekirse, 19. Yüzyılda Nazilli ve çevrelerinde yıllık meyan balı üretimi 8.000 bin kantar iken 1925-1926 yıllarına gelindiğinde ise, 4 milyon kiloya kadar yükseldiği görülmektedir. İkinci örnek ise Aydın'da 1925 yılında 9.000.000 kilo meyan kökü üretilmekte ve bunların 900.000 kilosu ihraç edilmekteydi (Özgün, 2008).

1.2. Amaç

İki veya daha fazla malzemenin birleştirilmesi ile meydana gelen ve önceki özelliklerinden daha iyi özellikler sunan malzemelere kompozit malzemeler denilmektedir. Kompozit malzemeler esas olarak takviye ve matris olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Tekstilde takviye kısmı olarak doğal lif kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Doğal lif takviyeli kompozitler denince yapısına doğal lif (meyan kökü, mısır sapı, keten, kenevir jüt, rami, kabak lifi, sisal lifi) ilave edilerek polimer kısmın desteklendiği ve birçok açıdan daha üstün hale gelen malzemeler akla gelmektedir.

Kompozit malzemelerde doğal lif takviyesi kullanılmasının nedenleri arasında, doğal liflerin yenilenebilir olması, çevreye uyumlu olması, geri dönüşebilir olmaları ve pahalı takviye liflere olan ihtiyacın azalması gibi birçok neden vardır. İşte bu düşünceden yola çıkılarak, bu tezi hazırlamamızdaki amaç çevreye uyumlu, doğadan kolaylıkla elde edilebilen meyan köklerini takviye malzemesi olarak kullanarak termoplastik yapıdaki polipropilenle birleştirerek kompozit malzeme üretmektir. Meyan kökü takviyeli termoplastik kompozitin takviye kısmını oluşturan meyan köklerine sodyum hidroksit, asetik asit, formik asit ile yüzey işlemi uygulanmıştır. Böylece meyan kökünün matris kısmını oluşturan polipropilen ile uyumunun artırılması amaçlanmaktadır. Aynı şekilde meyan kökünün üzerindeki yabancı maddelerden ve çöplerden arınması amacıyla da bu işlem gerçekleştirilmiştir. Daha sonra oluşturulan meyan kökü takviyeli termoplastik kompozitin sırasıyla ısı geçirgenlik, ses yutumu, Charpy darbe dayanımı gibi özellikleri test edilerek termal, ses ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Yüzey işlemi uygulanmış meyan kökü liflerinin takviye malzemesi olarak kullanılmasıyla termoplastik esaslı kompozit malzemeler üretilerek, meyan kökü liflerinin kompozit malzemelerde kullanım olanaklarının araştırılması ve iyileştirilmesi amaçlanmaktadır.

BÖLÜM 2

MEYAN BİTKİSİ VE MEYAN KÖKÜ LİFİ

2.1 Meyan Bitkisi Hakkında

Meyan kökü bitkisi Fabaceae familyasından olan, 30-60 cm yüksekliğinde bir bitkidir. Çok yıllık bir bitkidir ve otsudur. Yaprakları 5-9 yaprakçıklıdır. Çiçek kısmının boyu ise 5cm'den 15cm'ye kadar değişebilmektedir. Meyvelerinin üzeri çıplaktır ve dikenli değildir. Anadolu'da oldukça yaygın olarak yetişen bir türdür. Yetiştirildiği yerler dereler ve nehir kenarlarındaki kumluklar ve onların çevreleridir (Akan ve Balos, 2008). Haziran-Temmuz ayları arasında sarı mavi veya kahverengi çiçekler açan, 0,4-2 m yüksekliğinde, çalimsı bir bitkidir (Baytop, 1999).

Meyveleri esmerimsi kırmızı renktedir, şekli fasulyeye benzeyen içinde 3-6 tane esmer tohumu bulunmaktadır. Kökleri kazık şeklinde ana gövdesi ve süngüleri vardır. Meyan bitkisi yan kökleriyle çevresine yayılmaktadır. Meyan kökünün boyu metrelerce olabilir ve yan kökleri esmerimsi kırmızı ya da grimsi esmer renkleri arasındadır (Çınar, 2012).

Kışın yapraklarını dökmektedir, meyan kökünün yetiştiği yerler genellikle ekilen tarlalar, killi alüvyon arazileri ve ırmak kenarlarıdır. Çiçek açma zamanı haziran ya da temmuz aylarıdır (Acartürk, 2001).

Meyan kökü bitkisinin fotoğrafı aşağıda Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1: Meyan kökü bitkisi (URL-1, 2014).

Dünya'daki yayılışı: Anavatanı Doğu Akdeniz başta olmak üzere İtalya, Rusya, İspanya, Kafkaslar, İran, Kuzey Irak, Afganistan, Türkistan ve Çin olarak bilinmektedir. Ayrıca eski uygarlıklar Sümerliler ve Çinliler tarafından İngiltere'ye taşındığı bilinmektedir. (Hiroyuki, 2000).

Türkiye'deki yayılışı: *Glycyrrhiza glabra* L. başta Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Batı Ege olmak üzere Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz gibi birçok bölgede yetişebilmektedir. Meyan bitkisi Kuzey Anadolu Bölgesi dışında, Anadolu'da yoğun bir şekilde dağılım göstermektedir (Hekiman, 2010).

Yurdumuzda yetişen bazı *Glycyrrhiza* türlerine örnek vermek istersek:

- *G. iconica* (Konya yöresi),
- *G. asymetrica* (Antalya yöresi),
- *G. flavescens* (Mersin-Adana yöresi),
- *G. aspera* (Kahramanmaraş yöresi),
- *G. echinata* (Tanker vd., 2005).

Meyan bitkisinin kökleri meyan kökü olarak isimlendirilmektedir ve kullanılmaktadır. Meyanın kökleri ilk olarak kurutulur daha sonra kabukları soyulur ve bu şekilde piyasaya sunulur. Meyan bitkisinin kökleri dünyada çok önemli bir yere sahiptir. Meyan kökü magnezyum ve silisyum bakımından oldukça zengindir. Meyan kökünün yapısına baktığımızda içerisinde glisirizin, şekerler, nişasta, reçine ve zamlar bulunmaktadır. (Baytop, 1999; Asımgil, 1997).

Kökün ana maddesi ise glisirizin adı verilen bir maddeden oluşmaktadır. Bu glisirizin maddesi günümüzde kullanılmakta olan birçok ilacın bileşiminde ve karışımında kullanılmaktadır (Akan ve Balos, 2008).

Meyan Balı, meyan kökünün kuru köklerinin kaynar su ile karıştırılması ve ardından alçak basınç altında yoğunlaştırılması suretiyle meyan balı elde edilmektedir. Ticarete toz veya kalıplar halinde bulunabilmektedir. Suda kolaylıkla eriyebilmektedir, Sudaki çözeltisi çalkalandığı zaman kalıcı bir köpük vermektedir. Ülkemizde İzmir, Söke ve Bitlis'te ayrıca Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki bazı tesislerden elde edilebilmektedir. Siyah renkli, tatlı

ve lezzetlidir. İçindeki glisirrizin miktarı oldukça fazladır. Ülkemizde elde edilen miktarı % 20 civarlarındadır. Ülkemizde meyan balı üreten şirketler hala mevcuttur (Doğan vd., 2003).

Meyan balının başlıca yararları arasında, iştah açıcı ve kuvvetlendirici etkileri bulunmaktadır. Kan temizleyici olması, terletici ve serinletici etkilerinin olmasının yanında özellikle öksürük tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir, bunun yanı sıra astım ve bronşite iyi geldiği bilinmektedir. Meyan kökü ve balının tatlandırıcı olarak düşük kalori verici etkisinin olduğu ve besleyici olduğu görülmektedir. Diğer bir yararı kola ve bira gibi içeceklerin içerisinde, yine kakao ve puding gibi gıda ürünlerinde de kullanılmaktadır (Akan ve Balos, 2008).

2.1.1 Meyan Kökünün Yararları

Meyan kökünün yararlarını eski çağlardan günümüze kadar görmekteyiz. Örnek verecek olursak Aristoteles'in eski çağlarda meyan kökünü göğüs hastalıklarında, astım, sıtma gibi rahatsızlıklarda tedavi edici olarak kullandığını görmekteyiz. Galen ise, Meyan kökünden hazırlanan içeceklerin tatlı olmasına karşın susuzluk etkisi yaratmadığını, diğer taraftan sakinleştirici özelliğinin olduğunu rapor etmiştir (Oğuz, 1972).

Asya'nın birçok ülkesinde meyan kökünün sinir, gastrit, ülser gibi stres hastalıkları, mide rahatsızlıkları, yine karaciğer, hemoroid ve gıda zehirlenmesi gibi çeşitli rahatsızlıkların tedavisinde yaygın şekilde kullanıldığı bilinmektedir (Zheng vd., 1993).

Meyan bitkisinin daha önce belirttiğimiz gibi Çin gibi uzak doğu ülkelerinde çok yararlı olduğu kabul edilmektedir, bunlardan bazıları: toksin gibi zehirli maddelerin vücuttan atılmasında, insanların yaşam süresini uzattığına dair ve vücudumuzdaki yaraların erken iyileştirilmesinde etkin bir madde olduğu bilinmektedir (Nomura ve Fukai, 1998; Şerbetçi, 2007).

Meyan kökünden elde edilen özütün bakteri öldürücü olduğu ve böbrek hasarını önemli ölçüde önlediği tespit edilmiştir (Akan ve Balos, 2008). Doğu Anadolu Bölgesi ve çevresinde, meyan köklerinden hazırlanan özütün insanlarda şeker hastalığı tedavisinde kan şekerini düşürdüğü görülmektedir (Hekiman, 2010).

Kanatlı hayvanlar tarafından bir yerden diğere yere taşınan SARS hastalığının tedavisinde oldukça etkili olduğu ispatlanmıştır. Doğu Asya'da Hepatit-B, Hepatit-C virüsü tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir. HIV etkilerine karşı çok olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Şerbetçi, 2007).

2.1.2 Meyan Kökünün Zararları

Bu kadar yararlı bir bitki olan meyan bitkisinin bazı zararları da gözlemlenmiştir. Meyan bitkisi yüksek tansiyona (Şerbetçi, 2007), metabolizmada Na ve K elementlerinin vücuda bağlanmasına ve insanda serum testosteronun artmasına neden olduğu da kanıtlanmıştır (Armanini vd., 1999). Ayrıca kalp rahatsızlıkları ve aritmi gibi rahatsızlığı olanlara meyan kökü bitkisinin zararları olabilmektedir.

2.1.3 Meyan Şerbeti

Meyan kökünün su ile birlikte tüketilmesi ile elde edilen karışım ise meyan şerbeti olarak bilinmektedir. Meyan kökünün Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kullanımı oldukça yaygındır (Baytop, 1999).

Genelde açıkta satılmaktadır ve oldukça ucuzdur. Meyan şerbeti belli miktarda meyan kökünün 2-3 kova suda bir gün civarı bekletilmesiyle elde edilmektedir. Meyan şerbeti özellikle Adana, Diyarbakır, Şanlıurfa, Mardin, Adıyaman, Hatay, Batman, Siirt, Gaziantep illerinden elde edilmekte ve bol miktarda tüketilmektedir. İlk olarak meyanın kökleri temiz su ile yıkanır. Daha sonra temiz hale gelen kökler güneş altında kurutulmaktadır. Kuruyan kökler sert bir cisim ile dövülmektedir ve lif halini almaktadırlar. Elde edilen lifler karbonatla karıştırılıp yoğrulmaktadır. İstenirse bir miktar tarçın koyulabilir. Bu karışım tekneye doldurularak üzerine su ilave edilir. Tekneden musluk yardımıyla boşaltılan su tekrar lifin üzerine dökülür ve renk ve tat kıvama gelince satışa sunulmaktadır (Akan ve Balos, 2008).

Her içilişinde kıvamı yoğun olduğu için su ilave edip karıştırmak gerekmektedir. Genellikle soğuk veya buzlu içilmesi tercih edilmektedir. Meyan bitkisi tek başına tüketilebileceği gibi, diğere içeceklerle beraber de kullanılabilir. Örnek olarak çayı

ile birlikte kullanacaksak demlik içine biraz meyan kökü biraz çay ilave edilerek daha lezzetli bir içecek elde edebilmektedir (Asımgil, 1997; Baytop, 1999).

2.1.4 Meyan Kökünün Kullanım Alanları

Meyan kökünün eski çağlardan günümüze kadar birçok alanda kullanıldığı görülmektedir. Bu kullanım alanları;

Doğada yetişen ve saçaklı bir bitki olan meyan uzun yıllardır ülkemizde küçükbaş hayvanların yem ihtiyacını karşılamak için kullanılmaktaydı. Meyan kökü özütü gıda maddelerini tatlandırma ve tatlarını değiştirmede kullanılmaktadır(Şerbetçi, 2007).

Meyan kökü, bazı ilaçların acı tadını önlemek için de kullanılmaktadır. Bu esnada kullanımı kolaylaştırmak için toz veya konsantre hale getirilebilmektedir. Öğütülmüş meyan kökü çeşitli ekstraktörlerde sıcak su ile karıştırılmakta ve elde edilen ekstrakt düşük basınç altında %14-16 nem içerinceye kadar bekletilmektedir (Müller ve Morris, 1977).

Meyan kökü cilt problemlerine de iyi gelmekteydi. Meyan kökü bir cilt problemi olan akne tedavisinde çok yararlı sonuçlar vermektedir. Meyan bitkisinin kökü, toz haline getirilerek birçok hapin hazırlanmasında ve haplara şekil kazandırmada eczacılıkta kullanılan yardımcı maddelerden biridir (Asımgil, 1997; Baytop, 1999).

Meyan kökünden elde edilen özüt, tütün endüstrisinde fazla kullanılmaktadır. Amerika'da meyan tüketimi çok yaygın olmakla birlikte en çok tütün endüstrisinde kullanım alanı bulmuştur. Yine meyan bitkisi filtreli sigara imalinde koku ve tat vermek için kullanılmaktadır. Avrupa ülkelerine baktığımızda Hollanda ve Danimarka'da tütün, koku ve tat vermede yaygın olarak kullanılmaktadır (Akan ve Balos, 2008).

Meyan bitkisinin yer altında kalan kısımları flavanoit açısından zengin olduğu ve anti ülser özelliği taşıdığı tespit edilmiştir. Yer altında kalan bu kısım kozmetik sanayinde depigmentasyon olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (Şerbetçi, 2007).

Gıda sektöründe meyan bitkisinin karakteristik tadı, tatlandırma etkeni olarak ona popülerlik kazandırmıştır. Meyan bitkisi ayrıca meyve sularında ve çeşitli alkollü içeceklerde köpük oluşturmak için de kullanılmaktadır (Anon. 1986).

2.1.5 Meyan Kökü İle Daha Önce Yapılan Çalışmalar

Fenercioğlu ve Baran (1991), yaptıkları çalışmada meyan kökünden elde edilen ekstratın özelliklerinin incelenmesi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Bu çalışmada meyan kökünden elde edilen ekstratın özelliklerinin yanında ekstratın dayanıklı hale getirilmesi hedeflenmiştir. İlk önce ekstrat yabancı maddelerinden temizlenmiştir ve ekstrat şişelere doldurulup çeşitli sıcaklıklarda ısıl işleme tabi tutulmuştur. Isıl işleme maruz kalan ekstratın 3 haftadan sonra dayanıklılığını kaybetmeye başladığını gözlemlemişlerdir.

Akan ve Balos (2008), yaptıkları çalışmada GAP Bölgesi'nden toplanan meyan kökü taksonunun ihracat durumu etnobotanik özellikleri ve tıbbi önemi üzerine araştırma yapmışlardır. Bu çalışmada, meyan kökünün kimler tarafından toplandığı, ülkemizdeki ihraç durumu hakkında araştırmalar yapılmıştır. Ayrıca bu işle uğraşan kişiler ve fabrikalarla, firmalarla iletişime geçilerek bilgi toplanmıştır ve bu veriler karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak Orta Doğu ve Uzakdoğu gibi ülkelere meyan kökü ihraç edildiği rakamlarla ortaya konmuştur ve bitki örtüsüne zarar veren iki şeyden birinin doğal ortamların tahrip edilmiş olması ikincisinin ise bitki türlerinin ticaret amacıyla tahrip edildiği sonucuna da varılmıştır.

Çınar (2009), yaptığı çalışmada sıcaklık ve sürenin meyan kökü ekstraksiyonuna etkisi ve ekstraksiyon kinetiğinin modellenmesi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre ekstraksiyonun süre ve sıcaklığı arttıkça % ekstraksiyon oranının arttığı sonucuna varılmıştır. Diğer sonuç ise en etkin ekstraksiyonun 10 dakika içinde gerçekleştiği sonucuna varılmıştır.

