



T.C.

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TİTANYUM DİOKSİTİN POLİVİNİL ALKOL (PVA)
ESASLI BİYOBOZUNUR KOMPOZİT FİLMLEİN
UV-YAŞLANMA ÜZERİNE ETKİSİ**

CANSU ÖZDER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2016

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TİTANYUM DİOKSİTİN POLİVİNİL ALKOL
(PVA) ESASLI BİYOBOZUNUR KOMPOZİT
FİLMLEİN UV-YAŞLANMA ÜZERİNE ETKİSİ**

CANSU ÖZDER

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

KAHRAMANMARAŞ 2016

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Cansu ÖZDER tarafından hazırlanan “titanyum dioksitin polivinil alkol (PVA) esaslı biyobozunur kompozit filmlerin UV-yaşlanma üzerine etkisi” adlı bu tez, jürimiz tarafından 20/01/2016 tarihinde oy birliği ile Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Fatih MENGELOĞLU (DANIŞMAN)

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı - KSÜ

Yrd. Doç. Dr. Kadir KARAKUŞ - (ÜYE)

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı - KSÜ

Prof. Dr. Turgay ÖZDEMİR - (ÜYE)

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı - KTÜ

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Mustafa ŞEKKELİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

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

Cansu ÖZDER

Bu çalışma KSÜ BİLİMSEL ARAŞTIRMALARI PROJELERİ KOORDİNASYON BİRİMİ tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 2015/1-36YLS

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

**TİTANYUM DİOKSİTİN POLİVİNİL ALKOL (PVA) ESASLI BİYOBOZUNUR
KOMPOZİT FİLMLEİN UV-YAŞLANMA ÜZERİNE ETKİSİ**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

CANSU ÖZDER

ÖZET

Biyoozünür polimerler teknolojik gelişimin çeşitli alanlarında çok büyük önem teşkil etmektedirler. Birçok bilim insanı bu konuda çeşitli araştırmalar yapmaktadır. Bu tez çalışmasında polivinil alkol (PVA), takviye elemanı olarak yer fıstığı kabuğu unu (YFK) ve orman budama atığı unu (O), katkı maddesi olarak ise titanyum dioksit (TiO_2) kullanılarak biyobozunur kompozit filmler dökme yöntemiyle (Casting method) üretilmiştir. Çalışma esnasında üretilen kompozit filmlerin bazı mekanik (çekme direnci, çekmede elastikiyet modülü ve kopmada uzama), morfolojik özellikleri ve UV ortamda etkisi belirlenmiştir. Takviye elemanı tipi ve miktarının, katkı maddesi miktarının üretilen kompozit filmlerin özellikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Yapılan testler sonucunda, yer fıstığı kabuğu ve orman budama atığı ununun PVA matrisine %30 eklenmesiyle çekme direncinin azaldığı tespit edilmiştir. Çekmede elastikiyet modülü değerlerinin hem yer fıstığı kabuğu unu hem de orman budama atığı unu oranındaki artışla iyileştiği ve kopmada uzama değerlerinin ise azaldığı bulunmuştur. PVA, 50 ve 100 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra çekme direncinde artma olduğu ve çekmede elastikiyet modülünde 50 saat sonra UV ortamında azalma, 100 saat sonra UV ortamında ise artma tespit edilmiştir. PVA'nın kopmada uzama değerlerinde 50 ve 100 saatlik UV testi yapılmasından sonra artma olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Polivinil alkol(PVA), yer fıstığı kabuğu unu, orman budama atığı unu, biyobozunur kompozit, kompozit film, mekanik özellikler, UV

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ocak/ 2016

Danışman : Prof. Dr. Fatih MENGELOĞLU

Sayfa sayısı : 52

**THE EFFECT OF TITANYUM DİOKSİT ON UV-AGING POLYVINYL
ALCOHOL (PVA) BIODEGRADABLE COMPOZITE FILMS BASED**

(M.Sc. THESIS)

CANSU ÖZDER

ABSTRACT

Biodegradable polymers have importance in a variety of utilization of technological development. Several scientists perform research studies on this research regarding this. In this study, biodegradable composite films were produced successfully by casting method using PVA as a matrix and peanut shell flour and forest pruning waste flour as a filler and TiO₂ as a additive. During this study, some mechanical (tensile strength, tensile modulus and elongation at break), morphological and properties were determined and the effect of filler type and concentration on the mechanical properties and UV were investigated. Both filler type and concentration investigated effect on tensile strength. As a result, tensile strength of produced films were reduced with the addition of 30% peanut shell flour and forest pruning waste in PVA matrix. In addition, with the increase of peanut shell flour and forest pruning waste concentration tensile modulus were increased while elongation at break values were reduced. PVA after 50 and 100 hours exposure to UV test was determined that an increase in tensile strength. After 50 UV hours the tensile of modulus of decrease and UV 100 hours was found to be rising tensile of modulus. PVA after 50 and 100 UV was observed to be increasing elongation at break.

Key Words : Polyvinyl alcohol(PVA), peanut shell flour, forest pruning waste flour, biodegradable composite, composite film, mechanical properties, UV

Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Institute for Graduate Studies in Science and Technology
Department of Forest Industry Engineering, January / 2016

Supervisor : Prof. Dr. Fatih MENGELOĞLU
Page number : 52

TEŞEKKÜR

“Titanyum dioksitin polivinil alkol (PVA) esaslı biyobozunur kompozit filmlerin UV-yaşlanma üzerine etkisi” başlıklı bu tez çalışması Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği bölümünde yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Tezimin hazırlanmasında her türlü bilgi ve tecrübesinden faydalandığım eksik yönlerimizin giderilmesi konusunda üzerimde çok emeği olan danışmanım sayın Prof. Dr. Fatih MENGELOĞLU’na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimle ilgili çalışmalarda akademik bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Kadir KARAKUŞ’a ve tez jürimde bulunan Prof. Dr. Turgay ÖZDEMİR’e teşekkür ederim.

Laboratuar çalışmalarım sırasında bilgi ve yardımlarını esirgemeyen Arş.Gör. İbrahim Halil BAŞBOĞA’ya, Arş.Gör. İlkay ATAR’a, Arş.Gör. Eyüp KARAOĞUL’a, Uzman Turan ERDOĞAN’a teşekkür ederim. Ayrıca laboratuar arkadaşlarım Emine Şule YALDIZCI’ya, Büşra AVCI’ya, Merve ARAS ERDOĞAN’a ve Fatma BOZKURT’a teşekkür ederim.

Son olarak, hayatım boyunca her türlü maddi ve manevi desteğini bir an olsun eksik etmeyen anne ve babama, sevgileriyle her zaman yanımda olan ablalarım Canan BAĞIŞ’a, Özcan BAĞIŞ’a, sevgili kardeşim Abdulkadir BAĞIŞ’a ve her zaman arkamda var olduğunu bildiğim eşim Mehmet Emre ÖZDER’e tüm kalbimle teşekkür ederim.

Cansu ÖZDER

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1 GİRİŞ	1
1.1 Polimerler	2
1.2 Biyobozunur Polimerler	2
1.2.1 Polilaktik asit (PLA)	3
1.2.2 Polikaprolakton (PCL)	4
1.2.3 Polihidroksialkanatlar (PHA)	4
1.3 Biyobozunur Polimer Kompozit Üretiminde Kullanılacak Malzemelerin Tanıtılması	5
1.3.1 Polivinil alkol (PVA)	5
1.3.2 Yer Fıstığı	6
1.3.3 Kızılçam	9
1.3.4 Titanyum dioksit (TiO ₂)	11
1.3.5 UV Yaşlandırma	13
2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	16
3 MATERYAL VE METOD	20
3.1 Materyal	20
3.2 Metod	20
3.2.1 Hammadde hazırlanması	20
3.2.2 Lignoselülozik takviye elemanlarının hazırlanması	21
3.2.3 PVA Kompozit filmlerin üretimi	22
3.2.4 Kompozitlerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi	25

3.2.5 UV Ortamda Bekletme	30
4 BULGULAR VE TARTIŞMA	32
4.1 Çekme Direnci.....	32
4.2 UV Sonrası Çekme Direnci Özelliklerinin Belirlenmesi.....	36
4.3 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM).....	40
4.4 Yer Fıstığı Kabuğunun Kimyasal Analizi	41
5 SONUÇ VE ÖNERİLER.....	43
KAYNAKÇA	46
ÖZGEÇMİŞ.....	52

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Polivinil alkolün kimyasal yapısı.....	5
Şekil 1.2 Hidroliz derecesi–çözünürlük arasındaki ilişki	6
Şekil 1.3 TiO ₂ 'ye ait a) Rutil ve b) Anataz kristal yapıları	11
Şekil 3.1 a)Polivinil Alkol (PVA), b)Titanyum dioksit (TiO ₂).....	20
Şekil 3.2 Yongalanmış kızılçam orman budama atığı.....	21
Şekil 3.3 Öğütme ve elemelerde kullanılan makineler a)Öğütme Makinesi b)Sarsak Elek	22
Şekil 3.4 Öğütülmüş takviye malzemeleri a)Kızılçam orman budama atığı unu, b)Yer fıstığı kabuğu unu	22
Şekil 3.5 Isıtma Düzenekli IKA LR-2ST Reaktörü a) PVA-Kompozit Film için, b) PVA Film için Karışım Hazırlanması	23
Şekil 3.6 a)Seramik Kalıp, b) Saf PVA Film Örneği	24
Şekil 3.7 a)PVA/TiO ₂ Kompozit Film Örneği, b)PVA/YFK Kompozit Film Örneği.....	24
Şekil 3.8 a)PVA/O.Budama Kompozit Film Örneği, b) PVA/YKF + TiO ₂ Kompozit Film Örneği	24
Şekil 3.9 a)Devotrans örnek kesme presisi b) PVA, PVA/YFK+TiO ₂ , PVA/O.Budama Kompozit Film Örnekleri.....	25
Şekil 3.10 Saf PVA Film Testi a) Kopma Öncesi ve b) Kopma Sonrası.....	25
Şekil 3.11 Saf PVA/YFK Kompozit Film Testi a) Kopma Öncesi ve b) Kopma Sonrası ..	26
Şekil 3.12 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Cihazı	26
Şekil 3.13 Yer fıstığı kabuğunun kimyasal analizi a) Tolüen-Aseton-Etanol çözünürlüğü, b) Holoselüloz tayini, c) α-selüloz tayini, d) Lignin tayini, e) Kül tayini	28
Şekil 3.14 UV Test Cihazı	31
Şekil 4.1 Çekme Direnci Değerlerine Ait Grafik a) Yer Fıstığı Kabuğu Dolgulu b) Orman Budama Atığı	33