Hekimhan (2010), yaptığı çalışmada *Glycyrrhiza glabra* türünden hareketle sekretolitik ve ekspektoran etkili bir preparat hazırlamış ve sunulması üzerine bir araştırma yapmıştır. Ülkemizde yaygın olarak yetişen meyan bitkisinden hareketle bir farmasötik bir preparat geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmada, meyan bitkisinin toz haline getirilmiş köklerinden meyan balları üretilmiştir. 24 saat merserizasyon işlemine tabi tutularak

hazırlanan ekstrenin 105 C° etüvde kurutulmasıyla elde edilen ekstrenin en iyi sonucu verdiği görülmektedir.

Doğan (2004), yaptığı çalışmada meyan kökünün oksidatif ve antioksidatif sistem üzerine etkileri üzerine bir araştırma yapmıştır. Bu çalışmada, antioksidan madde bakımından oldukça zengin olduğu bilinen meyan kökünün oksidatif, antioksidatif etkileri araştırılarak özellikle böbrek üzerinde tedavi edici özellikleri olduğu görülmüştür. Bu çalışma sonucunda ise meyan kökünün yararlılığı ortaya konmuş, Güneydoğu Anadolu bölgesinde yetişen meyan kökünün yararlı özelliğinin bilim dünyasına duyurulması amaçlanmıştır.

BÖLÜM 3

KOMPOZİT MALZEMELER

3.1 Kompozit Malzemeler Hakkında

Kompozitlerin kullanımı çok eski tarihlere kadar dayanmaktadır. Ama o zaman tabii ki daha ilkel olarak kullanılmaktaydılar. Kompozitleri ilk olarak Mısırlılar kullanmıştır. İlk örnekler baktığımızda M.Ö yaklaşık 2800-2009 yıllarında, araştırmacılar lamine edilmiş tahta tabakalar kullanmışlardır. Geçmişte ve bugün hala daha kullandığımız kemikte, ahşapta doğal kompozitlere örnek teşkil etmektedir (Şahin, 2006).

İlk çağlardan beri insanlar kırılabilir olan malzemelerin içine bitkisel veya hayvansal lifler koyarak bu kırılabilir yapının giderilmesi üzerine çeşitli çalışmalar yapmışlardır. Buna en iyi örneklerden birisi kuşkusuz kerpiç malzemelerdir. Kerpiç karışımında saman kili çamurun içine ilave edilmiştir, bitkinin sap ve dalları ise malzemelerin hem dayanımı hem de üretiminin sağlıklı olması için kullanılmıştır (URL-2, 2014).

Modern kompozit malzemelerin ilk örneklerinin kullanımının ise II. Dünya Savaşı ile başladığı görülmektedir, özellikle askeri alanda birçok çalışma yapılmıştır (Şahin, 2006).

Çimento ve asbest kompozitleri, levha eldesinde yaygın olarak kullanılmıştır. Günümüzde ise levha eldesinde çeşitli kompozitlerin kullanımını görmekteyiz. Öte yandan, liflerle takviyeli sentetik reçineler 1950'li yılların ortalarından itibaren endüstride kullanılmaya başlanmıştır. Buna örnek olarak cam lifi takviyeli polyester reçineli kompozitler gösterilebilir. 1960'lı yıllardan itibaren Türkiye'de çatı levhalarında ve küçük boyda teknelerin yapımı aşamalarında kompozit malzemelerin kullanımına rastlanmaktadır (URL-2, 2014).

Ford firması karbon elyafını arabalar için kullanmıştır ve arabalarda ağırlık olarak önemli ölçüde azalma görülmüştür. USA ve Almanya gibi gelişmiş ülkelerde direksiyon mili üzerine çeşitli incelemeler yapılmıştır. Uçak sektöründe bazı parçalarda kullanımı yaygındır. Bunlar; irtifa dümeninde karbon/epoksi malzeme karışımı olarak, uçak

gövdesinde ve kanatlarda da kullanılmıştır. Yine F 18 uçağının kanat yüzeylerinde %50 den fazla kompozit malzeme kullanılmış ortalama olarak %10 hafifleme sağlanmıştır. Pervanelerde poliüretan köpükler pervanenin iç kısımlarında yaygın olarak kullanılmıştır. Yine pervanelerde tek yönlü olan şerit elyaflar da kullanılmıştır (Şahin, 2006).

Günümüzde ise başta uzay ve havacılık sanayi olmak üzere birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Daha iyi inceleme olanakları sağlanırsa daha birçok alanda kullanım olanağı bulunacaktır. Bu sebeple araştırılması gereken geniş bir alan olduğu düşünülmektedir (Jones, 1998).

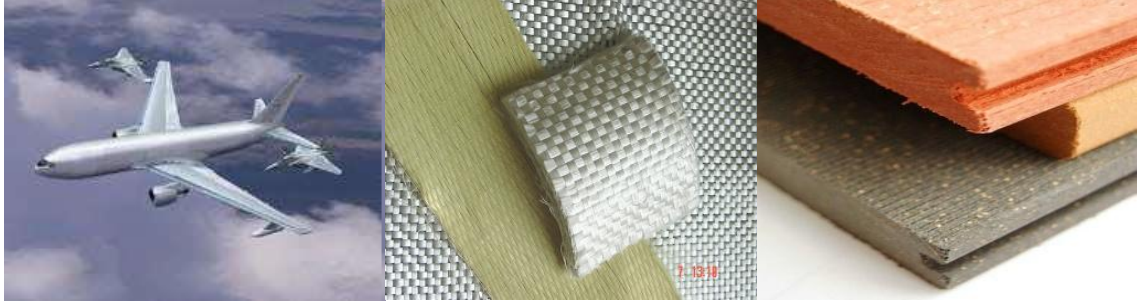
3.1.1 Kompozit Malzemelerin Gerekliği

Uygulama alanlarında istenilen bazı fiziksel veya kimyasal özellikleri tek başına karşılayamayan polimerlerin çeşitli tipte ve oranlarda tekstil lifleri ile takviye edilmesi sonucunda istenilen özellikleri sağlayabilen kompozitler son zamanlarda yaygın olarak tercih edilmektedir. Mühendislik malzemelerinde kullanım yerine göre sağlamlık, esneklik, hafiflik, çevre koşullarına dayanıklılık, tokluk gibi temel özelliklerin yanı sıra zamana bağlı yorulma, darbe dayanımı, çatlama, eğilme dayanımları, kimyasal dayanım ve benzeri değerlerin uygunluğu da araştırılmaktadır (Mohanty vd., 2000).

Kimya endüstrisinde çeşitli reaktif veya çözeltilerin depolanmasında, taşınmasında çözeltilere karşı inert davranan, reaksiyon vermeyen malzemelerin seçilmesi gerekmektedir. Tamamen plastik bir malzeme mukavemetsiz, tamamen paslanmaz çelikten oluşan yapı ise çok pahalıdır. Paslanmaz çeliğe göre çok daha ucuz olan düşük karbonlu çeliğin kimyasal maddeyle temas yüzeyinin plastik malzeme ile kaplanması hem yüksek mukavemetli hem de ucuz bir çözüm sağlamaktadır (URL-3, 2016).

3.1.2 Kompozit Malzeme Nedir?

Kompozit malzemeler ve kullanıldığı bazı yerler aşağıda şekil 2’de gösterilmektedir.



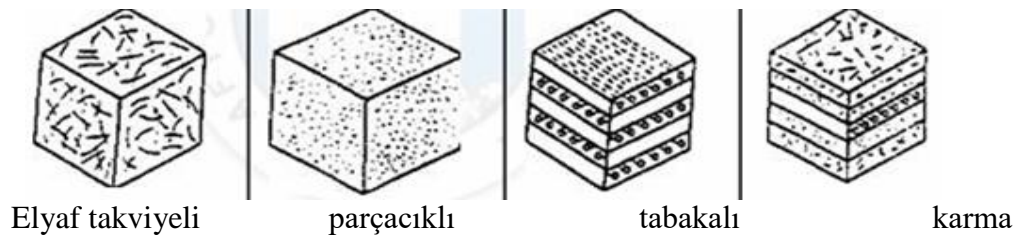
Şekil 2: Kompozit malzemeler.

Kompozit malzemeler belirli bir amaca yönelik olarak en az iki farklı malzemenin bir araya getirilmesi ile meydana gelen malzemelerdir. Bir araya gelen malzemelerde asıl amaç bileşenlerinde tek başına bulunmayan üstün bir özelliğin malzemelerin birleştirilerek elde edilmesidir. Diğer bir deyişle, isteğimiz ve amacımız doğrultusunda bileşenlerinden daha üstün özelliklere sahip bir malzeme üretilmesi hedeflenmektedir (Ersoy, 2001).

Kompozit materyallerin en önemli avantajı, çoğunlukla bileşenlerinin en iyi özelliklerini yansıtmaları ve bazen bileşenlerinin yerine getiremediği özellikleri dahi yerine getirebilmeleridir (Jones R.M, 1999).

3.1.3 Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması

Kompozit malzemeleri 4 başlık halinde inceleyebiliriz. Yapısal açıdan kompozit malzemeler aşağıda Şekil 3’te gösterilmektedir.



Şekil 3: Yapısal açıdan kompozitler (URL-4, 2016).

Kompozitler bileşenlerinin türleri ve yapısal açıdan dört grupta sınıflandırılmaktadırlar.

- Elyaf takviyeli kompozitler
- Tabakalı kompozitler
- Parçacıklı kompozitler
- Çok bileşenli yani hibrit kompozitler

Bu çalışmada incelenen meyan kökü lifi, elyaf takviyeli kompozite örnek olduğu için elyaf takviyeli kompozitler üzerinde daha fazla durulacaktır.

3.1.3.1 Elyaf Takviyeli Kompozitler:

Bu kompozitlerde takviye kısmı elyaf formundadır. En çok kullanılan kompozit malzeme türlerindedir, matris ve takviye kısmı birbirini dengelemektedir. Elyaf kısmı dayanıklı ve yüksek elastisite modülüne sahiptir. Matris kısmı daha düşük dayanım değerine sahiptir. Bu iki kısım fiziksel olarak bir malzemede birleşmektedirler (Şahin, 2000).

Elyaf mukavemetinin artması kompozit malzemenin mukavemetini de doğru orantılı olarak arttırmaktadır. Kompozitlerin içerisindeki elyaf miktarı arttıkça kompozitlerin mekanik dayanımları da artmaktadır. Dayanım belli bir değere ulaşıncaya kadar artmaktadır. Fiber oranı belli değere ulaştıktan sonra kompozit malzemenin mekanik dayanımı düşmeye başlamaktadır. Polimerin kompozit içerisindeki oranı çok önemlidir, bu oran sabit bir oranın altında kaldığında matris görevini yapmamaya başlamaktadır. Dolayısıyla lifleride bir arada tutamazlar (Saçak, 2002).

Kompozit malzemelerde elyaf kalınlığı da çok önemlidir. İnce lifli kompozitlerde polimer lifi daha büyük alanda ıslatmaktadır. Bu elyaf ve polimer değme yüzeyi büyük olduğu için etkileşimleri de artmaktadır. Bu etkileşimde enerji dağılımını homojen şekilde etkilemektedir ve olumlu tablo ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple ince elyafli takviye kalın elyafli takviye ye oranla daha fazla dayanıklıdır. Lif takviyeli kompozitler genellikle uzay ve havacılık sektörlerinde yaygın şekilde kullanılmaktadır (Saçak, 2002).

3.1.3.2 Tabakalı Kompozitler

Tabakalı kompozitler farklı özelliklere sahip olan iki veya daha fazla tabakanın birleştirilmesinden oluşmaktadır. Teflon ve kauçuk kaplı metalik levhalar bunlara örnek olarak gösterilebilmektedir. Bu kompozitler de tabakaların dayanımı, rijitlik, korozyon direnci, yalıtkanlık gibi özellikler geliştirilebilmektedir (Erkandirci, 2006).

Tabakalı kompozitler en yaygın kullanılan kompozit malzeme sınıfındadır. Üstün özelliği neme ve ısıya karşı dirençli olmalarıdır. Tabakalı kompozitlerin en çok kullanıldığı yerler spor alanında raketlerde, uçağın çeşitli yerlerinde, bazı araçlarda örneğin taşıt gövdelerinde ve bazı deniz araçlarında (Şahin, 2000; Jones, 2003).

3.1.3.3 Parçacıklı Kompozitler

Bu kompozit tipinde bir matris malzeme içerisinde başka bir malzeme parçacıklar halinde bulunmaktadır. Diğer bir deyişle bir veya bir kaç farklı malzemenin matris görevi yaparak oluşturduğu kompozitlerdir. Bu kompozitlere en iyi örnek betondur. Betonun inşaat sektöründe kullanımı çok yaygındır (Erkandirci, 2006).

Bu kompozitlerin zayıf yönü çoğu mekanik özelliklerinin kötü olmasıdır. Kullanım alanlarına bakılırsa, genellikle mekanik dayanım gerektirmeyen ev eşyalarında ve süs eşyalarında kullanım olanağı bulmaktadırlar (Saçak, 2002).

3.1.3.4 Karma Kompozitler

Bir veya birden fazla takviye malzemesinin bir yapıda birlikte kullanılmasıyla elde edilen kompozitlerdir. Jüt ve cam elyafı ya da jüt ve sisal lifinin beraber bir yapıda kullanılması bu yapıya örnek teşkil etmektedir. Kullanım alanı olarak spor malzemelerinde, ortopedik ürünlerde tercih edilmektedir.

3.1.4 Elyaf Takviyeli Kompozit Üretim Yöntemleri

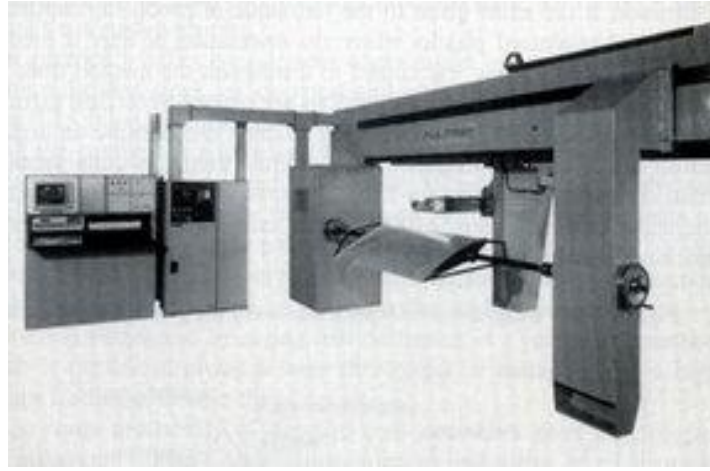
Kompozit malzemenin üretiminde dikkat edilecek hususlar maliyet, minimum ağırlık, mukavemet, korozyon dayanımı gibi birçok özelliktir. Bu faktörler göze alınarak en kolay

ve en düşük maliyetle üretilebilecek malzeme seçilmelidir. Mukavemet ve tokluk özelliği ile minimum ağırlık, korozyon dayanımı ve birçok faktör düşünülerek, en kolay üretilebilecek malzeme seçilmelidir.

Elyaf takviyeli kompozit üretim yöntemlerinin bazıları aşağıda açıklanmıştır.

3.1.4.1 Elyaf Sarma Yöntemi

Aşağıda Şekil 4'te elyaf sarma yöntemi şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 4: Elyaf sarma yöntemi (URL-5, 2015).

Özel şekilleri olan ürünlerin üretimlerinde kullanılmaktadır. Bu yöntem ile sürekli lifler reçine ile hem temas etmekte hem de ıslatılmaktadırlar. Daha sonra bu karışım makaradan alınmaktadır. En son dönen bir kalıbın üzerine sarılmaktadır. Açıkları farklı olan kalıplara sarılan karışımda farklı mekanik özellikli ürünler elde edilmektedir (URL-5, 2015).

Bu yöntemin avantajları; üretim aşamasının oldukça kolay olması, üretim maliyetlerinin ucuz olmasıdır. Dezavantajı ise sarım yolunu kolay kolay değiştiremememizdir. Çeşitli borularda ve silindir şeklindeki yapılarda kullanımı yaygındır (Şimşek, 1994).

3.1.4.2 Açık Kalıplama Yöntemi

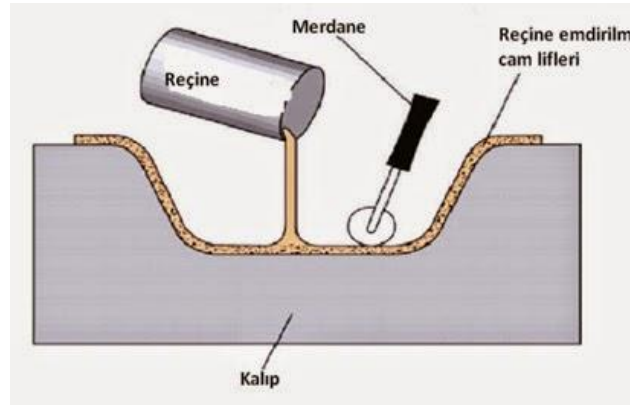
Takviye elemanının reçine yüzeyine yerleştirilmesi, reçine sıvama veya elyaf dokuma ile kalıp formuna uygun yüzeylerin elde edilmesine genelde açık-kalıp yöntemi ile

şekillendirme adı verilmektedir. Bu yöntem en yaygın kullanılan yöntemlerdendir. Ahşap kalıp kullanılmakla birlikte alüminyum ve plastik kalıplarda kullanılabilir (Şimşek ve Muhittin, 1994).