Şekil 4.2 Çekmede Elastikiyet Modülü Değerlerine Ait Grafik, a) Yer Fıstığı Kabuğu Dolgulu, b) Orman Budama Atığı	35
Şekil 4.3 Kopmada Uzama Değerlerine Ait Grafik, a) Yer Fıstığı Kabuğu Dolgulu, b) Orman Budama Atığı.....	36
Şekil 4.4 UV Etkisine Maruz Bırakılan Örneklerin Çekme Direnci Değerleri.....	38
Şekil 4.5 UV Etkisine Maruz Bırakılan Örneklerin Çekmede Elastikiyet Modülü Değerleri	39
Şekil 4.6 UV Etkisine Maruz Bırakılan Örneklerin Kopmada Uzama Değerleri	39
Şekil 4.7 Üretilen PVA, PVA/TiO ₂ , PVA/O, PVA/O+TiO ₂ , PVA/YFK, PVA/YFK+TiO ₂ kompozit filmlerin taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Türkiye Yıllar İtibariyle Yer Fıstığı Ekim, Üretim ve Verim Miktarları.....	9
Çizelge 1.2 TiO ₂ Yapı Parametreleri.....	12
Çizelge 3.1 Satın alınan PVA ‘nın özellikleri (BİRPA BİRLİK Paz).....	21
Çizelge 3.2 PVA/YFK, PVA/O, PVA/YFK+TiO ₂ , PVA/O+TiO ₂ Film Üretim Reçetesi...23	
Çizelge 4.1 Üretilen PVA/O, PVA/YFK Esaslı Biyobozunur Filmlerin Çekme Direnci Özellikleri	32
Çizelge 4.2 Üretilen PVA/O Esaslı Biyobozunur Filmlerin UV 50 Saat Sonrası Çekme Direnci Özellikleri.....	37
Çizelge 4.3 Üretilen PVA/O Esaslı Biyobozunur Filmlerin UV 100 Saat Sonrası Çekme Direnci Özellikleri.....	37
Çizelge 4.4 Yer fıstığı kabuğunun kimyasal içeriği	42

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

PVA	: Polivinil alkol
PLA	: Polilaktik asit
PCL	: Polikaprolakton
PHA	: Polihidroksialkanat
SEM	: Taramalı elektron mikroskobu
MPa	: Megapascal
mm	: Milimetre
μ	: Mikron
g	: Gram
YFK	: Yer fıstığı kabuğu unu
O	: Kızılçam orman budama atığı unu
wt	: Ağırlık
dk	: Dakika
Mn	: Molekül sayısı
Mw	: Kütlece molekül
nm	: Nanometre
UV	: Ultraviyole
TiO₂	: Titanyum dioksit

1 GİRİŞ

Plastikler; ekonomiklikleri uygulama kolaylıkları ve özelliklerinin her geçen gün geliştirilmeleri nedeniyle kullanım alanlarını ve miktarlarını giderek arttırmaktadırlar. Plastik ürünler, kanıtlanmış pek çok dezavantajlarına rağmen; kolay şekil alma, nakliyede rahatlık ve ucuzluk gibi nedenlerden dolayı tercih edilen malzemeler olmuşlardır (Yılmaz ve Beyatlı, 2003).

Polistiren, polipropilen, polietilen gibi günlük yaşantımızda her alanda yaygın olarak kullanılan bu plastikler her yıl 250 milyon tondan fazla üretilmekte ve özellikle bu miktarın yaklaşık olarak üçte biri ambalaj malzemesi olarak kullanımından dolayı hemen atık olarak doğaya geriye dönmekte ve parçalanıp toprağa karışmaları yılları almaktadır. Özellikle plastik poşetlerin çöp alanlarından veya bilinçsizce bırakıldığı çevreden rüzgarla uçuşarak veya akarsuyla sürüklenmesinden dolayı ortaya görüntü kirliliği çıkmaktadır. Bu nedenle plastiklerin bozunma sürelerinin yüksek olması ve bunlardan doğan çevre kirliliği günümüzün en önemli sorunlardan biri haline gelmiştir.

Çevre kirliliği problemine karşı birçok çözüm yolu bulunmaktadır. Bunlar; yakarak yok etme, geri dönüşüm uygulama ya da biyolojik olarak parçalanabilen plastikleri üretip kullanmaktır. Yakarak yok etme ve geri dönüşüm uygulama hem yüksek maliyetli hem de riskli yöntemlerdir. Çevre kirliliğine yol açan ve biyobozunur olmayan bu plastiklerin yerine doğada çürüyen ve doğadan tekrar tekrar üretilebilen (yenilenebilir) biyobozunur plastıklere ihtiyaç duyulmaktadır. Hatta, Amerika ve Avrupa Birliği gibi gelişmiş ülkelerde toprakta çürüeyebilen (biyobozunur) ambalaj malzemelerinin üretimi ve kullanımı zorunluluk halini almaya başlamıştır (Hazer, 2001).

Bu nedenle doğada bozunabilen plastiklerle ilgili çalışmalar artmaktadır. Bu çalışmada sentetik bir plastik olan polivinil alkol (PVA)'nın farklı lignoselülozik esaslı dolgu maddeleriyle birlikte kompozit film üretiminde değerlendirilmesi araştırılmıştır.

Tezin bu kısmında öncelikle polimerler, biyobozunur polimerler ve polimer kompozitler hakkında bilgi verilmiştir.

1.1 Polimerler

Polimer; adından da anlaşılacağı gibi “mer” adı verilen birimlerin kimyasal bağlarla oluşturduğu uzun zincirli, başka bir deyişle yüksek molekül ağırlıklı bileşiklerdir. “poli” Latince çok sayıda anlamına gelen bir sözcük olup, “mer” sözcüğü ile birleştirilerek bu yüksek molekül ağırlıklı yapıların adlandırılmasında kullanılır (Pişkin ve Hoffman, 1986).

Polimerler; ucuz, hafif, mekanik özellikleri çoğu zaman yeterli, şekillendirilmesi kolay, değişik amaçlarla kullanıma uygun, kimyasal açıdan inert ve korozyona uğramayan maddelerdir. Nişasta ve selüloz gibi doğal veya polietilen, polivinilklorür ve polietilentereftalat gibi sentetik olabildikleri gibi kendilerini oluşturan zincirlerin yapısına göre; düz zincirli, dallanmış ve çapraz bağlı olabilirler (Saçak, 2004).

Polimerlerin önemli uygulamalarından biri biyomalzeme olarak kullanımlarıdır.

1.2 Biyobozunur Polimerler

Biyobozunurluk, polimerlerin mikroorganizmaların enzimatik mekanizmaları yardımıyla karbondioksit, metan, su ve inorganik bileşiklere dönüştürülmesidir. (Ceylan, 2014). Biyobozunur polimerler doğal ve sentetik olmak üzere iki çeşittir.

Doğal biyobozunur polimerler doğal malzeme bazlı polimerler olup;

-polisakkaritler/nişasta

-alginat

-kitin/kitosan veya proteinler (soya, fibrin, ipek) ve

-güçlendirici/destekleyici olarak kullanılan doğal fibriller olmak üzere sıralanabilir.

Sentetik biyobozunur polimerler ise, kontrollü şartlarda üretilen ve bu nedenle genel olarak sergileyebileceği davranışlar tahmin edilebilen; bozunma hızı, gerilme dayanımı, elastik modül ve bunlar gibi fiziksel ve mekanik özellikleri tekrarlanabilen malzemelerdir. Doğal olarak parçalanabilen biyopolimerlerdir (Ruban, 2009). Biyopolimerler biyolojik olarak parçalanabilen polimerlerdir. Bu tür polimerler toprakta bulunan bakterilerce hızla tüketilerek basit kimyasal maddelere dönüştürülürler.

Günümüzde sentetik polimerler pek çok üründe kullanılan metallerin, camların, seramiklerin ve ahşabın yerini almıştır. Basit, günlük evle ilgili materyallerde kullanımından, bilgisayarlar, uzay gemileri, vb gibi üretimlerinde ileri teknolojik mühendislikten yararlanılan ürünlerin eldesine kadar geniş bir yelpazede kullanımları bulunmaktadır. Mevcut durumda, birçok polimerik ambalaj/örtü materyallerinin üretimi yenilenebilir olmayan fosil kaynaklar bazlıdır. Bu kaynaklar pahalı ve biyobozunur olmamaları gibi dezavantajları beraberinde getirmektedir. Bu yüzden yenilebilir kaynaklı plastik materyallere ihtiyaç duyulmaktadır.

Tek kullanımlık plastik ürünlerin etkileri çevresel problemleri önemli ölçüde arttırmıştır. Örneğin; ürünlerin satışından sonra kullanım sonrası açığa çıkan ambalaj malzemelerinin çok kısa sürede atık konumuna geçmesi bu problemlerin asıl sebeplerindendir. Son zamanlarda, toplumun çevresel bakımdan artan duyarlılığı sayesinde, katı atık problemlerini azaltmak için yararlanılan çözümlerden bir tanesi de PLA, PVA gibi biyobozunur polimer kullanımına yönelmesidir (Kouroush, 2015).

1.2.1 Polilaktik asit (PLA)

Polilaktik asit (PLA) genellikle α -hidroksi asitlerden elde edilen alifatik poliesterler ailesine aittir. PLA, endüstriyel ambalaj veya biyo-uyumlu/biyo-absorblanan yenilenebilir kaynaklardan elde edilen yüksek dayanıma ve modüle sahip olan termoplastik bir polimerdir. Kalıplanmış parçalar, film veya fiber üretmek için kolayca işlenebilir (Garlotta, 2001).