3.1.4.3 Elle Yatırma Yöntemi

Çeşitli yöntemlerle hazırlanan takviye kumaşlar elle kalıp üzerine yerleştirilir. Daha sonra sıvı reçine elyaf ile temas ettirilerek, elyaf katmanlarına emdirilir. Burada önemli olan hususlar, elyaf kalıplara yerleştirilmeden önce kalıplar temizlenmiş ve jelkot sürülmüş olmalıdır. Diğer husus ise jelkot bekletilir ve sertleştikten sonra elyaf katları yerleştirme işlemi yapılır. Bu yöntemde en son reçine sürülmektedir (URL-5, 2015).

Aşağıda Şekil 5’te elle yatırma yöntemi şematik olarak gösterilmektedir.

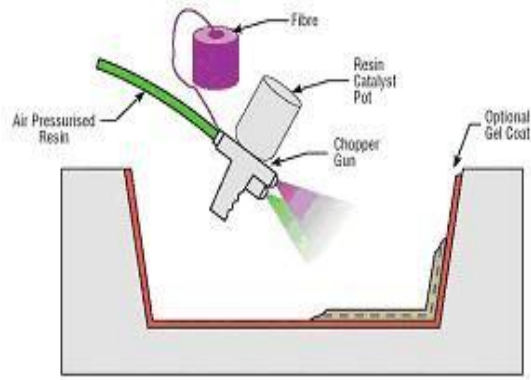


Şekil 5: Elle yatırma yöntemi (URL-6, 2016).

3.1.4.4 Püskürtme yöntemi

Püskürtme yöntemi elle yatırma yönteminin aletli şekli olarak kabul edilebilir. Kırpılmış elyaflar kalıp yüzeyine, içine sertleştirici katılmış reçine ile birlikte özel bir tabanca ile püskürtülür. Püskürtülme işlemi sonrası yüzeyin bir rulo ile düzeltilmesiyle ürün hazırlanmış olur (URL-7, 2015).

Aşağıda Şekil 6’da püskürtme yöntemi gösterilmektedir.



Şekil 6: Püskürtme yöntemi (URL-7, 2015).

3.1.4.5 Döküm Yöntemi

Partikül şeklindeki takviye fazı metal veya sıvı reçine ile birlikte hidrostatik veya pres basıncı altında dökülebilir. Kompozit malzemelerin aşınmaya dayanıklı olanları bu yöntem kullanılarak üretilmektedir. Hem soğuk durumda hem de sıcak durumda katılaşabilen reçineler, alüminyum ve magnezyum gibi metaller bu amaçla kullanılabilirler. Bu yöntemle basınç altında çalışabilen malzemelerin üretimi gerçekleştirilmektedir (URL-8, 2015).

3.1.4.6 Sinterleme Yöntemi

İlk önce elyafın yüzeyi ıslatma özelliği olan malzeme ile kaplanır, bu işlemi yapmamızın sebebi bazı elyaf ve seramikler matris tarafından tam olarak ıslatılmazlar ve buna bağlı olarak ara yüzey oluşumu da gerçekleşmemektedir. Islatma işlemi vakum yardımıyla yapılabilir. Bu metotla %10 matris, %90 takviyeli oldukça yüksek mukavemetli malzemeler elde etmek mümkündür (URL-8, 2015).

3.1.5 Kompozit Malzemelerin Kullanım Alanları

Aşağıda Şekil 7’de kompozit malzemelerin kullanıldığı bazı yerler şematik olarak görülmektedir.



Şekil 7: Kompozit malzemelerin bazı kullanım yerleri (URL-9, 2015).

Günümüzde kompozit malzemeler otomotiv ve havacılık sanayinden inşaat sektörüne spor malzemelerinden ev eşyalarına kadar birçok kullanım alanı içinde üretilme imkânı bulmaktadır. Bugün yaygın olarak uçak, roket, füze gövdelerinde ve yüksek kalitede spor malzemelerinde kullanıldığı gibi lastik, otomotiv sanayi, beyaz eşya ve basınca dayanıklı boru yapımında da kullanım olanağı bulmaktadır (Yıldızhan, 2008).

Şehircilik sektörü: Bu alanda kompozitler, toplu konut yapımında, çevre güzelleştirme çalışmalarında (heykel, banklar, elektrik direkleri vb.) kullanılmaktadırlar.

İnşaat sektörü: Dış ve iç cephe kaplamaları, dekoratif uygulamalar, tatil evleri, büfeler, otobüs durakları, soğuk hava depoları, inşaat kalıpları, yağmur suyu taşıma sistemleri, muhtelif amaçlı izolasyon işleri, yeraltı boruları, kompozitlerin kullanıldığı yerlerdir.

Otomotiv ve taşımacılık sektörü: Bu alanda kompozitlerden oluşan başlıca ürünler; otomobil kaportası parçaları, otomobil iç donanımı, kamyon ve otobüs yan panelleri, bazı motor parçaları, tamponlar ve oto lastikleri, karayolu işaret levhaları, karayolu kenar dikmeleri v.b.

Tarım sektörü: Seralar, tahıl toplama siloları, su boruları ve sulama kanalları yapımında kompozitler özel bir öneme sahiptirler.

Ev aletleri: Masa, sandalye, televizyon kabinleri, dikiş makinesi parçaları, saç kurutma makinesi gibi çok kullanılan ev aletlerinde ve dekoratif ev eşyalarında kompozit malzemeler kullanılmaktadır (URL-10, 2015).

Kompozit malzeme gelişimleri son dönemlerde yeni sektörlerde farklı amaçlar içinde kullanılmaktadır. Çay tepsisi, masa, sandalye, depo, küvet, tekne, bot ve otomotiv sanayi bu örneklerden bazılarıdır. Ayrıca formika, baskılı devre plakasında kullanım imkanı bulmuştur (URL-11, 2015).

Tezin takviye kısmını oluşturan meyan kökü doğal bir lif olduğu için takviye kısmında, takviye kısmının özellikleri ve bu kısmı oluşturan doğal lif takviyeli kompozitler ve özellikleri ile kullanım alanlarından bahsedilecektir. Daha sonraki aşamada matris kısmının özellikleri ve tezimizin matris kısmını oluşturan polipropilen hakkında bilgi verilecektir. Yine termoplastikler ve genel özellikleri, kullanım alanları ve benzeri konular incelenecektir.

3.2 Doğal Lif Takviyeli Kompozitler

Doğal lif takviyeli kompozitlerin otomotiv sektöründe ilk kullanımına 1941 yılında Henry Ford tarafından geliştirilen kenevir takviyeli soya yağı araç gövde panelleri ile rastlanmaktadır. Doğal lif takviyeli kompozitlerin otomotiv sektöründe kullanıldığına dair ikinci örnek ise trabant arabalarıdır, bu arabalar 1958 senesinde Almanya’da üretilmişlerdir. Bu arabaların yapısına baktığımızda gövdesinde pamuk lifi takviyeli fenolik reçine kompozitlerinin kullandığı görülmektedir. İkinci Dünya savaşı yıllarında kompozitlerde daha çok cam elyafı kullanımına rastlanmaya başlanmıştır. Cam elyafının tercih edilme sebebi saydamlığı dolayısıyla savaş uçaklarında kullanıma uyumlu olmasıdır. Yine kompozitin güçlü olmasının yanında hafif olması da diğer avantajlarıdır. İlerleyen yıllarda ise gemi ve tekne gibi turizm sektöründe de kullanımları yaygınlaşmıştır. 1970’li yıllara geldiğimizde ise doğal lif olarak jüt ve sisal lifleriyle takviye edilmiş polyster ya da epoksi gibi matris malzemelerden kompozit malzeme üretimi yaygınlaşmıştır. Biyo kompozitlerin modern kullanımı ise 1980’li yılları bulmaktadır (URL-12, 2015).

Doğal lif takviyeli kompozitler deyince, yapısına doğal lif (kenevir, keten, jüt, meyan, kabak, mısır sapı vb.) ilave edilerek polimer kısmın desteklendiği ve önceki durumundan

mukavemet, geri dönüşürlük, ekonomiklik, hafiflik ve birçok açıdan daha verimli hale gelen yeni kompozit malzeme anlaşılmaktadır.

3.2.1 Niçin Doğal Lif Takviyeli Kompozitler

Dünya’da yaşanan petrol krizleri sebebiyle fosil kaynaklarından çıkan CO gazlarının çevreye yayılması ve kirliliğin artması aynı zamanda insanlığa zarar vermesi sebebiyle insanları farklı özellikteki malzemelere yöneltmiştir (Riedel ve Nickel, 2004).

Bazı takviye malzemelerine örneğin aramid, cam, karbon gibi liflerin kullanımında artan sorunlar, yine takviye ve matris malzemelerinin birbirine bağlanmasında karşılaşılan güçlükler ya da birbirlerine çok kuvvetli bağlanmaları sebebiyle karşılaşılan problemler kompozitlerin olumsuz özelliklerindedir (Mohanty vd., 2000).

İşte tüm bu sorunların en aza indirilmesi hem de çevreye uyumlu doğal liflerin kullanılmasına dair araştırmacılarda meydana gelen pozitif düşüncelerden dolayı polimer maddelerin özellikle kabak, keten, kenevir, jüt, sisal, mısır sapı gibi doğal lifler ile takviye edilerek üretimleri ve kullanım alanları günümüzde hissedilir şekilde artmaktadır. Bu malzemelerle ilgili birçok araştırma günümüzde artarak devam etmektedir (Doan vd., 2007).

3.2.2 Doğal Lif Takviyeli Kompozitin Takviye Kısım

Kendisini oluşturan malzemelerin her birinden farklı özelliklere sahip bir bileşik malzeme olan kompozitler genellikle takviye ve matris olmak üzere en az iki materyalden oluşmaktadırlar. Takviye materyalinin özelliklerine baktığımızda, ekonomiklik özelliği, mukavemet özelliği, hafiflik özelliği, ısı ve elektrik iletkenlik özelliği, yorulma mukavemeti özelliği bunlardan bazılarıdır. Matris malzeme içerisinde yer alan elyaf takviyeler kompozit yapının temel mukavemet elemanlarındandır. Korozyona karşıda dirençlidirler.

Kompozit malzemelerin takviyelendirilmesi konusunda günümüzde boyut ve şekil olarak farklı lifler kullanılmaktadır (URL-13, 2014).

Takviye malzemesi olarak çoğunlukla cam, karbon gibi inorganik lifler veya aramid ve HDPE gibi yüksek performanslı sentetik lifler kullanılmaktaydı, günümüzde ise daha çok tezimizde olduğu gibi meyan kökü lifi, pirinç kapsülleri, buğday sapı, mısır sapı, kabak lifi ve ısırgan otu gibi birçok doğal malzeme takviye materyali olarak kullanım olanağı bulunmaktadır.

3.2.3 Doğal Lif Takviyeli Kompozitlerin Avantajları

Kompozit malzemelerde doğal lif takviyelerinin birçok avantajı vardır. Bunların başında mekanik özelliklerinin iyileşmesi, yoğunluk olarak daha düşük değerler elde edilmesi ve biyo bozunur olması gelmektedir (Saheb ve Jog, 1999).

Normal şartlarda takviye olarak kullanılan lifler oldukça pahalıdır, doğal lif takviyeli kompozitler sayesinde pahalı olan takviye lifleri değil, ucuz olan doğal lifler kullanılmaktadır. Doğal lif kullanılarak üretim maliyetleri azaltılmaktadır. Buda hem üretici hem tüketici açısından olumlu sonuç alındığını göstermektedir (Marsh, 2003).

Doğal lif takviyeli kompozitlerin diğer avantajları şunlardır:

- Doğal liflerin aşınma özellikleri diğerlerine oranla çok düşüktür. Bu özelliği geri dönüşüm ve genel olarak kompozit üretimi için bir kolaylık teşkil etmektedir.
- Hepimizin bildiği gibi doğal lifler yenilenebilir hammaddelerdir, dolayısıyla doğal oldukları için elde edilebilirlikleri de kolaydır.
- Hem düşük yoğunluk isteyen durumlarda hem de dayanıklılık istenen koşullarda doğal liflerin kullanılması kaçınılmazdır.
- Genel olarak ısı ve ses yalıtımları oldukça iyidir.
- En önemli avantajlarından biride çevre dostu olmasıdır, çevreye zarar vermezler, diğer takviye lifleri ise çevreye olumsuz etkiye bulunmaktadırlar ve insanlar için sağlık açısından sorun teşkil etmektedirler.
- Üretimleri basittir ve çoğunun insan cildine zararları yoktur (Engin, 2007).

3.2.4 Doğal Lif Takviyeli Kompozit Malzemelerin Dezavantajları

Doğal liflerin yararları çok fazla olmasına rağmen bazı sınırlılıkları da vardır. Sınırlılıklarını inceleyecek olursak: En başta doğal liflerin polimerik malzemelerle yapışması zayıftır ve üretimi takiben kolayca bozunabilmektedirler. Doğal lifler neme ve çürümeye karşı da yeterince dayanıklı değildirler, doğal ortamda kötü hava koşullarından etkilenebilmektedirler (Marsh, 2003).

- Hava şartlarının olumsuz olması sebebiyle doğal lifin kalitesinde meydana gelen düşüşler.
- Tarım koşulları sebebiyle ya da hasada göre fiyatında meydana gelen değişme.
- Belirsiz hava koşullarının etkisiyle kalitesinde meydana gelen olumsuzluklar.
- Yangına veya ısıya karşı direncinin çok düşük olması.
- Darbe dayanımına karşı düşük mukavemetinin olması.
- Düşük yangın direncinin olması (Malik, 1990).

Bunlara ilave olarak, doğal liflerin hidrofob özellikteki polimer matris ile uyumsuzluğuna sebep olan hidrofil karakteri ve bozulma olasılığının yüksek olması sebebi ile işlem sıcaklığının düşük derecelerde gerçekleştirilmesi gerekliliği doğal liflerin kompozit üretiminde sınırlayıcı özelliklerinden bazılarıdır (Mohanty vd., 2000).

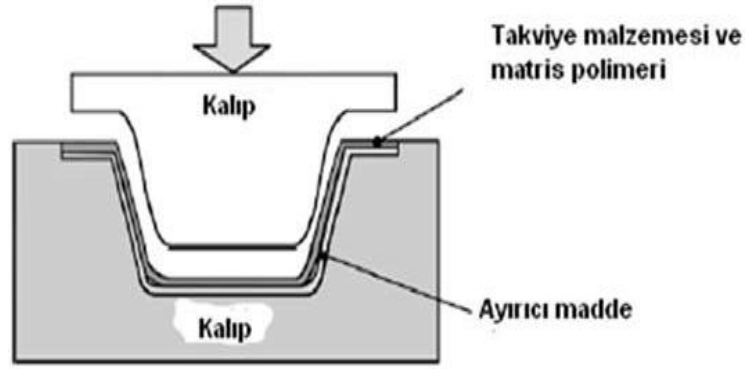
3.2.5 Doğal Lif Takviyeli Kompozitlerin Üretim Yöntemleri

Doğal lif takviyeli kompozit malzemelerin üretimleri sırasında en yaygın kullanılan yöntem kalıplama yöntemleri ile gerçekleştirilmektedir. Doğal lifler iki şekilde kullanılabilir, bunlardan birincisi kesikli lif halinde ikincisi ise yüzey halinde kullanılabilir. Kalıp üzerine kesikli lifler rastgele, yüzey halinde olan takviye malzemeleri ise tabakalar halinde konulabilmektedir. Seçeceğimiz kalıplama yöntemini kullanılacak materyalin yapısı başta olmak üzere maliyetini de göz önünde bulundurarak belirlenmektedir. (Wibowo vd., 2004; Doan vd., 2006).

Bundan sonraki kısımda doğal lif takviyeli kompozitlerin üretim yöntemlerinden önemli olanlarına kısaca değinilmiştir.

3.2.5.1 Kalıplama Tekniği İle Kompozit Üretimi

Doğal lif takviyeli kompozitlerin üretim yöntemlerinden ilki olan kalıplama tekniğinde iki adet kalıp bulunmaktadır. Daha önceden matris ile muamele edilmiş takviye malzemesi alt kalıba yerleştirilir. Alt ve üst kalıp arasında ayırıcı bulunmaktadır. Alt kalıp parçasının üzerine üst kalıp parçası indirilir ve kapalı olan kısma basınç uygulanır. Aşağıda Şekil 8’de kalıplama tekniği şematik olarak gösterilmektedir.