PLA ester bağlarının hidrolizi ile kolayca bozunabilir ve bu bozunma esnasında hidroliz olayını katalizleyen herhangi bir enzime ihtiyaç yoktur. Bozunma hızı bozunan parçanın boyutuna, şekline ve hidroliz sıcaklığına bağlıdır (Hartmann, 1998).

Polilaktik asit homopolimerlerinin camsı geçiş sıcaklığı (T_g) ve erime sıcaklığı (T_m) sırasıyla yaklaşık olarak 55°C ve 175°C 'dir. PLA'nın işleme sıcaklığı $185\text{-}190^\circ\text{C}$ aralığındadır (Spinu ve ark., 1996).

Yüksek molekül ağırlıklı polilaktik asit renksiz, parlak olmasından dolayı polistirene benzer özellikler taşımaktadır. Tek kullanımlık ambalaj uygulamalarının pek çoğu için yeterli raf ömrü olan, uygun bir şekilde imha edildiğinde doğal ve zararsız ürünlere hidroliz olabilen biyobozunur bir polimerdir.

1.2.2 Polikaprolakton (PCL)

Polikaprolakton (PCL), 1930'ların başında Carothers Group tarafından sentezlenen sentetik bir polimerdir fakat mikroorganizmalar tarafından bozunduğu için biyopolimer olarak değerlendirilir. Yüksek biyoyumluluğa sahip olması medikal uygulamalarda kullanılmasına olanak sağlar. Bunun yanında kolay şekil alabilmesi ve farklı gözenek boyutlarında olabilmesi gibi çeşitliliği arttırıcı özelliklere sahip olması avantajları arasındadır.

PCL, enzimatik ve mikrobiyal olarak bozunabilen bir polimerdir. Biyobozunumunun uzun ve yavaş süreçte gerçekleşmesi ve tek başına ya da diğer polimerlerle birlikte kullanılması birçok alanda kullanılmasına olanak sağlar. Ayrıca yüksek biyoyumluluğa sahip olması biyolojik amaçlı kullanım alanlarının genişlemesine sebep olmuştur (Woodruff ve Hutmacher, 2010).

PCL ϵ -kaprolakton halkalı monomerlerinin halka açma polimerizasyonu ile sentezlenir. Molekül formülü $C_{6n}H_{10n}O_{2n}$ 'dir. Camsı geçiş sıcaklığı (Tg) $-60^{\circ}C$, erime noktası $59^{\circ}C$ ile $64^{\circ}C$ arasındadır. Kristal yapısı ve düşük erime sıcaklığı kolay şekil alabilmesine imkan sağlar. Molekül ağırlığı 3000 g/mol ile 100000 g/mol arasında değişmektedir. Molekül ağırlığı ile kristal yapı arasında ters orantı vardır (Chasin ve Langer, 1990).

1.2.3 Polihidroksialkanatlar (PHA)

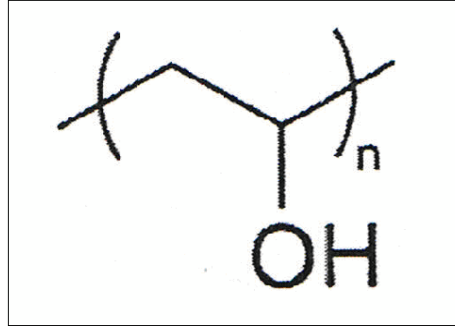
Biyoplastiklerin poliester yapısına sahip polimerleri olan PHA, konvansiyonel plastik potansiyeline sahip mikrobiyal olarak üretilen, doğada tamamen (%100) parçalanabilen bir polimer sınıfıdır (Findlay ve White, 1983; Lafferty ve ark., 1988). PHA'ların bakterilerde, insandaki yağ veya bitkilerdeki nişasta gibi rol oynadığı bilinmektedir (Pool, 1989).

PHA, doğrusal, kısa zincirli β -hidroksi yağ asiti monomerleri içeren, zarla çevrili hücre içi depo materyali olup, tekrarlanan hidrofobik birimlerden meydana gelmiş uzun bir polimerdir. Bunlar içinde yer alan Polihidroksibutirat (PHB) ve poli- β - hidroksivalerat (PHV), PHA'nın en yaygın formlarıdır (Satoh ve ark., 1992).

1.3 Biyobozunur Polimer Kompozit Üretiminde Kullanılacak Malzemelerin Tanıtılması

1.3.1 Polivinil alkol (PVA)

PVA, dünyada en fazla üretilen sentetik ve suda çözünebilen polimerdir. PVA zehirli değildir ve yapıştırıcılarda, filmlerde ve elastomerlerde kullanılırlar. PVA tekrarlanan vinil alkol biriminden oluşan bir polimerdir ve molekül ağırlığı 25000'den 300000'e kadar değişebilir. Polivinil alkol (PVA), vinil asetatın, polivinil asetata (PVAc) polimerizasyonu ve sonra da PVAc'nin hidrolizi sonucunda üretilir. Polivinil alkolün kimyasal yapısı Şekil 1.1'de verilmiştir.

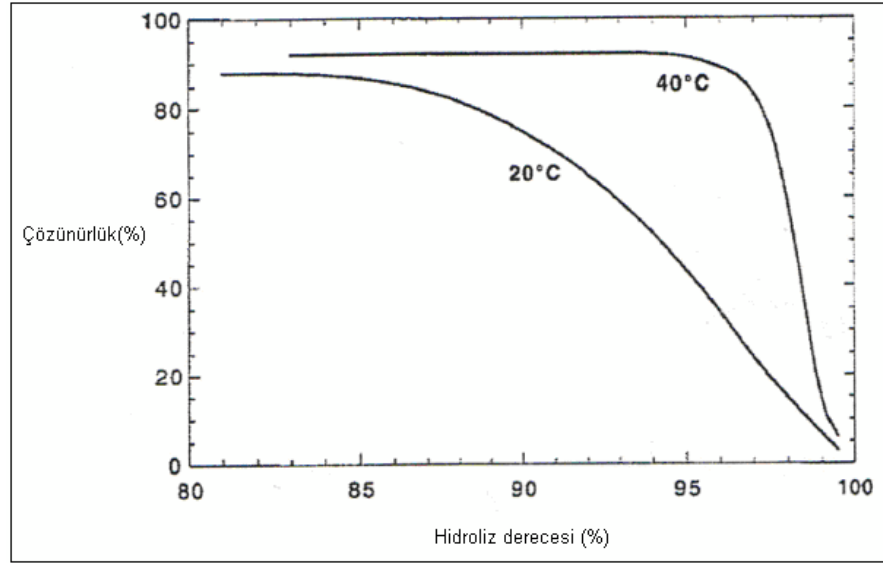


Şekil 1.1 Polivinil alkolün kimyasal yapısı

PVA, hafif kokulu, beyaz granüler haldedir. Özgül ağırlığı 1,19-1,31 g/dm³ arasındadır. Sulu çözeltisi nötral veya hafif asidik karakterdedir. Erime noktası 200°C'dir. Camsı geçiş sıcaklığı 85°C'dir. Mükemmel mekanik özelliklere sahiptir. Hidrofilik oluşu, kimyasal kararlılığı ve mükemmel film olabilme özelliklerinden dolayı membran yapımında kullanılabilir.

Ticari PVA yüksek hidroliz derecesiyle (%98'in üzerinde) elde edilebilmektedir. Hidroliz derecesi ve polimerizasyon PVA'nın çözünürlüğü üzerinde etkilidir.

Şekil 1.2 'de $M_A=77000$ PVA örneğinin 20°C ve 40°C'de hidroliz derecesine bağlı olarak çözünürlüğünü gösteren grafik verilmiştir (Hassan ve Peppas, 1999).



Şekil 1.2 Hidroliz derecesi–çözünürlük arasındaki ilişki

Molekül ağırlığı dağılımı PVA'nın kristalize olma, yapışma, mekanik dayanımını etkileyen önemli karakteristik bir özelliğidir.

Polivinil alkolün başlıca kullanım alanı suda çözüldüğü için emülsiyon ve süspansiyon polimerizasyonunda vizkozlaştırıcı olarak kullanılır. PVA'nın temel uygulama alanları kağıt, tekstil tutkallama, oksijen dirençli filmler, yapıştırıcılar, gıda ambalajı, buharlaştırma ve tuz arıtım membranları olarak kullanılmasıdır (Finch, 1992).

PVA'nın biyobozunurluğunu geliştirmek, işlenebilirliğini kolaylaştırmak ve maliyetini azaltmak için PVA'nın polar yapısı nedeniyle selüloz gibi doğal materyaller kullanarak kompozitler üretilmektedir (Taghizadeh ve Sabouri, 2013).

Yaptığımız bu çalışma da PVA, yer fıstığı kabuğu, orman budama atığı ve TiO₂ kullanılarak PVA esaslı kompozit filmler üretilmiştir.

1.3.2 Yer Fıstığı

Yer fıstığı bitkisi; Rosales takımından Leguminoseae familyasından, Arachis cinsinden, Arachis hypogaea L. türünden, 2n=40 kromozoma sahip bir bitki olup meyvelerini toprak altında meydana getirmesiyle diğer baklagillerden ayrılır. Yer fıstığı baklagil ve bir çapa bitkisi olması nedeniyle tarla tarımında önemli bir yere sahiptir. Orjini Güney Amerika ve And dağlarının doğu kısımları olan yer fıstığı, dünyanın tropik ve subtropik bölgelerine iyi adapte olduğundan ekim alanı oldukça genişlemiştir.

Yer fıstığı (*Arachis hypogaea*), tohumlarında % 45-60 oranında yağ, % 20-30 oranında protein, % 18 oranında karbonhidrat, vitaminler ve madensel maddeler içeren, özellikle yağ sanayi ve çerez yapımı başta olmak üzere, sapı kuru ot ve kabuğu da çeşitli şekillerde değerlendirilen değerli bir bitkidir (Pattee ve Young, 1982; Beasley, 1990; Altuntaş ve Cebel, 1992; Arıoğlu, 1992; Smart, 1993; Lemon ve Lee, 1995).

Yer fıstığı otsu, senelik, yazlık bir yağ bitkisidir. Kabuğunu üzerindeki işlemlerden dolayı *arachis*, toprak altında yetişmesinden dolayı *hypogaea* adını almıştır (Beasley, 1990; Lemon ve Lee, 1995).

Yer fıstığı meyvelerini toprak altında meydana getirmesiyle diğer bitkilerden farklılık gösterir. Dünyanın birçok ülkesinde yoğun olarak üretimi yapılan yer fıstığı gerek insan beslenmesinde, gerekse hayvancılıkta ve sanayinin çeşitli dallarında geniş oranda kullanım alanı bulmasına rağmen ülkemizde sadece çerezlik olarak tüketilmektedir (Güzel, 1986; Arıoğlu, 2000).

Yer fıstığı Avrupa'da; yağ sanayisinde, kahvaltılık olarak, ezme olarak, pasta sanayisinde ve kavrulup çerezlik olarak kullanılırken, Türkiye'de ise iç ve kabuklu kavrulup çerezlik olarak tüketilmektedir. Son zamanlarda bazı özel kuruluşlar yer fıstığını işleyerek iç ve dış pazarlama sunmaktadırlar (Yosmaoğlu, 2002; Arıoğlu, 2000).

Yer fıstığı tohumları protein içerikleri bakımından oldukça zengindirler. %20-30 ham protein, yaklaşık % 18 karbonhidrat ve en önemlisi % 45-60 yağ içermesi ve özellikle A, B ve E vitaminlerince zengin olması nedeniyle önemli bir kültür bitkisidir. Yer fıstığında proteini oluşturan amino asitlerin kolay sindirilebilir özellikte olması, beslenmedeki değerini arttırmaktadır. Bu nedenle, yer fıstığı tohumları taze veya kuru kavrulup çerez olarak çok fazla miktarda tüketilmektedir (Arıoğlu, 1992; Ahmad ve ark., 1988; Beasley, 1990; Lemon ve Lee, 1995).

Yer fıstığı, ülkemiz koşullarında ikinci ürün olarak yetişebildiği için ülke ekonomisine de katkılar sağlamaktadır. Özellikle Akdeniz kıyı bölgelerinde, iklim faktörlerinin de uygun olması göz önüne alınır, ikinci ürün olarak yetiştirilen birçok bitkiye alternatif olarak, üretiminin rahatlıkla yapılacağı yapılan birçok çalışmayla saptanmıştır (Gök ve ark., 2004; 2005; Arıoğlu, 2000).

FAO (Food and Agriculture Organization) kaynaklarının 2003 yılı verilerine göre dünyadaki yer fıstığı ekim alanı 26.462.857 ha olup üretim toplam 35.658.427 ton, hektar ortalama verim ise 1,35 tondur. Ayrıca AB ülkelerinin toplamı 740 ha olup üretim 2.112 ton, hektara ortalama verim ise 1,35 tondur. Ayrıca AB ülkelerinin toplamı 740 ha olup üretim 2.112 ton, hektara ortalama verim ise 2,85 tondur.

Yer fıstığı ihracatı yaptığımız ülkeler Rusya, Ukrayna, Suudi Arabistan, İtalya, Almanya, Bulgaristan, Romanya ve KKTC'dir. Türkiye'nin ekim alanı, üretim ve verim durumu Çizelge 1.1'de gösterilmektedir. Ülkemizde yer fıstığı ekim alanı 2006 yılı TÜİK verilerine göre 28.000 ha olup, toplam üretim 85.000 ton, hektara ortalama verim ise 3.036 kg'dır. Türkiye toplam yağlı tohumlar içerisindeki payı % 3,60'tır.

Ülkemizde yer fıstığı yetiştiriciliği Akdeniz Bölgesi, Batı Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Marmara Bölgesinin bazı bölümlerinde ağırlık kazanmış olan yer fıstığının yağlık (yağ oranı % 45-60) ve çerezlik (yağ oranı % 35) olmak üzere iki çeşidi bulunmaktadır. Hektara verimi diğer tüm yağlı tohumlardan en az % 100 fazla olan yer fıstığının en önemli üretim bölgesi Akdeniz'dir. Türkiye'de yer fıstığı ekim alanının % 96'sı bu illerde bulunmaktadır. Üretiminde % 99'u bu illerden sağlanmaktadır (Yıkar ve Özüdoğru, 2003).

Çizelge 1.1 Türkiye Yıllar İtibariyle Yer Fıstığı Ekim, Üretim ve Verim Miktarları (TÜİK,2006)

Yıllar	Ekim (ha)	Üretim (ton)	Verim (kg/ha)	Yağlı Tohumlar Üretim (ton)	Oran (%)
1990	24.000	63.000	2.625	2.181.157	2,89
1991	25.900	60.000	2.317	1.933.885	3,10
1992	28.800	67.000	2.326	2.061.082	3,25
1993	30.000	70.000	2.333	1.882.085	3,72
1994	30.000	70.000	2.333	1.859.052	3,77
1995	29.000	70.000	2.414	2.391.660	2,93
1996	34.000	80.000	2.353	2.165.632	3,69
1997	32.000	82.000	2.563	2.254.767	3,64
1998	35.000	90.000	2.571	2.407.398	3,74
1999	28.000	75.000	2.679	2.308.577	3,25
2000	28.300	78.000	2.756	2.253.448	3,46
2001	27.000	72.000	2.667	2.171.314	3,32
2002	33.000	90.000	2.727	2.514.827	3,58
2003	28.000	85.000	3.036	2.358.780	3,60
2004	26.000	80.000	2.332	-	-
2005 *	26.000	85.000	3.269	-	-

*Tahmini değer.

1.3.3 Kızılcım

1.3.3.1 Kızılcım Hakkında Genel Bilgiler ve Yayılış Alanları

Kızılcım, bitkiler aleminin tohumlu bitkiler (Spermatophyta) bölümü, açık tohumlular (Gymnospermae) alt bölümü Coniferae sınıfı Pinaceae familyasının Pinus cinsi içerisinde yer almakta ve Türkiye’de doğal yayılış gösteren beş çam türünden birisidir (Anşin, 1994).

Genç sürgünleri tüysüz, önceleri kırmızımsı, gelişimiyle birlikte yeşilimsi kahverengi renktedir (Davis, 1965). İğne yapraklar 10-18 cm uzunlukta, yumuşak, açık yeşil renkte kenarları ince dişli, kısa sürgünleri dalların ucunda toplanmış ve fırça biçiminde görülür (Anşin, 1994).

Yayılış alanı, artım ve büyüme özellikleri, yarattığı ekonomik değer dolayısıyla ülkemizin en önemli orman ağacı türlerindedir. Bu önem, ülkemizde yayılış alanı bakımından ilk sırada, hacim olarak da karaçam (*Pinus nigra Arnold*)'dan sonra ikinci sırada yer alması, odunun çeşitli kullanım yerlerine sahip olmasından ileri gelmektedir.

Kızılcım, kuzey yarım kürede yaklaşık 32°- 45° kuzey enlemleri ile 15°- 45° doğu boylamları arasında kalan oldukça geniş bir bölgede doğal yayılış göstermektedir (Kayacık, 1965). Genel olarak Doğu Akdeniz ülkelerinde yayılış yapar. Bu yayılışında en batı noktası Kalabriya yarımadası, en doğu noktası da Irak'ın kuzeyi olduğu belirtilmektedir (Asmaz, 1993). Kuzeyde, Kırım'a kadar çıkan bu tür, güneyde Filistin'e kadar inmektedir (Kayacık, 1965).

Kızılcım, ülkemizde en yoğun yayılışını Muğla, Antalya, Mersin, Adana, Antakya'da deniz seviyesinden 1500 m yükseltiye kadar çıkmaktadır (Kılıç ve Güner, 2000).

1.3.3.2 Kızılcımın Kimyasal Özellikleri

Kızılcım odununda %65 holoselüloz, % 27,5 lignin, % 10 pentozan ve % 0,5 kül bulunmaktadır. Eterde %4,59-5,46, alkol-benzende %5,04-9,27, sıcaklık suda % 2,10-3,65 ve %1'lik NaOH'de 8,40-17,04 oranında çözünmektedir.

Kızılcımın selüloz oranını öz odunda % 52,6, diri odunda % 57,9, a- selüloz oranını öz odunda % 45,2 diri odunda % 50,2 ve lignin oranını öz odunda % 28, diri odunda % 29 olarak bulmuşlardır.

Ayrıca soğuk su, sıcak su, alkol-benzen ve %1'lik NaOH çözünürlüğü değerlerini sırasıyla öz odun ve diri odun için % 3,1-2,4, % 6,5-5,1, % 7,6-5,7 ve % 10,2-9,1 olarak tespit edilmiştir (Berker, 1957).

1.3.3.3 Kızılcam Odununun Kullanım Yerleri

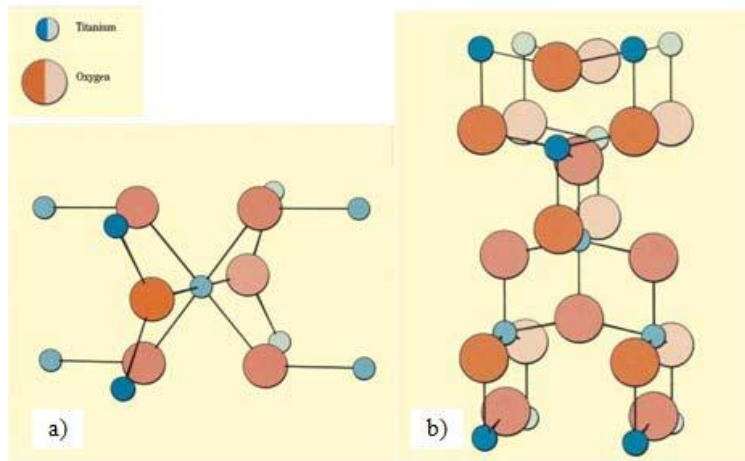
Kızılcam odunu kereste, inşaat malzemesi, ambalaj sandığı, tel direği, maden direği, çit kazığı, döşeme, travers, tarım aletleri, mobilya yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca, kontrplak ve selüloz sanayinde önemli bir hammaddedir (Erten ve Taşkın, 1985).