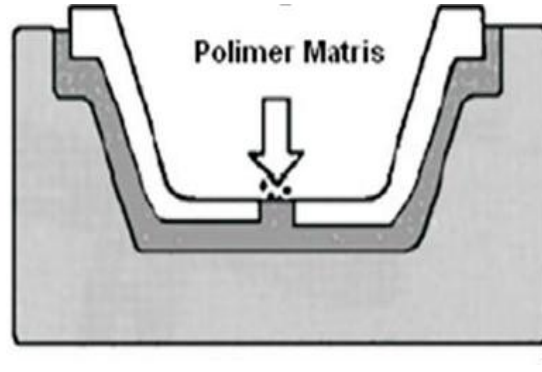
Şekil 8: Kalıplama tekniği ile kompozit üretimi (Gay vd., 2003).

Yaklaşık olarak ortam sıcaklığında polimerizasyon işlemi gerçekleştirilmiş olur. Bir günde ortalama 200-210 arası ürün elde edilebilmektedir. En çok otomotiv ve uzay sanayi parçalarının üretimlerinde kullanılmaktadır (Gay vd., 2003).

3.2.5.2 Enjeksiyon Tekniği İle Kompozit Üretimi

Üretim maliyeti yüksek olan enjeksiyon tekniği ile doğal lif takviyeli kompozit üretim işleminde ilk olarak takviye malzemesi alt ve üst kalıbın tam ortasına yerleştirilmektedir. Daha sonra üzerine polimer reçine ilave edilmektedir. Bu polimer karışımı ısıtılma işlemine tabi tutulmaktadır. Ve en son kalıplara aktarılmaktadır. Burada en önemli nokta polimer enjeksiyonu öncesinde kalıplardaki havanın düzgün şekilde alınmasıdır. Özellikle otomobil parçalarının üretimi için uygundur (Gay vd., 2003).

Aşağıda Şekil 9’da enjeksiyon tekniği ile kompozit üretimi şematik olarak gösterilmektedir



Şekil 9: Enjeksiyon tekniği ile kompozit üretimi (Gay vd., 2003).

Kompozit malzemelerin takviye ve matris olmak üzere en az iki materyalden oluştuğunu daha önce söylemiştik. Kompozit malzemelerde kullanılan matrisler, polimerlerden (termosetler ve termoplastikler) metal ve seramiklere kadar değişmektedir. Tezimizin matris kısmını termoplastik kompozitler oluşturduğu için bu bölümde termoplastik kompozitler, özellikleri ve kullanım alanları üzerinde duracağız. İlk olarak doğal lif takviyeli kompozitlerin ikinci bileşeni olan matris kısmını inceleyelim.

3.2.6 Doğal Lif Takviyeli Kompozitlerin Matris Kısmı

Kompozit malzemelerin bileşenlerinden ikincisi matris kısmıdır. Bu kısım takviye kısmı ile gerilim transferi sağlamaktadır. Kimyasallara, ısıya ve neme ilk tepki veren kısımdır. Lifleri çevresel etkilere karşıda korumaktadır. Ayrıca kompozit malzemenin özelliklerinin belirlenmesinde matris malzemesi belirleyici unsur oluşturmaktadır (Yıldızhan, 2008).

Matris materyali seçiminde dikkat edilecek özellikler işlenebilir olması, çevreye karşı gösterdiği direnci, matrisin yoğunluğu ve fiyatının nasıl olduğu gibi özellikler öncelikle dikkate alınmaktadır (Jones, 1999).

Matris materyalinin özelliklerinden bazıları, lifleri çevresel etkilerden ve darbelerden korumak, kompozitte dış etkilerden kaynaklanan çatlakların oluşmasını önlemek, uygulanan kuvvetin kompozitte homojen dağılmasını sağlamak, kompozit malzemenin yapısında rijitliği sağlamak, matris materyalinin liflerle arasında uyumun olması, kompozit

malzemenin karakteristik özelliklerini belirlemek gibi birçok özelliği vardır (URL-14; Mazlumdar, 2002).

3.2.7 Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

Plastikler üçe ayrılmaktadır:

- Termoplastikler
- Termosetler
- Elastomerler

Plastikleri şekillendirmede ilk olarak polimer malzemenin sıvı hale geçmesi gerekmektedir. Daha sonra polimer karışım soğutulur ve katı hale getirilmektedir. En son katı parça kalıptan çıkarılır ve üretime sunulur. Bu şekilde ısıtılıp sonra soğutulur dönüştürülerek şekil verilebilen plastiklere termoplastik malzemeler denilmektedir. En çok kullanılan plastikler polietilen, polivinil klorür, polipropilendir. Diğer polimer grubunu oluşturan termosetler ise ısı ile bir kez şekil alabilirler ve tekrar ısıtıldığında bozunma oluşmaktadır. Burada anlatılmak istenen termoset malzemeler ısıtılıp soğutulur tekrar şekillendirilemez olduğudur. Termosetlerin şekillendirilmesi için özel kalıpları vardır, bu kalıplar sayesinde üretim gerçekleştirilmektedir (Şahin, 2000).

3.2.8 Termoplastikler

Termoplastikler oda koşullarında katı halde bulunmaktadırlar. Termoplastikler ısıtıldıklarında yumuşarlar daha sonra soğutulduklarında ise tekrar sertleşmektedirler. Bu özelliklerinden dolayı kolaylıkla şekillendirilebilmektedir. Yapıları çizgisel şekillerdedir. Rijit yapıları yoktur. Termosetlere göre daha ekonomik diyebiliriz (Harper, 1999). Ayrıca geri dönüşüm yolu ile tekrar tekrar kullanılabilme olanakları vardır. Termoplastikler iç yapılarından dolayı şekillendirme esnasında hiçbir şekilde kimyasal değişikliğe uğramazlar. Bozunma süreleri değişiklik göstermektedir (Acar, 2014).

Ticari olarak da en çok kullanılan malzemelerden biridir. Termoplastikler, 3 tip plastikten en çok üretileni olması sebebiyle önem arz etmektedir. Plastiklerin yaklaşık %50'sinden daha fazlasını termoplastikler oluşturmaktadır (Engin, 2007). Termoplastik kompozitler

diğer çeşitlere göre mekanik özelliklerinin daha iyi olması sebebiyle bazı avantajlar sağlamaktadırlar, bunlardan bazıları ses ve gürültüyü azaltıcı etkilerinin iyi olması, geri dönüşüme uygun olmaları sebebiyle tercih edilmektedirler (Acar, 2014).

Termoplastiklerin diğer üstün özellikleri incelenecek olursa;

- Termoplastikler ilk önce ısıtıldıklarında yumuşarlar soğutulduklarında ise tekrar eski hallerine gelerek sertleşirler
- Süneklik oranları oldukça yüksektir.
- Geri dönüşüm özellikleri iyidir
- Hammadde olarak raf ömürleri uzundur.
- Sertleşmeleri için organik çözücülere ihtiyaç duyulmaz.
- Termoplastikler oda sıcaklığında katı halledirler
- Elektrik yalıtkanlıkları oldukça iyidir
- Darbe dayanımları yüksektir (URL-14, 2016).

Termoplastiklerin dezavantajlarına bakarsak;

- Termosetlere göre fiyatları daha yüksektir.
- Katı halde oldukları için oda koşullarında işlenmeleri oldukça zordur.
- Rijitlik oranları oldukça düşüktür.
- Düşük mukavemet özellikleri vardır.
- İstenilen şekillere girebilmeleri için bazı çözeltilere ihtiyaç duyabilirler.
- Oldukça düşük ergime sıcaklığına sahiptirler (URL-14, 2016).

Ticari olarak kullanılan termoplastik çeşitleri şunlardır: Polipropilen (PP), Polivinil klorür (PVC), Polietilen (PE), Nylon, Teflon, Polikarbonat (PC), Polistiren (PS) (Engin, 2007).

Termoplastikler farklı yapısal özelliklere ve kullanım alanlarına sahiptirler, bu kısımda en önemli termoplastikler incelenmiştir.

3.2.8.1 Polietilen

Polietilen, etilenin polimerizasyonu sonucu elde edilmektedir. Bu termoplastik (C_2H_4) formülüyle gösterilmektedir (Kavlakoğlu, 2010). Polietilenin özelliklerine baktığımızda yüksek kimyasal dayanımı ve mekanik işleme kolaylığı en önemli özelliklerindedir, bunun yanı sıra kolay olarak temizlenebilmesi ve yüksek darbe dayanımına sahip olmasıdır (Engin, 2007).

Polietilenler günümüzde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Polietilenlerin üstün olan özellikleri kolay işlenmesi ve dayanıklılığı olarak gösterilebilir. Polietilenin kullanıldığı yerler ise su dağıtımı ve kanalizasyon gibi yerlerde, evlerde kullanılan eşyalar ve oyuncaklarda, her türlü poşetlerde (atlet tipi poşet, plastik poşetler vb) kaplama olarak ise levha ve kumaşlarda kullanılmaktadır (Kavlakoğlu, 2010).

3.2.8.2 Polipropilen

Çalışmamızın matris kısmını oluşturacak olan polipropileni incelediğimizde, polipropilen, katalizörler aracılığıyla propilen olarak adlandırılan gazın sabit bir basınç altında polimerizasyonu sonucu elde edilmektedir. Termoplastik çeşitlerine baktığımız zaman en hafifi olarak adlandırılmaktadır. Yaklaşık olarak yoğunluğu $0,90 \text{ g/cm}^3$ civarındadır. Erime sıcaklığına baktığımızda oldukça yüksektir. Ortalama olarak $165\text{--}171^\circ\text{C}$ civarındadır (Acar, 2014).

Polietilen ile karşılaştırdığımızda çoğu özelliği daha üstündür. Örneğin ışık geçirgenliği daha iyidir. Maliyet olarak polietilen ile aynı düzeydedir. Polietilene oranla çok daha yüksek ergime sıcaklığına sahiptir. Bu ergime sıcaklığıyla $140 \text{ C}'$ ye kadar kullanımları mevcuttur (Ekrem, 2006).

Kullanım alanlarına baktığımızda ise, otomobillerin çeşitli kısımlarında, bazı ev aletlerinde çeşitli gıda malzemelerinin paketlenmesinde, elektrik sektöründe özellikle kablo ve tellerin üzerinin kaplanmasında, yine evlerimizde yer döşemelerinde ve halatlarda sık olarak kullanıldığı görülmektedir (Acar, 2014).

3.2.8.3 Polivinil Klorür (PVC)

Polivinil klorür, monomer fazındaki vinil kloridin çeşitli işlemlerle polimerizasyonu sonucu oluşmaktadır. Dünyadaki üretiminin en az %50'si yapı sektöründe kullanılmakta olan Polivinil klorürün yoğunluğu yaklaşık olarak 1,50 g/cm³ civarındadır. Polivinil klorür aynı zamanda sert plastiklerdendir. Kullanım alanlarına baktığımızda ise, inşaat sektöründe, elektrik sektöründe elektrik kabloları gibi yerlerde sık kullanılırlar (Acar, 2014).

Tezimizde meyan kökü lifi takviyeli polipropilen esaslı termoplastik kompozit üretimi yapılmıştır bu yüzden ilk önce termoplastik üretim yöntemlerinden sıcak biçimlendirme (sıcak presleme) yöntemi daha sonra ise termoplastikler, özellikleri, çeşitleri ve kullanım alanlarından bahsedilecektir. Diğer tekniklere ise başlıklar halinde değinilecektir.

3.2.9 Sıcak Biçimlendirme Yöntemi

Termoplastiklerde oldukça yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. İstedığımız boyutlarda parçaları bu yöntem ile elde etmemiz mümkündür. Bu yöntem sabit bir sıcaklığa kadar önceden ısıtılmış olan plastik bir tabaka arasına yerleştirilen malzemeye hava basıncı ya da mekanik bir kuvvet etkisiyle şekil verilmektedir. Daha sonra sıcak durumdaki kalıp soğutulmaktadır. Böylece malzeme istediğimiz şekle getirilmektedir (Engin, 2007).

Termoplastik levhalar, ekstrüzyon makinelerine girmektedirler ve malzemeler iki silindirik merdane arasından geçirilerek tabaka şeklini almaktadırlar. Levhalar ya direkt olarak ya da rulo halinde üretim için hazır hale getirilmektedirler.

Yöntem toplam üç aşamada gerçekleşmektedir. Ekstrüzyon makinelerinden çıkarılan levhalar kızılötesi ışınlarla temas ettirilirlen ondan sonra ısıtılmaktadırlar. Isıtılmış olan levha kalıp üzerine yerleştirilir ve istenilen şekil verilir. Daha sonra soğumaya bırakılmaktadırlar. Bu işlem soğutucu fanlar vb araçlarla gerçekleştirilmektedir (URL-15, 2016).

3.2.10 Termoplastiklerin Kullanım Alanları

Termoplastiklerin kullanım alanlarına baktığımızda, otomotiv sektörü başta olmak üzere, uzay ve uçak sanayisinde, kablo, boru ve tellerin kaplanmasında yani inşaat sektöründe alt yapı sistemlerinde, yer döşemelerinde bunun yanı sıra bazı ev aletlerinde ve tank gibi araçlarda kullanılmaktadır (Erkendirci, 2006).

3.2.11 Lif Matris Arası Ara Yüzey Kavramı

Üretilen kompozit malzemelerin mekanik özelliklerini etkileyen en önemli faktörden biri lif ve matris arasındaki yüzeyin özellikleridir. Lif ve matris arasındaki ara yüzey kavramı oldukça önemlidir. Bu iki yapıyı birbirine bağlayan bu yüzey fiziksel ve kimyasal bir bağ olabilmektedir. Liflere uygulanan yük ara yüzey kısımları vasıtasıyla matrise iletilme olanağı bulmaktadır. Böylece kompozit tabakaya uygulanan yükün tüm kompozit tarafından taşınması olanağı sağlanmış olur. Uyumlu ara yüzey demek, mukavemeti yüksek ve sünekliliği düşük olan bir kompozit malzeme demektir. Kompozit malzemelerin genellikle mukavemeti yüksek, sünekliliği düşük olmaktadır. Uyumsuz bir ara yüzey ise bunun tam tersi olarak düşük mukavemet ve kırılma direnci yüksek anlamına gelmektedir (Gür ve Turan, 2004).

Lif matris ara yüzeyinde bazı problemler oluşabilmektedir, bu problemleri gidermek için hem takviye kısmı hem de matris kısımları birçok işlemde geçirilerek birbirlerine uyumlu hale getirilebilmektedir. Lif matris ara yüzeyini uyumlu hale getirmek için birçok araştırmacı çeşitli kimyasallarla birçok araştırma yapmaktadırlar. Tezin uygulama aşamasında sodyum hidroksit, formik asit ve asetik asit ile lif ve matris arası yüzey uyumu arttırılmaya çalışılmıştır.

3.2.12 Doğal Lif Takviyeli Termoplastik Kompozitlerle Yapılan Çalışmalar

Valadez vd. (2005), doğal lifler ve termoplastik matris arasındaki ara yüzey kayma kuvvetlerinin iyileştirilmesinin, morfolojik ve lif yüzeylerinin, silan (Silikon hidrit) kimyasal modifikasyonu ile alakalı olmasından dolayı, liflerin yüzeylerini alkali ile işleyerek, matris-lif ıslanmasını sağlamışlardır ve kimyasal yüzey modifikasyonunu arttığını gözlemlemişlerdir. Böylece matris-lif ara yüzeyi arasındaki fizikokimyasal

etkileşimi geliştirmişlerdir. Yapılan mikromekanik ve çekme testleri sonucunda bütün bu işlemlerin ara yüzey kayma kuvvetini iyileştirdiğini tespit etmişlerdir.

Jayaraman (2002), sisal bitkisinden elde edilen lifleri, genel kompozit üretim yöntemlerine göre daha basit bir yöntemle termoplastiklerle birleştirmiş, böylece diğer üretim yöntemlerinde de (enjeksiyon ve ekstrüzyon) gerekli olan lif değerlerinin düşürülmesini minimum seviyeye indirerek, boyu 10 mm'den uzun, kütle kesiri de %15-%35 arasında olan liflerden oluşan kompozit plakasında iyi mekanik özellikler elde etmiştir.

Panthapulakkal ve Sain (2006), yılında yaptıkları çalışmada tarımsal atıklardan olan buğday ve mısır sapı ile takviye edilmiş polipropilen kompozitleri üretmişlerdir. Odun ile doldurulan plastiklere alternatif olması açısından ve termoplastiklerde güçlendirici dolgu maddesi olarak uygunluğunu araştırmak amacıyla yapılan bu çalışmada, Tarımsal atıkların mantar muamelesi, uyum sağlayıcı ve birleştirme tekniklerinin kompozitlerin mekanik özelliklerine etkileri incelenmiştir. Buğday sapı liflerinin yüksek makaslama bileşimi, işlenmiş buğday sapı ile üretilene benzer özellikler gösterdiği bulunmuştur. İşlenmiş sapların benzer oranlarındaki sonuçlarının, yüksek makaslama bileşimi sırasında meydana gelen lif kırılmalarından dolayı olduğu tespit edilmiştir. Eski gazete kâğıdı, odun unu ve tarımsal atıklar ile doldurulan polipropilen kompozitlerin mekanik özellikleri karşılaştırıldığında, termoplastikler için alternatif dolgu maddesi olarak tarımsal atıkların uygun olduğu görülmüştür.

Bakkal ve Savaş (2012), cam elyafı ile güçlendirilmiş doğal lif takviyeli kompozitlerin geliştirilmesi üzerine bir araştırma yapılmıştır. Bu çalışmada pamuk iplikleri kullanılmışlardır, pamuk iplikleri pamuklu kumaştan elde edilmiştir ve bu yapının düşük yoğunluklu polietilen matris malzemesiyle birlikte oluşturdukları karma yapının mekanik özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, tabakasız yapılarda yani cam elyafı kullanılmayan yapılarda, sadece pamuk elyafı katkısı ile birlikte malzemenin çekme dayanımı ve elastiklik modülü değerlerinin arttığı, darbe dayanımı değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Tabakalı yapılarda yani cam elyafı ile birlikte ise, cam elyafının karma malzeme üzerindeki pozitif hibritleşme etkisiyle, çekme dayanımı, elastiklik modülü ve darbe dayanımı değerlerinin arttığı tespit edilmiştir.

3.3 Literatür Taraması

Koç vd. (2015), yaptıkları çalışmada kayısı çekirdeği kabuğu takviyeli kompozit malzeme üretilmişlerdi. Bu üretilen kompozit malzemenin ısı yalıtımında uygulanıp uygulanmaması üzerine araştırmalar yapmışlardır. Kayısı çekirdeği kabuğunun öğütülerek çeşitli fazlarda toz haline getirilerek kullanıldığı bu çalışmada yapılan araştırmalar sonucunda kayısı çekirdeği kabuğundan üretilen kompozitin iyi bir yalıtım malzemesi olabileceği kanaatine varılmıştır.

Sağbaş vd. (2009), yaptıkları çalışmada farklı miktarlardaki keten lifleri ile polyester reçine matrisi birleştirilerek kompozit malzeme elde etmişlerdir. Ürettikleri bu kompozit malzemenin darbe dayanımı ve çekme dayanımı gibi mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Mekanik özellikler incelenirken farklı oranlarda keten lifleri kullanılmıştır. Bu doğal elyaf takviyeli kompozit malzemenin keten lifi oranı arttıkça kompozit malzemenin çekme ve darbe dayanımı değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Çekme dayanımındaki artışın darbe dayanımındaki artıştan daha yüksek olduğu sonucu elde edilmiştir.

Binici vd. (2014), yaptıkları çalışmada öğütülmüş olan mısır koçanları bağlayıcı madde görevinde olan epoksi ile birleştirilerek ısı yalıtım malzemesi üretilmiştir. Bu malzemenin birim hacim ağırlığı, ısı iletim katsayısı, ses geçirimsizliği gibi mekanik özellikleri incelenmiştir. Bu özelliklere bakıldığında mısır koçanı esaslı yalıtım malzemesi ısı iletim katsayısının 0,075 gibi bir değere indiği görülmüştür. En büyük değere sahip numunenin 60 g mısır koçanı ve 45 g epoksi kullanılan malzeme olduğu sonucuna varılmıştır. Yalıtım değerlerinin standartlara uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Acar (2014), yaptığı çalışmada mdf tozu ve pirinç sapı atıklarıyla termoplastik kompozit üretmiştir ve bu kompozitin şok direnci, çekme direnci ve çekme elastikiyet modülü değerleri incelenmiştir. Çalışmada takviye kısmı olarak mdf tozu ve pirinç sapsarı kullanılırken matris malzemesi olarak polivinilklorür, polipropilen ve polietilen kullanılmıştır. İki kısmın birbirine uyumunu arttırmak için de MAPE maddesi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında pirinç sapı ve YYPE'li yani %50 pirinç sapı+%2 MAPE ekli numunenin en iyi şok direnci değerine sahip olduğu görülmüştür. Uyumsuzluğu gidermek için kullanılan MAPE'nin şok direncinde çok fazla etkili olmadığı

fakat diğ er mekanik özelliklerde özellikle çekme direncinde iyi sonuçlar elde edildiğ i saptanmıştır.

Karabulut ve Aktaş (2014), jüt lifi takviyeli kompozitlerin mekanik özelliklerinin yüzey modifikasyon işlemi ile iyileştirilmesi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Yapılan araştırmada dokuma jüt takviyeli polyester kompozit malzemelerin NaOH (Sodyum Hidroksit) çözeltisi ile muamelesi sağlanmıştır. Bu işlemle yüzeyler arası jüt kumaş ve polyester reçinenin uyumunun arttırılması amaçlanmıştır. Bu çalışmada işlem görmemiş NaOH (Sodyum Hidroksit), %5, %10 ve %15'lik sodyum hidroksitli numuneler ile işlem yapılmıştır. Sodyum hidroksit oranındaki artışa bağlı olarak yüzeylerin birbirine tutunma oranının arttığı buna paralel olarak da mekanik özelliklerinde belirli oranlarda iyileşmeler olduğu saptanmıştır. NaOH (Sodyum Hidroksit) ilaveli numunelerin işlem görmemiş numunelere göre elastisite modülleri değerlerinde artış görülmüştür. Yine çekme yüklemesine tabi tutulan numunelerde maksimum değer %15'lik sodyum hidroksitli numunede, minimum değer ise % 5'lik sodyum hidroksitli numunede görülmüştür. Basma yükü değerlerine bakıldığında ise maksimum yük değeri %5'lik, minimum yük değeri ise %10'luk sodyum hidroksitli numunede görülmüştür.

Karmarkar vd. (2006), yaptıkları bu çalışmada odun lifi ile polipropilenden üretilen kompozitin mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Aynı zamanda polipropilen ve MAPP arasındaki ara yüzey uyumunu arttırmak için çeşitli çalışmalar yapmışlardır. Bu ara yüzey iyileştirme işleminin mekanik özellikleri pozitif yönde etkilediğ i sonucuna varmışlardır. Bu hazırlanan kompozitin çekme dayanımının %45 oranında arttığı aynı şekilde eğilme dayanımında %85 oranında arttığı tespit edilmiştir. Bunlara ilave olarak darbe dayanımında ise bir miktar azalma olduğu sonucuna varılmıştır.

Mengeloğ lu vd. (2010), mısır sapı unlarının dolgu maddesi olarak polimer kompozit üzerinde değerlendirmesi adlı çalışmalarında mısır sapı unu ve geri dönüşümlü yüksek yoğunluklu polietilenin birleşmesinden kompozit malzeme üretmişlerdir. Kompozitleri oluştururken ekstrüzyon ve pres kalıplama gibi tekniklerden yararlanmışlardır. Kompozitin darbe dayanımı testi için numuneden çentikler açılmıştır ve darbe dayanımı testinde kompozitteki mısır unu miktarı ne kadar arttırılırsa o kadar darbe dayanımı değ erinin dü ştüğ ü görülmüştür. Diğ er mekanik testlere baktığımızda çekme direnci gibi değ erlerin de dü ştüğ ü sonucuna varılmıştır. Elastikiyet modülünde ise iyileşmeler görülmüştür. Bu

bilgiler ışığında tarımsal atıkların değerlendirilmesinin çevre kirliliğini ve zaiyat miktarını azaltacağı sonucuna varılmıştır.

Sağır (2016), yaptığı çalışmada jüt ve keten takviyeli karma kompozitlerin mekanik özelliklerinin incelenmesi adlı çalışmasında takviye kısmı olarak jüt ve keten dokuma kumaşlar kullanmıştır. Matris malzeme olarak epoksi matrisli karma kompozitler kullanmıştır. Takviye ve matris arasına yüzey iyileştirmesi amacıyla alkali işlem uygulanmıştır. Dörder kat jüt ve keten kumaş kullanılmıştır. 2 farklı kompozit malzeme üretilmiştir. Üretilen kompozitlere çekme testi ve darbe testi uygulanmıştır. Darbe testlerinde elde edilen verilere bakıldığında; numunelere 10 joule, 20 joule, 30 joule enerjilerinde darbe testi uygulanmıştır. 30 joule darbe enerjisi ile tüm numuneler delinirken, 10 joule ve 20 joule'lük enerji ile tüm numunelerin delinmediği ve geri sekme durumunun olduğu görülmüştür. Kompozit malzemelerin alt yüzünün keten olması durumunun jüt olması durumuna göre daha az hasar meydana getirdiği ve daha fazla enerjinin absorbe edilmesi için üst yüzünün jüt olması gerektiği sonuçlarına ulaşılmıştır.

BÖLÜM 4

MATERYAL VE YÖNTEM

Gerçekleştirilen deneysel çalışmalarda kullanılan materyal ve uygulanan yöntemlere aşağıda değinilmiştir.

4.1 Materyal

Deneysel çalışmalarda Marmara Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında bulunan cihazlardan yararlanılmıştır. Deneylere hazırlık işlemlerinde kullanılan cihazlardan bazıları aşağıda sıralanmaktadır.

- Hassas Terazı
- Dereceli silindir
- pH indikatörü
- 500 ml Beher
- 1000 ml Beher
- Baget

Çalışmalarda Denver Instrument firmasına ait olan 10^{-3} hassasiyete sahip olan dijital ve tek çenekli hassas terazi kullanılmıştır. Kullanılan sodyum hidroksitler ise Merck firmasından temin edilmiştir. Polipropilen cıpsler ise Suudi Arabistan'da imal edilmiş ve sindiyotaktik yapıdadır. Polipropilen cıpsler Simitomo Kimyasal Anonim şirketinden temin edilmiştir.

4.1.1 Kompozit Üretiminden Önce Meyan Köklerine Uygulanan Yüzey İşlemleri

Meyan köklerine yüzey işlemleri uygulanmasındaki asıl amaç takviye kısmını oluşturan meyan kökü lifleri ile matris kısmını oluşturan polipropilenin birbirine bağlanması ve uyumluluğunun artırılmasıdır. Aynı zamanda meyan köklerinin üzerindeki yağ, vaks ve yabancı maddelerin uzaklaştırılarak yüzeyinin temizlenmesini sağlamaktadır. Meyan kökü liflerine uygulanacak yüzey iyileştirme işlemleri reçetesi Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1: Meyan kökü lifine uygulanan yüzey işlemleri reçetesi.

Ön işlem	Konsantriyon	Sıcaklık	İşlem Süresi	Durulama
Sodyum Hidroksit	5 g/L	Oda sıcaklığı	30 dakika	Destile Su
Sodyum Hidroksit	10 g/L	Oda sıcaklığı	30 dakika	Destile Su
Sodyum Hidroksit	20 g/L	Oda sıcaklığı	30 dakika	Destile Su
Asetik Asit	%100	Oda sıcaklığı	40 dakika	Destile Su
Formik Asit	%100	Oda sıcaklığı	40 dakika	Destile Su

Doğadan toplanan meyan kökleri el yordamıyla teker teker sap kısımlarından ayrılmaktadır ve yabancı maddelerinden temizlenmektedir. Düzgün temizlenmeyen ve sap kısımlarından düzgün şekilde ayrılmayan meyan kökleri çalışmamızın ileriki aşamalarında sorun teşkil edeceği tahmin edilmektedir. Bu da üretilecek kompozit malzememizin kalitesini olumsuz yönde etkileyecektir.



Şekil 10: Çalışmada kullanılan meyan kökü numunesi.

İlk olarak temizlenen meyan kökü liflerinin hassas terazi yardımıyla ağırlıkları ölçülmektedir. Çalışacağımız meyan köklerinin tamamının toplam ağırlığı bulunmuştur ve gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Belirli miktarlarda numuneler tutamlar haline getirilerek işleme hazır hale getirilmektedir. Aşağıda Şekil 11’de çalışmada kullanılan hassas terazi gösterilmektedir.



Şekil 11: Çalışmada kullanılan hassas terazi.

4.1.1.1 Meyan Kökünün Sodyum Hidroksit (NaOH) İle Muamele İşlemi

Tablo 2: Meyan kökünün sodyum hidroksit ile muamele reçetesi.

Ön işlem	Konsantrasyon	Numune Ağırlığı	İşlem Süresi	Sıcaklık	Durulama
Sodyum Hidroksit	5g/L	30.019g	30 dakika	Oda sıcaklığı	Destile Su
Sodyum Hidroksit	10 g/L	30.028g	30 dakika	Oda sıcaklığı	Destile Su
Sodyum Hidroksit	20 g/L	30.018g	30 dakika	Oda sıcaklığı	Destile Su

Malzemeler: 5, 10, 20 g'lık katı halde sodyum hidroksit, 3 adet 30 g'lık meyan kökü lifi numunesi, hassas terazi, baget, 500 ml beher, dereceli silindir, pH indikatörü.

Yukarıda Tablo 2' de görüldüğü gibi; 5 g katı sodyum hidroksit hassas terazide tartılmıştır. Diğer taraftan 1000 ml destile su, beher kabına boşaltılmıştır. Suyun içerisine 5 g katı sodyum hidroksit ilave edilmiştir. Sodyum hidroksit çözünene kadar bir baget yardımıyla 25° C'de (oda sıcaklığında) karıştırılarak sodyum hidroksitlerin tamamının çözünmesi sağlanmıştır. Tam olarak çözülmüş sodyum hidroksit karışımına 30 g meyan kökü lifleri ilave edilmiştir. Baget yardımıyla belirli aralıklarla karıştırılmıştır. 30 dakikanın ardından numunemiz destile su ile süzme işlemine tabi tutulmuştur. Süzülme sırasında pH indikatörü yardımıyla karışım kontrol edilmiştir. En son meyan kökü lifleri süzildükten

sonra kurumaya bırakılmıştır. Aynı işlemler 10 g'lık katı sodyum hidroksit ve 20 g'lık katı sodyum hidroksit içinde uygulanmıştır.

4.1.1.2 Meyan Kökünün Asetik Asit (CH₃COOH) İle Muamele İşlemi

Tablo 3: Meyan kökünün asetik asit ile muamele reçetesi.

Ön işlem	Konsantrasyon	Numune Ağırlığı	İşlem Süresi	Sıcaklık	Durulama
Asetik Asit	%100	30.024g	40 dakika	Oda sıcaklığı	Destile su

Malzemeler: %100'lük asetik asit, 30 g meyan kökü lifi numunesi, hassas terazi, baget, 500 ml beher, dereceli silindir, pH indikatörü.

Tablo 3'teki verilere göre; ilk olarak 30 g meyan kökü lifleri hassas terazide ölçülmüştür. Yaptığımız işlemleri incelediğimizde, 500 ml beher içerisine ilk önce tartılan meyan kökü lifleri yerleştirilmiştir. Üzerine meyan köklerinin tamamı içerisinde kalacak şekilde yaklaşık 250 ml %100 asetik asit ilave edilmiştir. Asetik asit ve meyan kökü lifleri karışımı 40 dakika boyunca 25 °C sıcaklıkta bekletilmeye bırakılmıştır. Bir baget yardımıyla meyan kökü lifi ve asetik asidin homojen karışması amacıyla belirli aralıklarla karıştırılmıştır. 40 dakika beklemeden sonra numunemiz destile su ile süzme işlemine tabi tutulmuştur. pH indikatörü ve destile su yardımıyla numune karışımı kontrol edilmiştir. Son olarak meyan kökleri kurumaya bırakılmışlardır.

4.1.1.3 Meyan Kökünün Formik Asit (CH₃O₂) İle Muamele İşlemi

Tablo 4: Meyan kökünün formik asit ile muamele reçetesi.

Ön işlem	Konsantrasyon	Numune Ağırlığı	İşlem Süresi	Sıcaklık	Durulama
Formik Asit	%100	30.025 g	40 dakika	Oda sıcaklığı	Destile su

Malzemeler : %100'lük formik asit, 30 g meyan kökü lifi numunesi, hassas terazi, baget, 500 ml beher, dereceli silindir, pH indikatörü.

Tablo 4'teki verilere göre; ilk olarak 30 gram meyan kökü lifleri hassas terazide tartılmıştır. Yaptığımız işlemlere bakarsak; 500 ml beher içerisine 30 gram meyan kökü lifleri yerleştirilmiştir. Meyan kökleri üzerine %100'lük formik asit ilave edilmiştir. Karışımın tamamının formik asit tarafından ıslatıldığından emin olduktan sonra karışım 25°C sıcaklıkta 40 dakika boyunca beklemeye bırakılmıştır. Karışım baget yardımıyla belirli aralıklarla karıştırılmıştır. 40 dakika sonra karışımın formik asitten arındırılması sağlanmıştır. Meyan kökleri ise destile su yardımıyla süzülme işlemine tabi tutulmuşlardır. Üzerindeki formik asitin tamamen uzaklaştırılması sağlandıktan sonra belli aralıklarla pH indikatörü yardımıyla karışımın normal değerlere gelmesi sağlanmıştır. Daha sonra meyan kökü lifleri kuru bir ortamda kurutma işlemine bırakılmıştır.