Odunu sülfat yöntemiyle selülozik madde elde edilmesinde gerek lif morfolojisi, gerekse kimyasal bileşim ve fiziksel dayanım özellikleri bakımından elverişli bir hammadde olduğu saptanmıştır (Göksel, 1984).

Yapı malzemesi olarak ahşap bina ve köprülerde yer almakta, binaların yüzey kaplamasında, bilhassa pencere çerçevelerinde, kapılarda, tavan tahtaları ve dikmelerinde dikey şekilde kullanılmaktadır. Mobilyacılıkta ise iskeletlerde, kaplama altlarında kullanım alanı bulunmaktadır (Berker, 1957).

1.3.4 Titanyum dioksit (TiO₂)

Titanyum-oksijen sisteminin bilinen birkaç oksitleri arasında son derece sağlam olan TiO₂ teknik açıdan önemli bir bileşiktir. Ticari olarak elde edilen TiO₂'in büyük bir kısmı yüksek verimli beyaz bir pigmenttir. Doğal olarak bulunmayıp sadece İlmenite ya da Leuxocene maden cevherlerinden elde edilmektedir. TiO₂, anataz, brokit ve rutil olarak bilinen üç kristal yapıdan oluşmaktadır. En kararlı termodinamik yapısı Rutil'dir ve bu sayede bolca bulunmaktadır. TiO₂'ye ait Rutil ve Anataz kristal yapıları Şekil 1.3'te verilmiştir.



Şekil 1.3 TiO₂'ye ait a) Rutil ve b) Anataz kristal yapıları

İki yapı birbirinden farklı bazı önemli özelliklere sahiptir. Rutil TiO_2 anatazdan daha yüksek kırılma indeksine sahiptir ve kimyasal kararlılığı daha iyidir. Erime noktası 1825 °C'dir. Erime noktasına ulaşmadan evvel rutil faza tersinmez şekilde dönüştürülebildiğinden anataz fazın spesifik bir erime noktası yoktur. Titanyum dioksitin her bir kristal yapısındaki enerji seviyeleri farklıdır. Rutil için bu enerji aralığı 3 eV iken anataz için 3.2 eV'tur (Gürbüz ve ark., 2008). Anataz ve rutil yapının her ikisi de tetragonal, brokit ise ortorombik kristal yapıdadır. Anataz ve rutil yapı birim hücre başına sırasıyla 12 ve 6 atom içerir. İki yapının komşu atomlar arasındaki uzaklıkları farklıdır. Ti-Ti arasındaki uzaklık, anataz yapıda rutil yapıdan daha kısa iken, Ti-O arasındaki uzaklık rutil yapıdan daha uzundur (Bardakçı, 2007). Kristal parametreleri, Ti-O ve Ti-O arası açıları her üç yapı için Çizelge 1.2'de verilmiştir.

Titanyum dioksitin opak olması, kırılma indeksinin yüksek olması, fazla toz bırakmaması, kimyasal bakımdan inert olması, daha iyi disperse olması, kaplama gücünün fazla olması, toksik olmaması gibi özellikleri nedeniyle bazik kurşun karbonat, çinko oksit ve litopon (çinko sülfür-baryum sülfat karışımı) gibi pigmentlere göre tercih edilmektedir (Girgin, 1983).

Çizelge 1.2 TiO_2 Yapı Parametreleri (Huntsman Tioxide Group, 1999)

	Rutil	Anataz	Brokit
Kristal Yapısı	Tetragonal	Tetragonal	Ortorombik
Örgü Sabitleri (Å°)	a=4,5936 c=2,9587	a=3,784 c=9,515	a=9,184 b=5,447 c=5,145
Molekül/Birim hücre	2	4	8
Hacim/Molekül (Å°)	31,216	34,061	32,172
Yoğunluk (gr/cm³)	4,13	3,79	3,99
O-Ti-O Bağ Açısı	81,2°;90,0°	77,7°;92,6°	77,0°-105°

Saf titanyum dioksit (TiO_2) renksiz ve kristalin katıdır. Periyodik tabloda grubundaki d-blok elementlerinin diğer dioksitleri gibi kararlı, uçucu olmayan ve çözünmeyen yapısı vardır ve ateşlemeyle kırınımı geri çevirir. Çoğu polimerik sistemler dış ortamlara bırakıldığında ultraviyole ışımıyla bozunmaktadırlar. Titanyum dioksit bu zararlı

radyasyonu absorbe etmektedir. Bu özelliği sayesinde hava direncini sağlayan boyaların ve polimerik malzemelerin üretimi seçilir kılmaktadır. TiO_2 'in yüksek kırılma indeksi sayesinde beyaz ışık geçirmez kaplamalar elde edilebilmektedir. UV ışığı altında rengini değiştirmeye karşı dirençlidir (Huntsman Tioxide Group, 1999).

Son zamanlarda TiO_2 nanopartikülleri, kompozit yüzeylerde hücre yapışmasını geliştirerek biyobozunur polimer matrisler için etkili dolgu maddesi olarak önerilmektedir. Çeşitli çalışmalarda TiO_2 nanopartiküllerinin dokuya ara yüzey bağlanması sağlayabilen biyoaktif bir malzeme olabileceği kanaatine varılmıştır (Lu ve ark., 2008(a)).

1.3.5 UV Yaşlandırma

Ultraviyole radyasyon, elektromanyetik spektrumun görünür ışıktan daha kısa dalga boylu olan belli bir parçasını oluşturur. Birçok yaşlandırma çeşidi vardır.

1.3.5.1 Doğal Dış Ortam Yaşlandırma Testleri

Doğal dış ortam yaşlandırma testlerinde kullanılan cihazlar yaklaşık 85 yıldır kullanılmaktadır. Bilim adamları tarafından yüzey işleme maddesi üreticileri ve kullanıcıları arasında ortak uygulamalar yapmak amacıyla bazı test bölgeleri standart olarak belirlenmektedir. Bu konuda en yaygın çalışmalar, Florida'daki test istasyonlarında yapılan testlerdir (Anonim, 2005).

1.3.5.2 Hızlandırılmış Doğal Dış Ortam Yaşlandırma Testleri

Yüzey işleme uygulanmış malzemelerin, dış ortam dirençlerinin belirlenmesi amacıyla hızlandırılmış laboratuvar testleri ve doğal ortam testleri uygulanır. Doğal ortam testlerinin sonuçlarını beklemek çok uzun zaman alacağından; hızlandırılmış dayanım testlerine başvurulur (Ketola ve Grossman, 1994). Doğal test ortamlarındaki etkiyi artırarak test sürelerini kısaltmak amacıyla test istasyonlarına, bazı düzenekler yerleştirilmektedir. Bu yöndeki yaygın bir yöntem, doğal test ortamlarına aynalar yerleştirmek suretiyle, maruz kalınan ışık etkisini artırmayı hedefler. Bu yöntem, çoklu yansımanın artırdığı sıcaklık nedeniyle bağıl nemin düşmesine yol açtığı için, panellerin üzerine aralıklı olarak su püskürtülmek suretiyle nemin tahrip edici etkisinin artırılması da sağlanmaktadır (Jacques, 2000).

1.3.5.3 Hızlandırılmış Laboratuvar Şartlarında Yaşlandırma Testleri

Dış ortam etkisini benzeştirme amaçlı hızlandırılmış laboratuvar testleri; güneş ışığının, sıcaklık farklılıklarının ve nem yoğunlaşması+yağmur etkisini taklit eden çevirimler içerir (Ketola ve Grossman, 1994). Morötesi (UV), görünür ve kızılötesi (infrared) bölgeleri güneş ışınlarının zarar veren bölümü UV bölgesinde 295 nm'ye kadar olan kısa dalga boylarıdır. Atmosferin çözücü özelliği nedeniyle sadece % 5-7'ye kadar UV ışını yeryüzüne ulaşır. UV ışını üçe ayrılır: UV-A (315-400 nm), UV-B (280-315 nm) ve UV-C (200-280 nm)'dir. UV-C en çok zarar veren dalga boyu olmasına rağmen atmosfer tarafından emilir. UV-B, UV-A'dan daha fazla zarar vericidir (Koleske, 1995). UV-A ve UV-B bölgeleri yüzey işleme sistemi katmanında bozunmaya neden olurlar. UV-B bölgesinde daha kısa dalga boylu enerji olan 91-102 kcal/mol en yüksek bozunmaya sebep olur.

UV-B bölgesindeki enerji seviyesi polimer kaplamalarda karbon-nitrojen, karbon-karbon, nitrojen-hidrojen, karbon-oksijen, karbon-hidrojen bağlarını kırarak düzeydedir. UV-A bölgesinde daha uzun dalga boyları olup, 71-91 kcal/mol'lük enerji karbon-nitrojen bağlarını kırarak güçte değildir. Hızlandırılmış testler ile, doğal iklim koşulları karşılaştırıldığında benzer sonuçların elde edildiği görülmüştür. Testlerde UV ışığına daha yakın ışımaya yaptıkları ve katmanlarda keskin değişiklikler meydana getirdikleri için genellikle, güneş ışığı karbon lambası, xenon lambası ve floresan lambaları tercih edilir (Koleske, 1995). Işığın iklim etkisini hızlandırmak için civalı ışık kaynağı, açık ve kapalı karbon ışık kaynağı, floresan lamba ve güneş ışığının yoğunlaştırılıp yansıtılması yöntemleri kullanılır (Jacques, 2000).

(UV) Floresan Lamba İle Yaşlandırmalar

UV testi, UV ışınları yayan lambalarla, yüzeyde yoğunlaşan nemin etkilerinin ardışık periyotlarla uygulandığı test kabinlerinde yapılır. Kullanılan ve UV ışını yayan floresan lambaların içerdikleri dalga boyları güneş ışığına göre daha yüksek enerji içerir. Dolayısıyla, testin, doğal dış ortamda hiçbir zaman gündeme gelmeyecek tahribatlara yol açması söz konusu olabilmektedir. Ancak, tüm benzeşim sorunlarına rağmen UV testi yaygın olarak kullanılmaktadır (Tunçgenç, 2004). UV ışınları ile yaşlandırma oldukça düşük başlangıç yatırım giderlerine sahip olup, periyodik olarak değişmesi gereken

floresan lambaları nedeniyle bakım harcamaları da oldukça düşüktür. Farklı UV ışına aralığı için, farklı tipte UV-Floraslan lambaları mevcuttur.