4.1.1.4 Meyan Köklerinin Çeşitli İşlemler Sonrası Gramaj ve Ağırlık Değişimleri

Sodyum hidroksit, asetik asit ve formik asit ile muamele edilen meyan kökü lifleri üzerindeki ağırlık değişimleri analiz edilmiştir. Tablo 5, tablo 6, tablo 7'de uygulanan yüzey işlemlerinin ardından meyan kökü liflerindeki ağırlık değişimleri gösterilmektedir.

Tablo 5: Sodyum hidroksit ile muamele sonrası ağırlık değişimi.

Ön işlem	Konsantrasyon	Ağırlık değişimi (%)
Sodyum Hidroksit	5g/L	43.72
Sodyum Hidroksit	10g/L	47.03
Sodyum Hidroksit	20g/L	48.36

Yukarıda Tablo 5'te görüldüğü gibi sodyum hidroksit ile muamele edilen meyan köklerinde ilk ağırlıklarına göre yaklaşık % 43-49 arasında ağırlık azalması olduğu görülmektedir. Bu durumun sodyum hidroksitin kimyasal yapısının meyan kökü liflerine olan etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca selülozik liflerin yüzeyinde bulunan safsızlıkların yüzey işlemi yardımıyla uzaklaştırılması sonucunda meyan kökü liflerinde ağırlık kaybı olduğu düşünülmektedir.

Tablo 6: Asetik asit ile muamele sonrası ağırlık değişimi.

Ön işlem	Konsantrasyon	Ağırlık değişimi (%)
Asetik asit	%100	31.52

Yukarıda Tablo 6’da görüldüğü gibi asetik asit uygulandıktan sonraki numune ağırlığında ilk numune ağırlığına göre yaklaşık %30 oranında ağırlık kaybı olduğu tespit edilmiştir. Bu ağırlık kaybının asetik asitin kimyasal yapısının meyan kökü liflerinin yapısına etkisi sonucu meydana geldiği düşünülmektedir. Ayrıca selülozik liflerin yüzeyinde bulunan safsızlıkların yüzey işlemi yardımıyla uzaklaştırılması sonucunda meyan kökü liflerinde ağırlık kaybı olduğu düşünülmektedir.

Tablo 7: Formik asit ile muamele sonrası ağırlık değişimi.

Ön işlem	Formik asit çözeltisi	Ağırlık değişimi (%)
Formik asit	%100	45.26

Tablo 7’de elde edilen değerlere göre numuneye formik asit uygulandıktan sonra, numunenin ilk ağırlığına göre yaklaşık % 45 oranında ağırlık kaybı olduğu tespit edilmiştir. Meyan kökünün formik asit ile muamelesinin, liflerin temizlenmesini olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Ayrıca selülozik liflerin yüzeyinde bulunan safsızlıkların yüzey işlemi yardımıyla uzaklaştırılması sonucunda meyan kökü liflerinde ağırlık kaybı olduğu görülmektedir.

4.2 Yöntem

4.2.1 Kompozit Malzeme Üretim Yöntemi

Çalışmada farklı yüzey işlemleri uygulanan meyan kökü lifleri matris malzeme olarak kullanılan polipropilen ile birleştirilerek termoplastik esaslı kompozit malzemeler üretilmiştir. Meyan kökü lifi takviyeli polipropilen esaslı kompozit üretiminde termoplastik üretim yöntemlerinden sıcak pres yöntemi kullanılmıştır. Bu işlemde polipropilen cipsler ve meyan kökü lifleri sırasıyla kalıp içerisine yerleştirilmiştir. Kompozit üretim işlemi 200 C°’de gerçekleştirilmiştir. 200 C°’de polipropilen cipslerinin erime işlemi tamamlandıktan

sonra sıcak makinesi kapatılarak numuneler makine içerisinde soğumaya bırakılmıştır. Sıcak pres makinesinde 5 g/L sodyum hidroksit, 10 g/L sodyum hidroksit, 20 g/L sodyum hidroksit, asetik asit ve formik asit ile yüzey işlemi uygulanmış meyan kökü lifi takviyeli kompozitler elde edilmiştir. Bunun yanında %100 polipropilen ve yüzey işlemi görmemiş meyan kökü liflerinin de takviye malzemesi olarak kullanılmasıyla referans kompozit malzemeler üretilmiştir. Kompozit malzeme üretim işlemi Marmara Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümünde bulunan Hürsan marka 60 ton kapasiteli sıcak pres makinesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan sıcak pres makinesi Şekil 12’de gösterilmektedir.



Şekil 12: Sıcak pres makinesi.

4.2.1.1 Kompozit Malzeme Üretim Aşamaları

Kompozit malzeme üretim aşamasında %100 polipropilen, 5 g/L NaOH (Sodyum Hidroksit), 10 g/L NaOH (Sodyum Hidroksit), 20 g/L NaOH (Sodyum Hidroksit), CH₃COOH (asetik asit) ve CH₂OH₂ (formik asit) ile yüzey işlemi uygulanmış ve yüzey işlemi uygulanmamış meyan kökü lifi takviyeli polipropilen esaslı kompozit malzeme üretimi gerçekleştirilmiştir. Her kompozit numunesinin üretimi aynı şartlarda gerçekleştirilmiştir. İlk olarak cihazımız için gerekli sayısal veriler dijital olarak makineye girilmektedir. Üst tabla ve alt tabla sıcaklık değerleri 200 C°’ye ayarlanmaktadır.

Aşağıdaki Şekil 13'te cihaza girilen değerler gösterilmektedir.



Şekil 13: Sıcak pres makinesinde cihaza girilen değerler.

Kompozit malzeme üretiminde, 30x30 cm boyutlarında ve 4 mm derinliğinde alt ve üst kalıp kullanılmıştır. Kompozit malzeme üretim işleminde, öncelikle alt ve üst kalıba Poliya Poliester Sanayi firmasının ürettiği Super Wax adlı kalıp ayırıcı vaks sürülmüştür. Kalıp ayırıcı vaksı sürerken homojen bir şekilde sürülmesine dikkat edilmelidir. Kalıp ile polipropilen arasına ilk olarak kalıp ayırıcı vaks sürülmektedir. Ardından kalıp üzerine ilk olarak cips formundaki polipropilen yerleştirilmiştir. Cipsler alt plaka üzerine boşluk kalmayacak şekilde yerleştirilmiştir.

Aşağıda Şekil 14'te kalıp ayırıcı vaks gösterilmektedir.



Şekil 14: Kalıp ayırıcı vaks.

Aşağıda Şekil 15'te katı polipropilen cipsler ve alt tablanın yerleşimi görülmektedir.



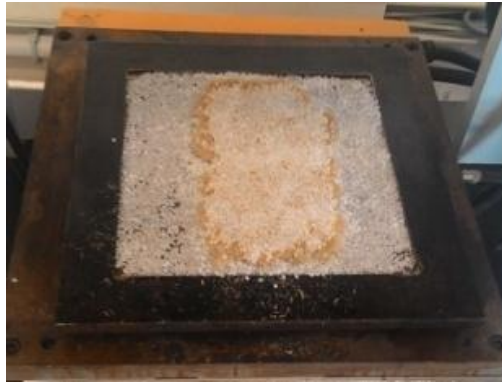
Şekil 15: Katı polipropilen cipsler ve alt kalıp.

Polipropilen cipslerin üzerine ayrı ayrı 5,10,20 g/L NaOH (Sodyum Hidroksit), asetik asit, formik asit ve yüzey işlemleri görmemiş meyan kökü lifleri homojen bir şekilde yerleştirilmiştir.



Şekil 16: Kalıp üzerine yerleştirilen meyan kökleri ve polipropilen cipsler.

Hassas terazide tartılan 160 g'lık polipropilen cipsler meyan kökü lifleri üzerine serpilmiştir. İşlemden toplamda 320 g polipropilen cips kullanılmıştır.



Şekil 17: Meyan kökleri üzerine yerleştirilen polipropilen cipsler.

Son olarak meyan kökü lifleri ve polipropilen cipslerin üzeri üst kalıp ile sıkı bir şekilde kapatılmıştır, ardından cihazımızın üst tablası kalıp üzerine indirilmiştir. 200 C° sıcaklıkta ciplerin erimesi ile meyan kökü lifi takviyeli termoplastik esaslı kompozit malzeme üretimi gerçekleştirilmiştir. Yukarıda yaptığımız kompozit üretim işlemleri 7 numunemize de ayrı ayrı uygulanarak toplamda 7 adet kompozit malzeme üretilmiştir.

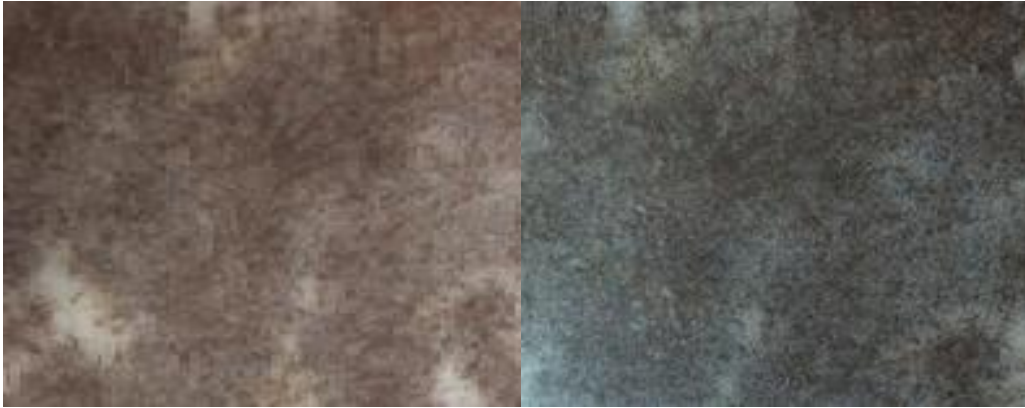
Aşağıda Şekil 18’de kompozit malzemelerin basılma aşamaları gösterilmektedir.



Şekil 18: Üretim esnasında kompozit malzemelerin basılması.

4.2.1.2 Lif Oranı Tayini

Sıcak pres makinesinden çıkan 5,10,20 g/L’lık NaOH (Sodyum Hidroksit), %100 asetik asit, %100 formik asit ile işlem görmüş, %100 polipropilen ve yüzey işlemi görmemiş meyan kökü lifi takviyeli termoplastik kompozit malzemeler Aşağıda Şekil 19’da görülmektedir.



Şekil 19: Makineden çıkan meyan kökü takviyeli kompozitlerin yüzey görünüşleri.

İlk olarak üretilen kompozit malzemeler hassas terazide tartılarak, toplam ağırlıkları bulunmuştur. Üretilen kompozit malzemelerin lif oranı tespit edilmiştir. Lif oranı bulunurken üretilen kompozitlerin her birinin toplam ağırlığı içerisinde 30 gramının %’lik değeri bulunmuştur. Elde edilen değerler Tablo 8’de gösterilmektedir.

Tablo 8: Lif oranı değerleri.

Üretilen kompozit malzemeler	Lif miktarı (g)	Kompozit ağırlığı (g)	Lif oranı (%)
5 g/L Sodyum Hidroksit	30.019	126.23	23.78
10 g/L Sodyum Hidroksit	30.028	143.38	20.94
20 g/L Sodyum Hidroksit	30.018	143.43	20.92
%100 Asetik asit	30.024	151.53	19.81
%100 Formik asit	30.025	144.92	20.71
Yüzey işlemleri görmemiş meyan kökü lifi	30.026	130.86	22.95

Yukarıda Tablo 8’ de görüldüğü gibi en yüksek lif oranı 5 g/L’lik NaOH (Sodyum Hidroksit)’li kompozitte görülmektedir. Yine en düşük lif oranı ise %100 Asetik asitle yüzey işlemleri görmüş olan meyan kökü takviyeli kompozitte görülmektedir.

4.2.2 Kompozit Malzemelere Uygulanan Test Yöntemleri

4.2.2.1 Isı Geçirgenlik Testi

Isı geçirgenlik test cihazı aşağıda Şekil 20’de görülmektedir.



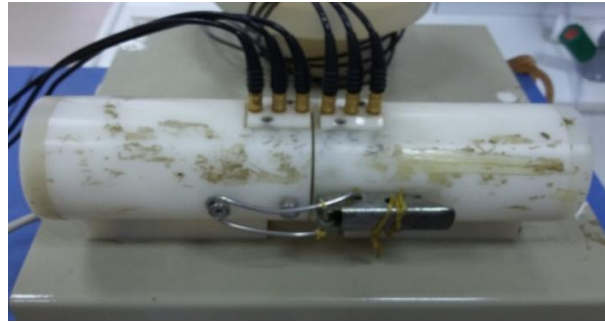
Şekil 20: Isı geçirgenlik test cihazı.

Üretilen meyan kökü lifi takviyeli termoplastik esaslı kompozit malzemelerin ısı geçirgenlik testi P.A. HİLTON LTD firmasının H940 model ısı geçirgenlik test cihazıyla gerçekleştirilmiştir. Şekil 20’de ısı geçirgenlik test cihazı görülmektedir. Bu testimizde daha önceden sıcak pres makinesinden elde edilmiş meyan kökü lifi takviyeli polipropilen kompozitlerden sırasıyla %100 polipropilen, 5 g/L NaOH (Sodyum Hidroksit), 10 g/L NaOH (Sodyum Hidroksit), 20 g/L NaOH (Sodyum Hidroksit), %100 asetik asit, %100 Formik asit ve yüzey işlemi görmemiş meyan kökü lifi takviyeli kompozitlerden, 0,025 m çapında daire şeklinde ayrı ayrı 7 numune kesilmiştir. Kesilerek hazırlanan numuneler aşağıda Şekil 21’de gösterilmektedir.



Şekil 21: Isı Geçirgenlik testi için kompozitlerden kesilen numuneler.

Ayrı ayrı 7 numunemiz ölçüme hazır hale getirilmiştir. Bu numuneler sırasıyla cihazımızın çenekleri arasına yerleştirilmiştir. Çenekler arasına yerleştirilen numuneler Şekil 22’de aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 22: Çenekler arasına sıkıştırılan teste hazır numuneler.

Daha sonra her 10 dakikada bir ölçüm değerleri kontrol edilmiştir. Numunemizden elde edilen sıcaklık değerleri sabitleninceye kadar bu işlem devam etmiştir. Cihazımızdan her 10 dakikada bir sıcaklık değerleri T_3 ve T_4 sıcaklık olarak kaydedilmiştir. Bu elde edilen T_3

ve T_4 değerleri yardımıyla, ısı iletim katsayısı değerleri bulunmuştur. Isı iletim katsayısı değerleri $w/m^{\circ}C$ birimi olarak ifade edilmektedir.

4.2.2.2 Ses Yutum Testi

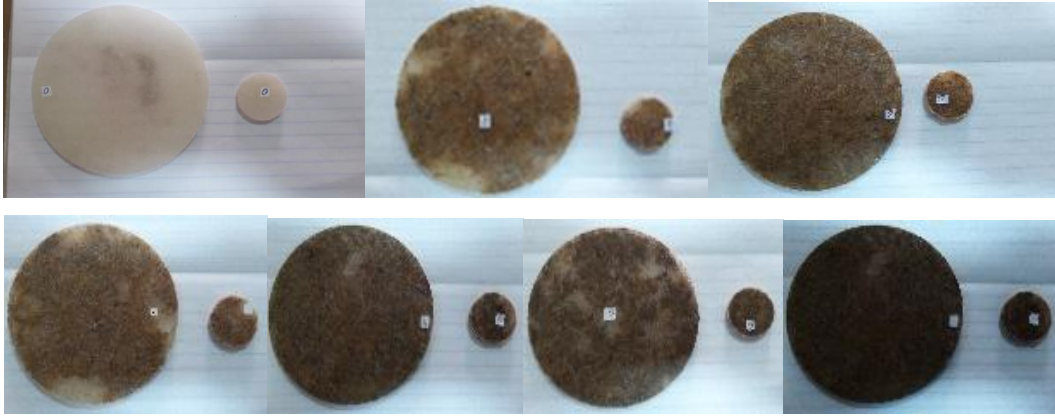
Ses yutum test işlemleri için İTKİB İTA Eğitim ve Araştırma Danışmanlık Şirketi Ar-Ge merkezinde bulunan ses yutum test cihazı kullanılmıştır. Test işlemleri TS EN ISO 10534-2 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan ses yutum test cihazı Şekil 23'te gösterilmektedir.



Şekil 23: Ses yutum katsayısı ölçümü test cihazı.

Sıcak pres makinesinde üretilen 7 adet kompozit malzemeye bu işlem uygulanmıştır. (%100 polipropilen, 5 g/L, 10 g/L, 20 g/L NaOH (Sodyum Hidroksit), asetik asit, formik asit ile işlem görmüş ve yüzey işlemleri görmemiş meyan kökü lifli takviyeli kompozit). Cihazda kullanılan analizörler komutlar yardımıyla ses üretirler. Anfi ise sesi belirli oranlarda yükseltmektedir. İlk olarak numunelerimiz belirtilen boyutlarda yuvarlak olarak kesilmiştir ve cihaza yerleştirilmiştir.