Xenon Lambası İle Hızlandırılmış Yaşlandırma

Güneş ışığı etkisinin xenon-ark lambalarıyla benzeştirilmeye çalışıldığı xenon test cihazlarıyla, UV'ye göre biraz daha uzun süren ancak gün ışığına en yakın yaşlanma etkisi olan ve daha güvenilir sonuçlar veren testler yapılabilmektedir. Gugumus (1987)'de xenon-ark lambasını kullanarak yaptığı çalışmasında; (>295 nm)'den daha büyük bir filtre takılmış xenon-ark lambasının, doğal dış ortam koşullarındaki yaşlandırmaya çok yakın bir simülasyon değerleri sağladığını bildirmiştir.

Termal (Isıl) İşlemlerle Hızlandırılmış Yaşlandırma

Deneysel çalışmalarda kullanılan örneklerin sıcaklıkları yükseltildiğinde; sıcaklık, oluşacak her çeşit kimyasal işlemi aynı derecede etkilemez. Aktivasyon enerjisi polimerlerin termal tahribatının ilk aşamasıdır. Sıcaklık yükseldiğinde termal tahribat boyunca oksidasyon ve hidroliz reaksiyonları aynı paralelde devam eder. Eğer aldıkları enerjiyle molekül bağları koparsa dönüşümsüz şekilde değiştirilirler. Örneğin, oksijen molekülden bir parça kopartır ve onu karbondioksit, su ve formaldehit gibi gaz haline dönüştürebilirse, dağılan orijinal moleküller kendilerini tekrar tamamlayamazlar. Sıcaklık özellikle ortamda rutubet olması halinde daha etkilidir (Feller, 1994).

2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Literatürde PVA esaslı biyobozunur filmler konusunda çeşitli çalışmalar mevcuttur. Film üretimleri esnasında farklı lignoselülozik esaslı takviye elemanları kullanılmıştır. Aşağıda PVA esaslı filmler ve TiO₂ ile ilgili yapılan çalışmaların bazıları özetlenmiştir.

Guan (2004), “TiO₂/SiO₂ filmlerinin fotokatalitik aktivite, hidrofilit ve kendi kendini temizleme etkisi arasındaki ilişki” adlı çalışmasında TiO₂/SiO₂ yüzeylerin daha fazla hidrofilik aktivitesinin ve daha az fotokatalitik aktivitesinin ya da farklı miktarlardaki SiO₂ ilavesi ile bunun tam tersinin olduğunu tespit etmiştir. Bunun yanında kendi kendini temizleme etkisini arttıran ve bu etkiyi devam ettiren şeyin hidrofilit ve fotokataliz arasındaki sinerjik etki olduğunu, SiO₂ ilave edilerek kompozit filmlerde hidroksil içeriğinin artması ile sonuçlanan asiditenin yükselmesine neden olduğunu ileri sürmüştür. Sonuçta hidrofilit ve fotokatalitik aktivitenin UV aydınlatma boyunca arttığı, dolayısıyla kendi kendini temizleme etkisinin geliştiği ortaya konmuştur.

Bozzi ve ark. (2005), “TiO₂ ile düşük sıcaklıkta modifiye edilmiş pamuğun günışığı altında ışık verilmesi ile kendi kendini temizlemesi” adlı çalışmasında kırmızı şarap, kahve, makyaj ve yağ kirlerinin temizlenmesi ve azalmasının, %50 solar ışık şiddetindeki gün ışığı aydınlatması sırasında yavaş yavaş artan CO₂'in takip edilmesi ile gözlemlendiği belirtilmiştir. Bazla muamele edilmiş pamuk için TiO₂ ile kaplanan UV aktifli tekstilin, gün ışığı altında kahve ve kırmızı şarap lekelerinin temizlenmesi sırasında en aktif örnek olduğu saptanmıştır. Kir temizlenmesi ile sonuçlanan kendi kendine temizlemenin miktarı, farklı deneysel koşullarda hazırlanan TiO₂ gruplarının fotoaktivitesinin değerlendirilmesi için hesaplanmıştır.

Yuranova ve ark. (2005), yaptığı çalışmada, fotoaktif SiO₂/TiO₂ kaplama ile modifiye edilmiş kendi kendini temizleyen kumaşlar elde etmiştir. Leke olarak kırmızı şarap üzerinde çalışmıştır. SiO₂/TiO₂ kaplama çözeltisi ile kaplama esnasında kumaşlara uygulanan en uygun Ti- içeriğinin % 5,8, Si- içeriğinin ise % 3,9 olduğu elementel analizlerle saptanmıştır. Suntest güneş simülatöründe 90 mW/cm² dozda kullanılan 315-400 nm arasındaki UV ışığının yoğunluğu 45 mW/cm² ‘dir. Kirin tamamen temizlenmesi 24 saat sonra gözlenmiştir. Kırmızı şarap kirinin temizlenmesi sırasında ortaya çıkan CO₂, gaz kromatografisi ile ölçülmüştür. Bu temizlenme olayının pratikte uygulanmasında gün ışığı ile evde yıkamada kullanılan deterjanların kirli kumaşlara karşı eğilimli olduğu ve

bunun kumaş tekstillerin yıkanmasının enerji ve materyal tasarrufunda daha mesafeli olmasına neden olduğunu bildirmiştir.

Nan ve ark. (2005), “gluteraldehit ile geliştirilen kollagen-TiO₂ nanokompozitin hazırlanması ve karakterizasyonu” adlı çalışmada, laboratuarda yapılan çalışmada kollagen-TiO₂ nanokompozitin sol jel yöntemiyle hazırlanabildiğini göstermiş, fakat bu yöntemle elde edilen nanokompozitin büzülme temperaturunun düşük olduğunu bildirmiştir. Ayrıca bu çalışmada kollagen-TiO₂ nanokompozit, gluteraldehit eklenerek ve pH değeri yükseltilerek geliştirilmiş, sonuçta optimum gluteraldehit miktarının %6 (pikleli deri ağırlığı üzerinden) olduğunu ve üretim için optimum pH değerinin 3.5 olduğunu göstermiştir. Bu koşulların, nanokompozitin büzülme temperaturunu 73.8°C’den 82.2°C’ye yükselttiğini bildirmiştir.

Srivastava ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada kobalt klorür, ortofosforik asit ve PVA dan elde edilen termokromik filmlerin yanıt zamanı ve ısıl yayınlık üzerinde çalışmışlardır. Renk değişimi için yanıt zamanının ölçülmesinde sıcak nokta (Hot-spot) mikroskobu ve kronometre kullanmışlardır. Yapılan bu çalışma sonucunda ortofosforik asit ve kobalt konsantrasyonunun yanıt zamanını önemli ölçüde etkilediği bulunmuştur.

Sayıkan ve ark. (2006), fotokatalitik çalışmalarda anataz TiO₂’in önemli bir rol oynadığını, anataz TiO₂ partikülleri eklenerek oluşturulan ince filmlerin günümüzde “zararlı organik maddelerin fotokatalitik bozunması, kendi kendini temizleyen yüzeyler, antibakteriyel özellikli yüzeyler vs.” amaçlı kullanıldığını belirtmiş, ayrıca ince şeffaf filmlerle fotokatalitik çalışmalarda önemli olanın; kaplama çözeltisi içerisinde disperse olan TiO₂ partiküllerinin, kaplamanın yüzeyine taşınarak, yüzeyin hidrofilik ve fotokatalitik özellik kazanmasının sağlanması olduğunu bildirmiştir.

Flores-Vazquez ve ark. (2006) çalışmalarında metalik tuz (FeCl₃) katkılı polimer (PVA) çözeltisinin farklı parametrelerinin karakteristik özelliklerini ele almışlardır. Çalışmada farklı konsantrasyonlardaki çözeltilerde rezistivite değerinin değişimi ve polimerin davranış özellikleri üzerinde nicel sonuçlar ortaya çıkartılmıştır. Sonuç olarak sıvı ve film karakterli polimer üzerinde yapılan farklı testler sonucunda, bunların iletken polimer olarak büyük bir potansiyel teşkil ettiği anlaşılmıştır. Bu çalışmada katkı maddesi konsantrasyonunun fonksiyonu olan iletkenlik ve bunun değişiminin; iletken polimerlerin

karakteristik özelliklerinin belirlenmesinde çok önemli bir parametre olduğu ortaya çıkartılmıştır.

Yang (2006), membranın metanol geçirgenliğini engellemek amacıyla PVA'yı TiO₂ ile çapraz bağlamışlardır. TiO₂ miktarı arttıkça membranların metanol geçirgenliği azalmış ve proton iletkenliği artmıştır.

Kalappa ve ark. (2007), % 57 derece ile sülfolanmış poli(eter eter keton) (SPEEK), içindeki nano parçacık yapıdaki titanyumdioksitin (TiO₂) etkisini değerlendirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar göstermiştir ki inorganikoksit ağlar (network), proton iletkenliğini ve su tutma kapasitesini ve metanol geçirgenliğini azaltmıştır. Sıcaklık 80°C'de kompozit membranların proton iletkenliği (10^{-2} S/cm⁻¹) Nafyon membranların proton iletkenlik değerlerine yakın değerdedir. SPEEK membranların metanol geçirgenliği ise Nafyon membranlara göre azdır.

Lu ve ark. (2008) çalışmalarında MFC-PVA bileşim filmlerinin hazırlanması ve bu filmlerin termal ve mekaniksel özelliklerini araştırmışlardır. Kraft kağıt hamurundan elde edilen mikrofibrillenmiş selülozu (MFC), polivinil alkol (PVA) matrisinde güçlendirici olarak kullanmıştır. Bu güçlendirici MFC 10-100 mm çapında SEM ile gözlenebilen liflerle birbirine bağlı ağsı bir yapı oluşturmuştur. MFC-PVA filmleri, MFC polimer matrislerinin homojen dağılımını sağlamak için su süspansiyonundan dökme ile elde edilmiştir. MFC içeriğinin artışı ile birlikte camsı geçiş sıcaklığında bir artış gözlemlenmiştir. MFC'nin ağırlıkça % 10 'a ulaşınca kadar film bileşimlerinin dayanıklılığında ve katsayısında düzenli bir artış söz konusu olduğunu tespit etmişlerdir. PVA film bileşimlerinin termal stabilitesinin MFC'nin eklenmesiyle hafifçe artmakta olduğunu görülmüştür. Yaptıkları bu çalışmada MFC'nin selüloz nanoliflerle karşılaştırıldığında mükemmel bir güçlendirici olduğu tespit edilmiştir.

Üstelik iyi mekanik özelliklere sahip olduğu belirlenmiş olup PVA'nın MFC ile birleştirilmesi ile iyi bir biyobozunurluğu olduğu gözlemlenmiştir. MFC'nin suda dağılılabirliği ile PVA'nın suda çözünübilirliğinin kolayca işlenebildiği görülmüştür.

Munthoub ve Rahman (2011) yaptıkları çalışmada cassava liflerinin PVA için doğal dolgu maddesi olarak kullanılabileceğini tespit etmişlerdir. Cassava lifleri/polivinil alkol karışımı ile çift vidalı ekstrüzyon makinesi kullanılarak üretilmiş ve üretilen karışımdan

test örnekleri pres kalıp yöntemiyle elde edilmiştir. Su absorpsiyonu ile gerilme özelliklerine uygun olan kompoziti bulmak için çeşitli oranlarda cassava lifleri ve gliserol karışımları incelenmiştir. Bu karışımlar içerisinde cassava lifleri yüksek olanın su absorpsiyonu ve hidrofilik özelliklerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Cassava lifleri/PVA bileşiminin dayanıklılığı gliserol miktarıyla azalırken cassava lifleri miktarıyla arttığı (ağırlıkça %70 takviye edilene kadar) gözlemlenmiştir.

Silva ve arkadaşları (2012) yaptıkları çalışmada polisakkarit bir karışım olan cashewgumpolysaccharide (CGP) ile polivinil alkol (PVA)'ü karıştırarak film üretmişlerdir. Üretilen bu filmlerin üzerinde *Trichodermaasperellum* tarafından üretilen chitinolytic enzimlerin biyolojik olarak parçalanması ve mantar büyümesi üzerine inhibitör olarak etkileri test edilmiştir. CGP ve PVA karışım çözeltisini cam kalıp üzerine dökülerek filmler üretilmiştir. Üretilen filmlerde %68 oranında suda çözünürlük, 23,7 MPa çekme mukavemeti, toprakta 90 gün bekledikten sonraki %187,2 uzama ve %52 oranında kütle kaybı olduğunu tespit etmişlerdir. SEM analizi sonucunda CGP/PVA filmi üzerinde hareketsiz T-CWD enzimlerinin varlığını tespit etmişlerdir. Yapılan testlerin sonucunda adsorpsiyon ya da kovalent bağlanma ile hareketsiz T-CWD enzimlerinin varlığının mantar büyümesi üzerine etkili bir inhibisyonu olduğunu gözlemlenmiştir.

3 MATERYAL VE METOD

3.1 Materyal

Bu çalışmada polimer olarak Polivinil Alkol (PVA) kullanılmıştır. Çözücü olarak saf su ve PVA içerisinde takviye elemanı olarak yer fıstığı kabuğu ile kızılçam orman budama atıkları değerlendirilmiştir. Katkı maddesi olarak TiO_2 kullanılmıştır.

Polimer malzeme olarak kullanılan Polivinil Alkol (PVA 17/88) BİRPA Birlik Pazarlama Tic. Ltd. Şti den satın alınmıştır. TiO_2 satın alındığı şekilde kullanılmıştır. Takviye elemanı olarak kullanılan yer fıstığı kabuğu Osmaniye'den kızılçam kesim artığı ise Kahramanmaraş'ın Hasancıklı Köyünden temin edilmiştir.

3.2 Metod

3.2.1 Hammadde hazırlanması

Bu çalışmada polimer olarak kullanılan polivinil alkol, çözücü olarak saf su, takviye elemanı olarak yer fıstığı kabuğu unu ile kızılçam kesim atıkları kullanılmıştır. Polivinil Alkol (PVA) satın alındığı şekilde (toz halinde) , TiO_2 ise mikron boyutunda kullanılmıştır (Şekil 3.1). Kullanılan PVA'nın bazı özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Lignoselülozik takviye elemanlarının hazırlanışı aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.1 a)Polivinil Alkol (PVA), b)Titanyum dioksit (TiO_2)

Çizelge 3.1 Satın alınan PVA ‘nın özellikleri (BİRPA BİRLİK Paz)

Özellikler	Değerler
Hidroliz	88 ± 1 mol %
Viskozite	22-28mPa
Uçucu Madde	≤5,0 wt %
Kül Miktarı	≤ 0,5 wt %
pH	5-7

3.2.2 Lignoselülozik takviye elemanlarının hazırlanması

Lignoselülozik takviye elemanı olarak kullanılan yer fıstığı kabuğu Osmaniye’den temin edilmiştir. Kızılçam kesim artıkları ise Kahramanmaraş’ın Hasancıklı Köyünde Orman İşletme Müdürlüğü bünyesinde yapılan kesimlerden elde edilmiştir.

Budama atıkları küçük yongalar haline getirilmiş (Şekil 3.2). Daha sonra Şekil 3.3(a)’da gösterilen öğütücü yardımıyla lignoselülozik takviye elemanları öğütülmüştür. Öğütme işleminin ardından sarsak elek yardımıyla (Şekil 3.3 (b)) elenerek 20-200 mesh (0,074 – 0,841 mm) aralığında boyutlandırılmış ve çalışmamızda 200 mesh (0,074 mm) boyutundaki (orman budama atığı ve yer fıstığı kabuğu) unlar kullanılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.2 Yongalanmış kızılçam orman budama atığı



(a)



(b)

Şekil 3.3 Öğütme ve elemelerde kullanılan makineler a)Öğütme Makinesi b)Sarsak Elek



(a)



(b)

Şekil 3.4 Öğütülmüş takviye malzemeleri a)Kızılçam orman budama atığı unu, b)Yer fıstığı kabuğu unu

3.2.3 PVA Kompozit filmlerin üretimi

PVA film örnekleri cast yöntemiyle (karıştırma yöntemi) elde edilmiştir. Bu yöntemde PVA sabit tutularak (%9 konsantrasyon) yer fıstığı kabuğu ve kızılçam budama atığı oranları değiştirilmiştir. Çizelge 3.2’de gösterilen üretim reçetesinde her bir karışım 80° C’de 3 saat süresince reaktör yardımıyla (Şekil 3.5) karıştırılmıştır.

Karışım esnasında köpük oluşumu gözlemlenmiştir. Köpüklenme karışımın ilk başladığı anda fazla olmasına rağmen zaman geçtikçe azalmaktadır. Ancak tamamen bitmemektedir. Bundan dolayı 3 saat sonunda karışım kalıba dökülmeden önce 5 dakika bekletilmiştir. Daha sonra istenilen niteliklerde karışım haline getirilen çözelti şekil 3.6(a)’da gösterilen seramik kalıp üzerine dökülüp 24 saat boyunca 60°C etüvde kurutularak PVA esaslı biyobozunur film örnekleri elde edilmiştir (Şekil 3.7 ve 3.8).

Çizelge 3.2 PVA/YFK, PVA/O, PVA/YFK+TiO₂, PVA/O+TiO₂ Film Üretim Reçetesi

	PVA(gr)	Saf su (ml)	YFK (gr)*	O.Budama Atığı(gr)*	TiO ₂
P	9	91	-	-	-
P-O	9	91	-	30	-
P-5T	9	91	-	-	5
P-10T	9	91	-	-	10
P-O 5T	9	91	-	30	5
P-O 10T	9	91	-	30	10
P-YFK	9	91	30	-	-
P-YFK 5T	9	91	30	-	5
P-YFK 10T	9	91	30	-	10

*100 gr PVA ağırlığına göre katkı maddesi miktarı

PVA : Polivinil Alkol

YFK :Yer Fıstığı Kabuğu

O.Budama Atığı : Orman Budama Atığı



(a)



(b)

Şekil 3.5 Isıtma Düzenekli IKA LR-2ST Reaktörü a) PVA-Kompozit Film için, b) PVA Film için Karışım Hazırlanması



(a)



(b)

Şekil 3.6 a)Seramik Kalıp, b) Saf PVA Film Örneği



(a)



(b)

Şekil 3.7 a)PVA/TiO₂ Kompozit Film Örneği, b)PVA/YFK Kompozit Film Örneği



(a)



(b)

Şekil 3.8 a)PVA/O.Budama Kompozit Film Örneği, b) PVA/YKF + TiO₂ Kompozit Film Örneği

3.2.4 Kompozitlerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi

3.2.4.1 Çekme direnci özellikleri

Bu çalışmadaki filmler yaklaşık 0,5 mm boyutunda üretilmiştir. Filmin kullanım esnasında maruz kalacağı yüke en uygun olarak çekme direnci testi (ASTM D638) yapılmıştır.