Cihaza yerleştirilen her bir kompozitten kesilen numuneler Şekil 24’te gösterilmektedir.

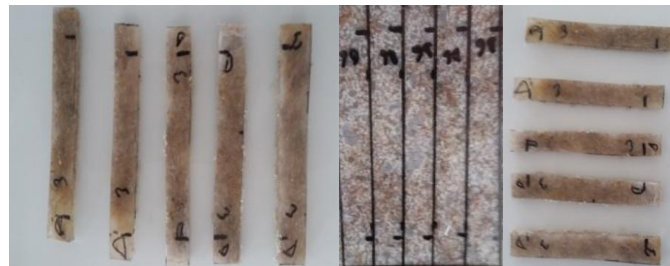


Şekil 24: Ses yutum testi için kesilen numuneler.

Cihaz açıldıktan sonra ilk olarak cihazımızın mikrofonları kalibre edilmiştir. Mikrofonlar çevreden gelen sesleri kontrol etmektedir. Ölçümün doğru olarak gerçekleştirilmesi için iki mikrofonun yeri değiştirilmektedir. Büyük ve küçük olmak üzere iki adet tüp vardır. Aynı değiştirme işlemleri sırasıyla bu tüpler içinde yapılmaktadır. Bu iki tüpten eğriler elde edilir ki bu eğriler ses yutum katsayısı eğrileridir.

4.2.2.3 Charpy Darbe Dayanımı Testi

Darbe dayanımı testi TS EN ISO 180 standardına göre Zwick marka test cihazında gerçekleştirilmiştir. Bu testimizde daha önceden sıcak pres makinesinden çıkardığımız 7 adet numunemiz %100 polipropilen, 5 g/L NaOH (Sodyum Hidroksit), 10 g/L NaOH (Sodyum Hidroksit), 20 g/L NaOH (Sodyum Hidroksit), %100 asetik asit, %100 Formik asit ve yüzey işlemi görmemiş meyan kökü lifi takviyeli kompozitler darbe dayanımı testi için hazırlanmıştır. Numuneler aşağıda Şekil 25’ te gösterilmektedir.



Şekil: 25 Darbe dayanımı testi için kesilen numuneler.

Numunelerimizin boyutları standartlara uygun olarak boyu 8 cm ve eni 1 cm olacak şekilde her birinden 5'er adet numune kesilmiştir. Kesilen numunelerimiz sağ ve sol tarafından 0,9 cm olacak şekilde işaretlenmiştir. Bu işaretleme işlemi darbe dayanımı cihazında numunemizin her iki taraftan aynı uzunlukta tutulması içindir. Çatlak oluşumunu engellemek için kesilen numunelerimizin kenarları düzeltilmiştir.

Numunelerin kesilerek hazırlandığı makine Şekil 26'da gösterilmektedir.



Şekil 26: Darbe dayanımı testi için numunelerin kesildiği cihaz.

Charpy darbe dayanımında numuneler cihaza yatay olarak yerleştirilmiştir. Cihazda 15 joule'lük çekiç kullanılmıştır. 15 Joule'lük çekiç yukarıdan sarmal hareketle numuneye çarparak numunenin kırılma işlemi gerçekleştirilmektedir. Charpy darbe dayanımı test cihazı Şekil 27'de gösterilmektedir.



Şekil 27: Charpy darbe dayanımı test cihazı.

BÖLÜM 5

BULGULAR VE TARTIŞMA

5.1 Isı Geçirgenlik Testi Sonuçları

Tablo 9’da %100 polipropilen malzemenin, yüzey işlemi uygulanmamış ve yüzey işlemi uygulanmış meyan kökü lifi takviyeli polipropilen matrisli termoplastik kompozit malzemelerin ısı geçirgenlik test değerleri gösterilmektedir.

Tablo 9: Üretilen kompozit malzemelerin ısı geçirgenlik test sonuçları.

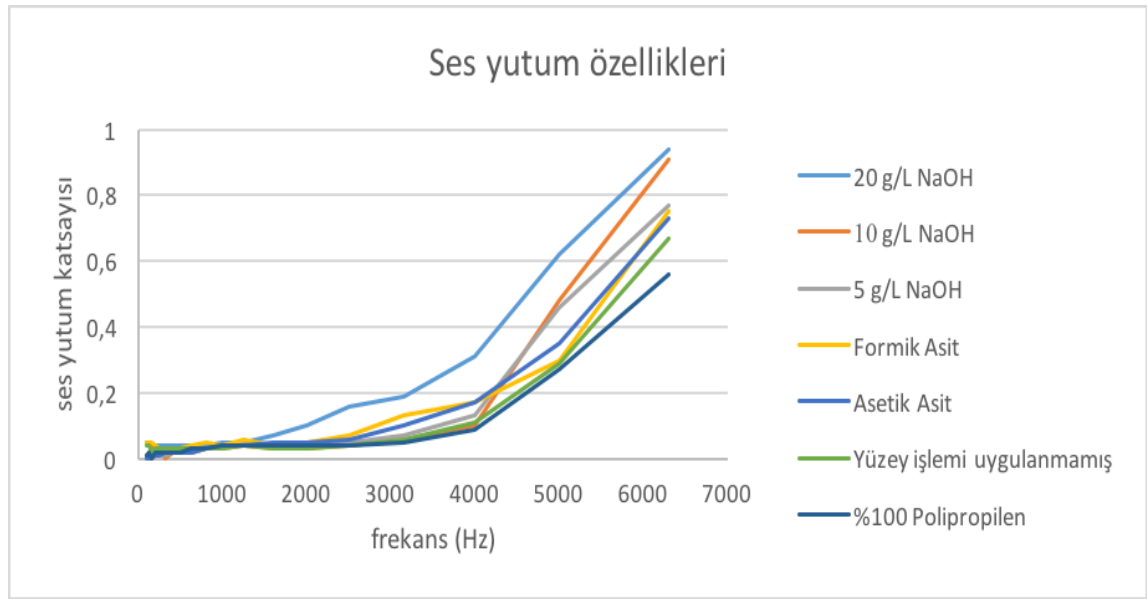
Meyan Kökü Lifi Takviyeli Polipropilen Matrisli Termoplastik Kompozitler	Isı Geçirgenlik Katsayısı(k) (W/m°C)
%100 Polipropilen	1.55
Yüzey işlemi uygulanmamış meyan kökü lifi	1.40
5 g/L NaOH (Sodyum Hidroksit)	1.39
10 g/L NaOH (Sodyum Hidroksit)	1.34
20 g/L NaOH (Sodyum Hidroksit)	1.28
Asetik Asit	1.35
Formik Asit	1.33

Yukarıda Tablo 9’da elde edilen değerlere göre ısı geçirgenlik katsayıları incelendiğinde; meyan kökü lifi takviyesiyle ve meyan kökü liflerine uygulanan yüzey işlemlerinin ardından tüm kompozit malzemelerin ısı geçirgenlik katsayılarının düştüğü yani ısı yalıtım özelliklerinin iyileştiği görülmektedir. 20 g/L NaOH (Sodyum Hidroksit) ile işlem gören meyan kökü lifi takviyeli kompozitin ısı yalıtım özelliğinin diğer kompozit malzemelerden daha iyi olduğu görülmektedir. Sodyum Hidroksit konsantrasyonu arttıkça kompozit malzemelerin ısı yalıtım özelliklerinin iyileştiği görülmektedir. Yüzey işlemi uygulanmamış referans numuneye göre 20 g/L sodyum hidroksitli kompozitte yaklaşık

olarak %9 oranında yalıtım özelliklerinin iyileştiği tespit edilmiştir. En düşük ısı yalıtım özelliği 5 g/L NaOH (Sodyum Hidroksit) ile yüzey işlemi uygulanmış meyan kökü lifi takviyeli kompozit malzemede elde edilmiştir.

5.2 Ses Yutum Testi Sonuçları

Meyan kökü lifi takviyeli polipropilen matrisli termoplastik kompozit malzemelerin ses yutum testi sonuçları Şekil 28' de verilmektedir.



Şekil 28. Kompozit malzemelerin ses yutum test sonuçları.

Meyan kökü lifi takviyeli polipropilen matrisli termoplastik kompozit malzemelerin Şekil 28'de gösterilen ses yutum testi sonuçları incelendiğinde; polipropilen matrise meyan kökü lifi takviyesiyle ve meyan kökü liflerine yüzey işlemi uygulanması ile kompozit malzemelerin ses yutum katsayılarının arttığı yani ses yalıtım özelliklerinin geliştiği görülmektedir. 20 g/L NaOH ile yüzey işlemi uygulanan meyan kökü lifi takviyeli kompozit malzeme en yüksek ses yutum katsayısına sahiptir. Uygulanan yüzey işlemlerinde sodyum hidroksit konsantrasyonu arttıkça ses yutum katsayısı değerinin arttığı görülmektedir. Formik asit ve asetik asit ile yüzey işlemi uygulanan meyan kökü lifi takviyeli kompozit malzemelerde diğerlerine göre daha düşük ses yutum katsayısı değerleri elde edilmiştir.

5.3 Charpy Darbe Dayanımı Test Sonuçları

Tablo 10’da kompozit malzemelerin charpy darbe dayanımı değerleri görülmektedir.

Tablo 10: Üretilen kompozit malzemelerin charpy darbe dayanım değerleri.

Meyan Kökü Lifi Takviyeli Termoplastik Esaslı Termoplastik Kompozitler	Charpy Darbe Dayanımı (kJ/m ²)
% 100 Polipropilen	5.5 ± 0.8
Yüzey işlemleri görmemiş meyan kökü lifi	6.2 ± 0.24
5 g/L NaOH	6.4 ± 0.77
10 g/L NaOH	7.1 ± 0.98
20 g/L NaOH	8.0 ± 1.98
Asetik asit	7.2 ± 0.42
Formik asit	7 ± 1.03

Charpy darbe dayanımı uygulanan meyan kökü lifi takviyeli polipropilen matrisli termoplastik kompozit malzemelerin Tablo 10’da verilen test sonuçları incelendiğinde: Polipropilen matrise meyan kökü lifi takviyesiyle ve meyan kökü liflerine yüzey işlemleri uygulanması ile kompozit malzemelerin darbe dayanım özelliklerinin iyileştiği görülmektedir. En yüksek darbe dayanım değerine sahip olan kompozit malzemenin 20 g/L NaOH ile yüzey işlemleri görmüş olan meyan kökü lifi takviyeli polipropilen matrisli termoplastik kompozit malzeme olduğu görülmektedir. 20 g/L’lik kompozitte yüzey işlemleri uygulanmamış meyan kökü lifi takviyeli kompozite göre yaklaşık olarak %23 oranında darbe dayanımının iyileştiği görülmektedir. 5 g/L NaOH ile yüzey işlemleri görmüş meyan kökü lifi takviyeli polipropilen matrisli termoplastik kompozit malzeme en düşük darbe dayanımı değerine sahiptir. Dolayısıyla uygulanan yüzey işlemlerinde sodyum hidroksit konsantrasyonunun artmasıyla meyan kökü lifi takviyeli kompozit malzemelerin darbe

dayanım değerlerinin arttığı görülmektedir. Aynı Şekilde asetik asit ve formik asit ile yüzey işlemi uygulanmış kompozit malzemelerin darbe dayanım değerlerinin yüzey işlemi görmemiş kompozitlerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada ilk olarak meyan kökü bitkisi, meyan kökü lifi ve özellikleri, kullanım alanları ve meyan kökü ile ilgili geçmişte yapılan çalışmalara değinilmiştir. İkinci olarak kompozit malzemelerin tarihçesi, kompozit malzemelerin özellikleri, kullanım alanları ve çalışmanın asıl konusunu oluşturan doğal lif takviyeli kompozitler ve onlarla ilgili geçmişte yapılan bazı çalışmalar anlatılmıştır. Deneysel çalışmada, meyan kökü liflerine 5 g/L NaOH, 10 g/L NaOH, 20 g/L NaOH, CH₃COOH ve CH₃O₂ ile yüzey işlemleri uygulanmıştır. Yüzey işlemi uygulanan meyan kökü liflerinin takviye malzemesi olarak kullanılmasıyla polipropilen matrisli termoplastik kompozitler üretilmiştir. Yapılan çalışmada, meyan kökü lifi takviyesinin ve meyan kökü liflerine uygulanan yüzey işlemlerinin termoplastik kompozit malzemelerin ısı geçirgenlik, ses yutum ve darbe dayanımı özelliklerine olan etkisi incelenmiştir.

Yapılan test ve analizler neticesinde elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir;

- Meyan kökü liflerine uygulanan yüzey işlemleri sonucunda başlangıçta 30 g olan meyan kökü liflerinde, en az ağırlık kaybına asetik asit ile işlem görmüş meyan kökü liflerinde rastlanmıştır. En fazla ağırlık kaybı ise 20 g/L NaOH ile işlem görmüş meyan kökü liflerinde görülmektedir. Bunları ise sırasıyla 10 g/L NaOH, formik asit ve 5 g/L NaOH ile yüzey işlemi görmüş meyan kökü liflerinin izlediği görülmektedir.
- Uygulanan yüzey işlemlerinden sonra üretilen kompozit malzemelerin ısı geçirgenlik testinde en yüksek ısı yalıtım değeri 20 g/L NaOH ile işlem görmüş meyan kökü lifi takviyeli termoplastik kompozitte elde edilmiştir. NaOH konsantrasyonu arttıkça ısı geçirgenlik katsayısının azaldığı dolayısıyla ısı yalıtım özelliklerinin iyileştiği görülmektedir. Asitlerle yapılan yüzey işlemlerinde ise formik asitle yüzey işlemi görmüş kompozit malzemenin ısı yalıtım özelliklerinin asetik asitle yüzey işlemi görmüş kompozit malzemeye göre daha iyi olduğu görülmektedir.
- Meyan kökü lifi takviyeli kompozit malzemelerin ses yutum özellikleri incelendiğinde: Polipropilen matrise meyan kökü lifi takviyesiyle ve meyan

kökü liflerine yüzey işlemleri uygulanması ile kompozit malzemelerin ses yutumu katsayılarının arttığı yani ses yalıtım özelliklerinin iyileştiği görülmektedir. 20 g/L NaOH ile yüzey işlemleri uygulanan meyan kökü lifli takviyeli kompozit malzeme en yüksek ses yutumu katsayısına sahiptir. Uygulanan yüzey işlemlerinde sodyum hidroksit konsantrasyonu arttıkça ses yutumu katsayısının arttığı görülmektedir. Formik asit ve asetik asit ile yüzey işlemleri uygulanan meyan kökü lifli takviyeli termoplastik kompozit malzemeler NaOH ile yüzey işlemleri uygulanmış meyan kökü lifli takviyeli kompozitlerden daha düşük fakat yüzey işlemleri uygulanmamış meyan kökü lifli takviyeli kompozitlerden daha yüksek ses yutumu katsayısına sahiptirler.

- Kompozit malzemelerin Charpy darbe dayanımı değerleri incelendiğinde: Meyan kökü lifli takviyesinin ve uygulanan tüm yüzey işlemlerinin kompozit malzemelerin Charpy darbe dayanımı değerlerini olumlu yönde etkilediği görülmektedir. En yüksek darbe dayanım değerine sahip olan kompozit malzeme 20 g/L NaOH ile yüzey işlemleri uygulanan meyan kökü lifli takviyeli kompozit malzemedir. Sodyum Hidroksit konsantrasyonunun artmasıyla meyan kökü lifli takviyeli kompozit malzemelerin Charpy darbe dayanım değerlerinin arttığı görülmektedir. En düşük darbe dayanımı ise 5 g/L NaOH ile yüzey işlemleri görmüş meyan kökü lifli takviyeli kompozit malzemede görülmektedir.

Sonuç olarak; meyan kökü lifli takviyesiyle ve meyan kökü liflerine yüzey işlemleri uygulanması ile meyan kökü lifli takviyeli termoplastik kompozit malzemelerin ısı geçirgenlik, ses yutumu ve Charpy darbe dayanım özelliklerinin iyileştiği görülmektedir. 20 g/L NaOH ile yüzey işlemleri uygulanmış olan meyan kökü lifli takviyeli kompozitlerde en iyi değerlere ulaşılmıştır.

Daha önceki çalışmalarda meyan kökünün kompozit malzemelerde takviye malzemesi olarak kullanımına rastlanmamaktadır. Bu çalışmanın meyan kökünün takviye malzemesi olarak kullanımı ile ilgili bundan sonra yapılacak çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir. Meyan kökünden elde edilen meyan kökü şerbetinin posası da kompozit malzeme üretiminde takviye malzemesi olarak değerlendirilebilir. Böylece bu yararlı doğal malzemenin atık olan kısmı da değerlendirilmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

- Acar, H. (2014). MDF Tozu ve Pirinç Sapı Atıklarının Termoplastik Kompozitlerin Üretiminde Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, s. 6-9, 13,68.
- Acartürk, R. (2001). *Şifalı bitkiler Flora ve Sağlığımız*, Orman Genel Müdürlüğü Mensupları Yardımlaşma Vakfı, Ankara, 60 s.
- Akan, H. ve Balos, M.M. (2008). Gap Bölgesinden Toplanan Meyan Kökü Taksonunun İhracaat Durumu, Etnobotanik Özellikleri ve Tıbbi Önemi. *Fırat üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, s. 234,239.
- Anon. (1986). *Büyük Larousse Sözlük ve Ansiklopedisi*, Milliyet Gazetecilik, Turkey, (16), 8091 s.
- Armanini, D., Bonanni, G., ve Palmermo, M., (1999). Reduction of serum testosterone in men by liquorice. *New England Journal of Medicine*, s. 341, 1158.
- Asımgil A., (1997). *Şifalı Bitkiler*, Timaş Yayınları, İstanbul, s. 207-209.
- Bakkal, M. ve Savaş, M. (2012). Cam Elyafı Güçlendirilmiş Doğal Elyaf Takviyeli Kompozitlerin Geliştirilmesi. *İstanbul Teknik Üniversitesi 3. Ulusal Tasarım İmalat ve Analiz Kongresi*, 29-30 Kasım 2012, Balıkesir.
- Baytop, T. (1999). *Türkiye’de Tıbbi Bitkilerle Tedavi, Geçmişte ve Bugün*, Nobel tıp Kitapevleri, İkinci Baskı, İstanbul, s. 124-125,269-297.
- Binici H. Sevinç A.H. Eken M. Demirhan C. (2015). Mısır Koçanı Katkılı Isı Yalıtım Malzemesi Üretimi, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29(2), s. 13-26.
- Bulut, Y. ve Erdoğan Ü.H. (2011). Selüloz esaslı doğal liflerin kompozit üretiminde takviye materyali olarak kullanımı, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 82: 28.
- Çınar, İ. (2012). Sıcaklığın Meyan Kökü (*Glycyrrhiza glabra* L) Ekstraksiyonuna Etkisi ve Ekstraksiyon Davranışının Modellenmesi Önerisi, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(2), s. 22.
- Doan, T.T.L., Gao, S.L. ve Mader, E., (2006). Jüte/Polypropylene Composites I. Effect of Matrix Modification, *Composites Science and Technology*, pp: (66), 952-963.
- Doan, T.T.L., Brodowsky, H. ve Mader, E., (2007). Jute Fibre/Polypropylene Composites II. Thermal, Hydrothermal and Dynamic Mechanical Behaviour, *Composites Science and Technology*, pp: (67), 2707- 2714.
- Doğan Y., Aksoy N., Bitiren M., ve Eraslan H., (2003). Meyan kökünün Böbrekler üzerindeki iyileştirici etkisi. *III. Lokman Hekim tıp tarihi ve folklorik tıp günleri bildiri özetleri*, Adana, s. 32.

- Ekrem, M. (2006). Cam Kumaş Takviyeli Termoplastik Kompozitlerin Mekanik Özellikleri ve Kırılma Davranışları. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü Konya, s. 14-15.
- Engin, K.E. (2007). Doğal liflerle desteklenmiş termoplastik malzemelerin ısıllı şekillendirme yöntemi ile üretilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Aralık-2007, Mersin, s. 3-6, 8-9, 20-21.
- Erkendirci, Ö.F. (2006). Tel takviyeli kompozitli termoplastik kompozitlerde kırılma davranışlarının incelenmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü s. 1, 9-10.
- Ersoy, Y.H (2001). *Kompozit Malzeme*, Literatür Yayınları, İstanbul, Ekim
- Gay, D., Hoa, S.V. and Tsai, S.W.(2003). *Composite Materials Design ve Applications*, CRC Press LLC.
- Gür, M. ve Turan, K. (2004). *Fiber-Matris Ara yüzeyinde Gerilme Analizi*. Doğu Anadolu Araştırmaları, s. 3(1), 25-32.
- Harmancıoğlu, M. ve Yazıcıoğlu, G., (1979). *Bitkisel Lifler*, Ege Üniversitesi Tekstil Fakültesi Yayınları, No:3, İzmir.
- Hekiman, B. (2010). *Glycyrrhiza glabra* I. Türünden hareketle sekrotolitik ve ekspektoran etkili bir preparat hazırlanması ve takdimi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi/Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, s. 1,2,5.
- Hiroyuki H., (1981). Protection of Mitochondrial functions against Oxidative Stresses by Isoflavan from *Glycyrrhiza glabra*; J Pharm. Pharmacol, s. 72: 219-225.
- Hiroyuki H., (2000). Protection Functions Against Oxidative Stresses by Isoflavan from *Glycyrrhiza glabra*; J.Pharm.Pharmacol, s. 52: 219-223.
- Jayaraman K., (2002). "Manufacturing Sisal–Polypropylene Composites With Minimum Fibre Degradation.", Polym. Testing 20: s. 368–369.
- Jones, M.R., (1998). *Mechanics of Composite Materials*, Virginia Polytechnic Institute, Virginia
- Jones, R. M. (1999). "Mechanics of Composite Materials." (2nd Edition), Taylor and Francis Inc., USA.
- Jones, M. J., (2003). "Mechanics of Composite Materials", Mc Graw-Hill Book Company, New York, s. 125-136.
- Karabulut, N. ve Aktaş, M. (2014). *Jüt Lifi Takviyeli Kompozitlerin Mekanik Özelliklerinin Yüzey Modifikasyon İşlemi ile İyileştirilmesi*. Uşak Üniversitesi, Mühendislik ve Makine 649 (58): 43-49.

- Karmarkar A. , S.S. Chauhan, Jayant M. Modak, and Chanda M. , (2006). “Mechanical properties of wood–fiber reinforced polypropylene composites: Effect of a novel compatibilizer with isocyanate functional group” *Wood Science* 23: s. 1-4.
- Kavlakoğlu, A.B. (2010). Biyo-Kökenli Doğal, Organik Elyaf Katkılı Termoplastik Kompozitlerin Hazırlanması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü İstanbul, s. 4-5.
- Koç, V., Sancar, İ. ve Taştan, M.A., (2015). Kayısı çekirdeği kabukları kullanılarak yalıtım amaçları kompozit malzeme üretilmesi, *Tarım makineleri Bilimi dergisi*, Haziran(2015), s. 11(4): 309.
- Malik, P.K. (1990). “Fiber Reinforced Composites: Manufacturing and Design”, Marcel Dekker, New York.
- Marsh, G. (2003). Next step for automotive materials, *Today*, p. 36, April.
- Mazumdar, S.K. (2002). *Composites Manufacturing, Materials, Product and Process Engineering*, CRC Press LLC, Florida.
- Mengeloğlu F., Karakuş K., Güleç T., ve Kaymakçı A., (2010). Mısır sapı unlarının dolgu maddesi olarak polimer kompozit üzerinde değerlendirilmesi. *III. Ulusal Karadeniz ormancılık kongresi*, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş s. 2013,2018.
- Mohanty, A.K., Misra, M. and Hinrichsen, G., (2000). Biofibres, Biodegradable Polymers and Biocomposites: An Overview, *Macromolecular Materials and Engineering*, s. 276,277,1-24.
- Müller, R., and Morris, R.J., (1977). Sucrose Combination. *Pintura, ND, sweeteners and Encancers Noyes Data Corporation USA*. s. 23-24.
- Nomura, T. ve Fukai, T., (1998). Phenolic constituents of licorice (*Glycyrrhiza* species). In: Herz, W., Kirby, G.W., Moore, R.E., Steglich, W., Tamm, C.H., Editors. *Progress in the chemistry of organic naturalproducts*, vol 73. Vienna: Springer, pp: 1-140.
- Oğuz, G. (1972). Türkiye'nin *Glycyrrhiza L.* türleri ile ilgili morfolojik ve taksonomik; bir araştırma. *Ege Üniv. Fen Fak. İlm. Rap. Ser.114*. Bornova-İzmir.
- Oğuz, G. (1987). *Meyan Kökü ve Önemi*. Fırat Üniversitesi, Basın Bülteni s. 2: (37): 3.
- Özgün, C. (2008). 19. Yüzyılın ikinci yarısında İzmir'in Aydın sancağı ile ticari ilişkileri, *2.ulusal iktisat kongresi, DEU İİBF İktisat bölümü*, İzmir, s. 8-9.
- Panthapulakkal, S., and Sain, M. (2006). Injection Molded Wheat Straw And Corn Stem Filled Polypropylene Composites. *Journal Of Polymers And The Environment*, s. 14: 265-272.

- P.J. Herrera-Franco, and A. Valadez-Gonzalez, (2005). "A study of the mechanical properties of short natural-fiber reinforced composites" Mexico.
- Riedel, U., and Nickel, J. (2004). Applications of Natural Fiber Composites for Constructive Parts in Aerospace, Automobiles, and Other Areas, Available from: [http:// www.wiley-vch.de](http://www.wiley-vch.de) 25.02.2015.
- Saçak, M., (2002). "Polimer Kimyası", Gazi Kitabevi, Ankara, s. 85-89, 221-224, 275-297, 393-397.
- Sağbaşı, A. ve Kahraman, F. (2009). Keten lifleri takviye edilmiş polyester esaslı kompozit malzemelerin mekanik özelliklerinin araştırılması, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık fakültesi Dergisi*, Haziran/Aralık(2009), s. 185-191.
- Saheb, D. N. and Jog, J. P., (1999). Natural fiber polymer composites: A review, *Advances in Polymer Technology*, s. 18(4): 351-363.
- Sezik, E. (1990). "Meyan Kökü Eski Bir İlaça Yeni Etkiler", *Bilim ve Teknik*, sayfa. 23(267):20 22.
- Şahin, Y. (2006). *Kompozit Malzemelere Giriş*, Seçkin Yayıncılık, Ankara, s. 27-133.
- Şahin, Y. (2000). *Kompozit Malzemelere Giriş*, Gazi Kitabevi, Ankara, s. 1-16, 37- 41, 65-68, 79-88
- Şerbetçi, H.(2007). Meyan Bitkisinin Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, s. 3, 23-27.
- Şimşek, Muhittin (1994). Elyaf Takviyeli Kompozitlerin Üretim Yöntemleri Mühendis ve Makine, Cilt 35, Sayı (414).
- Tanker N., Koyuncu M., ve Coşkun M. (1998). *Farmosötik Botanik*, Ankara Üniversitesi Eczacılık fakültesi yayınları, Ders kitapları, Ankara, No:78, s. 269-270.
- URL-1 (2015). <http://www.nkfu.com/meyan-bitkisi-hakkinda-bilgi/>, Meyan kökü bitkisi fotoğrafı, Ülkemizde bol miktarda yetiştirilen ve eczacılıkta da sıklıkla kullanılan meyan bitkisi ile ilgili bilgiler, 25 Aralık 2014.
- URL-2 (2009). <http://www.muhendislikokulu.com>, Kompozit Malzemelerin tarihçesi hakkında bilgiler, 31 Aralık 2014.
- URL-3 (2006). <http://web.deu.edu.tr/ansys/tezler/3.pdf>, Kompozit malzemelerin avantajları, Dokuz Eylül Üniversitesi, Makine Mühendisliği, 11 Aralık 2014.
- URL-4 (2015). http://kisi.deu.edu.tr/mehmet.zor/composite%20materials/2-Genel_bilgiler.pdf, Termoplastik malzemeler hakkında bilgiler, s.21, 1 Haziran 2016.

- URL-5 (2004). <http://www.turkadcamlar.net/rapor/kompozit-malzemeler/index.html>, Kompozit malzemelerin üretim yöntemleri hakkında bilgiler, İTÜ Endüstri ürünleri tasarımı bölümü, Enşici Ayhan, s.4, 15 Şubat 2015.
- URL-6 (2016). <http://tekstilteknik.blogspot.com.tr/p/kompozit-uretim-yontemleri.html>, Elle yatırma yöntemi hakkında bilgi, 9 Mayıs 2016.
- URL-7 (2004). <http://www.turkadcamlar.net/rapor/kompozit-malzemeler/index.html>, Kompozit malzemelerin üretim yöntemleri hakkında bilgiler, İTÜ Endüstri ürünleri tasarımı bölümü, Enşici Ayhan, s.3, 15 Şubat 2015.
- URL-8 (2015). www.muhandisiz.com, Elyaf takviyeli kompozitlerin üretim yöntemleri, Kompozit Malzemelerle ilgili bilgiler s. 11, 10 Şubat 2015.
- URL-9 (2004). <http://www.turkadcamlar.net/rapor/kompozit-malzemeler/index.html>, Kompozit malzemelerin üretim yöntemleri hakkında bilgiler, İTÜ Endüstri ürünleri tasarımı bölümü, Enşici Ayhan, s.5, 15 Şubat 2015.
- URL-10 (2007). http://www.obitet.gazi.edu.tr/obitet/malzeme_bilgisi/, Kompozit malzemelerin kullanım alanları, hakkında bilgi, [%20 malzemeler.pdf](#), Kompozit malzemeler, 25 Ocak 2015.
- URL-11 (2006). http://www.hho.edu.tr/huten/2003_2004%20SEMINER%20INTERNET/UGUR%20ER/UGUR%20ER%5BWORD%5D.pdf, Havacılık sanayinde kullanılan plastik matrisli kompozit malzemeler, Kompozit malzemelerin kullanım alanları, 9 Mayıs 2015.
- URL-12 (2014). <http://tekstilkutuphane.blogspot.com.tr/2014/12/tabii-lif-takviyeli-polimerik-kompozit.html>, Doğal lifler hakkında bilgiler, Erciyes üniversitesi, 2 Mart 2015.
- URL-13 (2009). <http://www.muhandislikokulu.com>, Kompozit Malzemelerin tarihçesi hakkında bilgiler, 31 Aralık 2014.
- URL-14 (2015). http://kisi.deu.edu.tr/mehmet.zor/composite%20materials/2-Genel_bilgiler.pdf, Termoplastik malzemeler hakkında bilgiler, s. 73-75, 75-84, 110-114, 1 Haziran 2016.
- URL-15 (2007). <http://www.turkadcamlar.net/rapor/vakum-kaliplama/index.html>, Sıcak biçimlendirme yöntemi hakkında bilgiler, 29 Aralık 2016.
- Wibowo, A.C., Mohanty, A. K., Misra M., and Drzal, L.T., (2004). Chopped Industrial Hemp Fiber Reinforced Cellulosic Plastic Biocomposites: Thermomechanical and Morphological Properties, Industrial Engineering Chemistry Research, Sayfa bilgileri: 43(16), 4883-4888.
- Yıldızhan, H., (2008). Polimer Matrisli Kompozitlerin Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Anabilim Dalı.

Zheng, H.Z., Guo, L.G., In: Yin, J., and Guo, L.G., (1993). editors. Zhong Yao Xian Dai Yan Jiu Yu Lin Chuang YingY ong. (Advanced studies of Chinese crude drugs and their clinical applications). Beijing: Xue Yuan, pp. 196-212.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Orkun Güneşkaya
Doğum yeri ve tarihi : Aydın 27/03/1988

Eğitim Durumu

Lise Öğrenimi : Söke Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ve Endüstri
Meslek Lisesi
Bilgisayar Yazılım
Önlisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi
Tekstil
Lisans Öğrenimi : Marmara Üniversitesi
Tekstil Öğretmenliği
Yüksek lisans Öğrenim : Bartın Üniversitesi
Tekstil Mühendisliği
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce
Aldığı Ödüller : Adnan Menderes Üniversitesi'nde Bölüm İkinciliği

İş Deneyimi

Çalıştığı yerler : DVS TEKSTİL (Halen çalışmakta)
Stajlar : SÖKTAŞ Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş (SÖKE)
ITKIB ITA Eğitim ve Araştırma Danışmanlık
Merkezi
Zeytinburnu Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi
İHKİB Kâğıthane Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi
Tezler : Marmara Üniversitesi (Lisans)
Biyomalzemeler
Seminer : Bartın Üniversitesi
Doğal lif Takviyeli Kompozit Malzemeler ve
Kullanım Alanları.

Yayınlar : Güneşkaya, O. (2017). “Meyan kökü lifi takviyeli polipropilen esaslı termoplastik kompozitler ve ısı geçirgenlik özelliklerinin incelenmesi”, UTİB 2. Uluslararası lif ve polimer araştırmaları sempozyumu, 27-28 Nisan 2017, Bursa,

Sertifika Bilgileri : Tekstil Sanayinde Renk ve Renk Ölçümü,
ITKIB İTA Eğitim Araştırma ve Danışmanlık.
ISO 9001: 2008 Kalite Yönetim Sistemi,
Euronorm Danışmanlık ve Eğitim Hizmetleri.

İletişim

E-Posta adresi : orkunguneskaya@gmail.com

Tarih : 07/07/2017