Üretilen PVA (saf) ve PVA/YFK, PVA/KÇ, PVA/YFK+TiO₂ ya da PVA/KÇ+TiO₂ esaslı kompozit film örnekleri ASTM D 638-01 standartlarına göre Devotrans örnek kesme presi kullanılarak kesilmiştir (Şekil 3.9(a)). Kesilen film örnekleri iklimlendirme kabinde 20 °C de % 65 bağıl nemde ağırlıkları değişmeyinceye kadar bekletilmiştir. Daha sonra Üniversal test makinesi yardımıyla çekme testleri 50 mm/dakika test hızında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.10 ve 3.11)



(a)



(b)

Şekil 3.9 a)Devotrans örnek kesme presi b) PVA, PVA/YFK+TiO₂, PVA/O.Budama Kompozit Film Örnekleri



(a)



(b)

Şekil 3.10 Saf PVA Film Testi a) Kopma Öncesi ve b) Kopma Sonrası



(a)



(b)

Şekil 3.11 Saf PVA/YFK Kompozit Film Testi a) Kopma Öncesi ve b) Kopma Sonrası

3.2.4.2 Morfolojik özellikler

Kompozit malzemelerle ilgili taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizleri ZEISS EVO LS10 model (Şekil 3.12) makinesi ile gerçekleştirilmiştir. Analiz öncesinde numuneler sıvı azot içerisine bekletildikten sonra pense yardımıyla kırılmıştır. SEM görüntüleri elde edilen bu temiz kırık yüzey üzerinde gerçekleştirilmiştir. SEM çekimleri öncesinde örnek yüzeyinde meydana gelebilecek yansımaları ortadan kaldırmak amacıyla kırık yüzeyler altın tozu ile kaplanmıştır. Kaplanan örneklerin SEM görüntüleri çekilerek CD 'ye kopyalanmıştır.

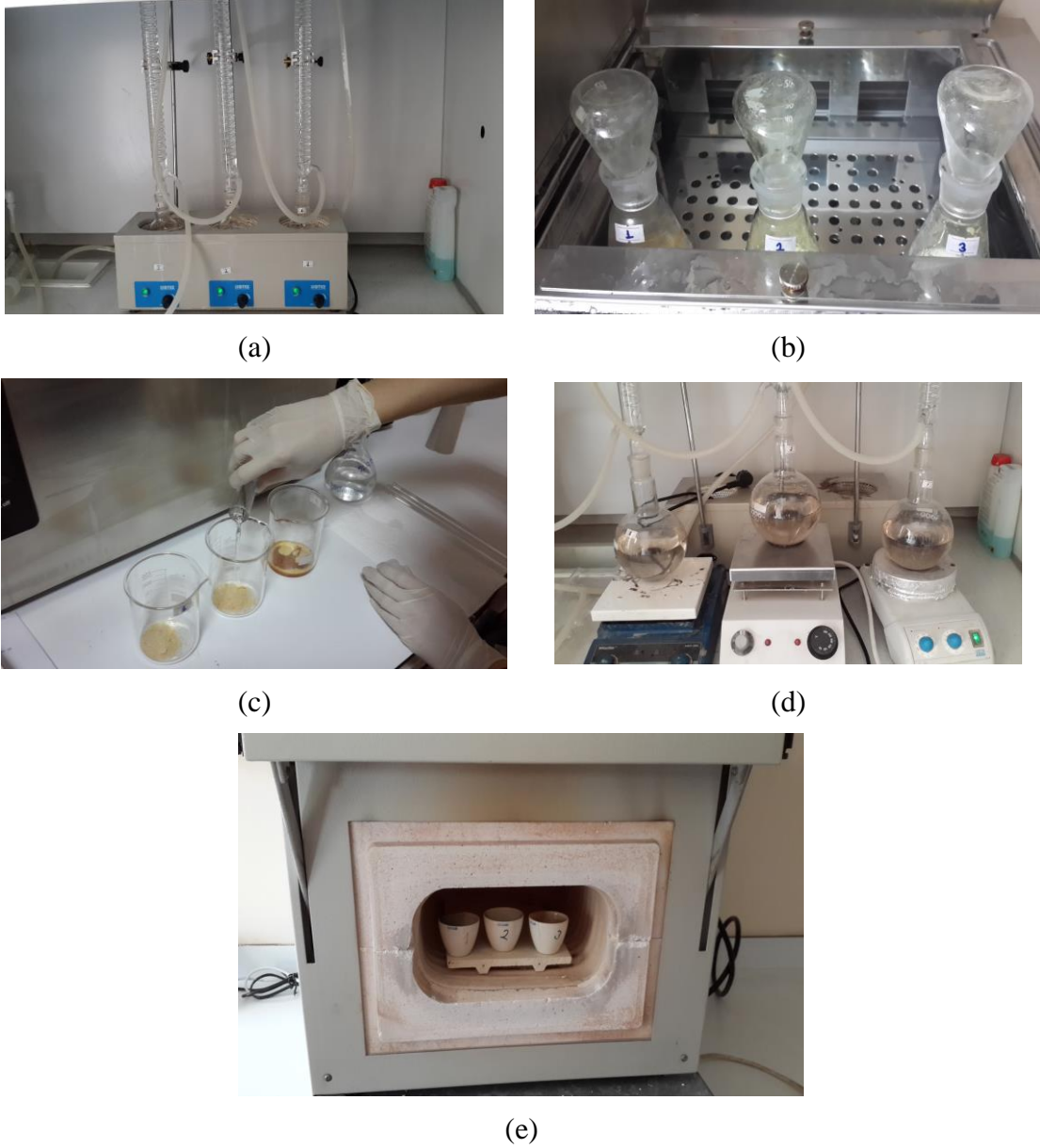


Şekil 3.12 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Cihazı

3.2.4.3 Yer Fıstığı'nın Kimyasal Analizi

Çalışmada lignoselülozik takviye malzemesi olarak kullanılan yer fıstığı kabuğunun kimyasal yapısının araştırılması için bazı kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Kimyasal analizlerde kullanılan yer fıstığı kabuğu TAPPI T 11 os-75 standardına uygun olarak öğütülmüş ve titreşimli eleklerde elenmiştir. 60 mesh'lik eleğin üzerinde kalan kısım ağzı kapaklı kavanozlara konulmuş ve kimyasal analizlerde kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Yapılan tüm analiz işlemleri kuru madde bazında orantı kurularak hesaplanmıştır. Hazırlanan örneklerin rutubet tayini TAPPI T 246 om-88 standardına göre $103 \pm 2^{\circ}$ C'lik etüvde kurutularak belirlenmiştir. Rutubet tayinleri yapılan örnekler aşağıdaki kimyasal analizlere tabi tutulmuştur (Şekil 3.13).

- Soğuk ve sıcak suda çözünürlük : TAPPI T 207 om-88 (Anonim, 1992)
- % 1'lik NaOH çözünürlüğü : TAPPI T 207 om-88 (Anonim, 1992)
- Tolüen-Aseton-Etanol çözünürlüğü : (Anonim, 2007)
- Holoselüloz Tayini: Wise'nin klorit metodu (Wise and Karl, 1962)
- Selüloz Tayini : Kurschner-Hoffer metodu (Kürschner and Hoffer, 1969)
- Alfa Selüloz Tayini: TAPPI T 203 os-71 (Anonim, 1992)
- Lignin Tayini : TAPPI T 222 om-88 (Anonim, 1992)
- Kül Tayini : TAPPI T 211 om-85 (Anonim, 1992)



Şekil 3.13 Yer fıstığı kabuğunun kimyasal analizi a) Tolüen-Aseton-Etanol çözünürlüğü, b) Holoselüloz tayini, c) α -selüloz tayini, d) Lignin tayini, e) Kül tayini

Örneklerin rutubetlerini belirlemek amacıyla 2 gr yer fıstığı kabuğu unu hassas terazi yardımıyla tartılarak $103\pm 2^\circ$ C sıcaklığındaki etüde kurutulmuştur. Daha sonra kuru ağırlığın yaş ağırlığa oranı yüzde olarak hesaplanmıştır (Anonim, 1998).

Soğuk su çözünürlüğü için, 60 mesh boyutundaki yer fıstığı kabuğu örneklerinden 2'şer gr materyal bir behere konularak, üzerine 300 ml saf su ilave edilmiştir. Bu karışım $23\pm 2^\circ$ C'de 48 saat süreyle sık sık karıştırılmıştır. Bu sürenin sonunda örnek krozeden süzülerek saf suyla yıkanmış ve etüde kurutulmuştur. Daha sonra yüzde çözünürlük kuru ağırlığın yaş ağırlığa oranı olarak hesaplanmıştır (Anonim, 1998).

Sıcak su çözünürlüğünde ise 100 ml saf su ile 2'şer gr yer fıstığı kabuğu geri soğutucu altında 200 ml'lik bir erlene yerleştirilmiş ve 3 saat boyunca kaynatılmıştır. 3 saat sonunda süzme krozesinden süzülen malzeme sıcak suyla yıkanmış ve etüvde kurutulmuştur. Sıcak su çözünürlüğü kuru ağırlığın yaş ağırlığa oranı olarak hesaplanmıştır (Anonim, 1998).

% 1'lik NaOH çözünürlüğünde elenmiş örneklerde 2'şer gr yer fıstığı kabuğu 200 ml'lik beher içine konulmuş, üzerine % 1'lik NaOH çözeltisinden 100 ml ilave edildikten sonra beherin ağzı kapatılmış ve 87-100° C'deki su banyosuna yerleştirilmiştir. Beher su banyosuna yerleştirildikten sonra 10. 15. ve 25. dakikalarda 3 defa karıştırılmıştır. 1 saat sonra beherdeki karışım krozeden süzülmüş ve 50 ml % 10'luk asetik asit ile sonra da sıcak su ile yıkanarak etüvde kurutulmuştur. Daha sonra kuru ağırlığın yaş ağırlığa oranı yüzde olarak hesaplanmıştır (Anonim, 1998).

Toluen-Aseton-Etanol çözünürlüğünde 1-1-4 oranında Aseton-Etanol-Tolüen çözeltisi bir beherde hazırlanmıştır. Kapsül içerisine yaklaşık olarak 12-15 gr elenmiş numune konulmuştur. Sokslet cihazına kapsüller yerleştirilmiş ve üzerine soğutucular takılmıştır.

İlk sifonlamadan sonra çözelti 6 saat kaynatılmış ve kaynama sonrası kapsüller çıkartılarak içerisinde bulunan çözeltinin uçması beklenmiştir. Çözelti uçtuktan sonra numuneler darası alınmış behere konularak 103±2° C' de ağırlığı değişmeyene kadar kurutulmuş ve desikatörde 15 dakika bekletilerek tartılmıştır. Daha sonra çözünürlük hesaplanmıştır.

Holoseülöz tayini için 60 mesh boyutundaki 5 gr yer fıstığı kabuğu; 160 ml su, 1,5 gr NaClO ve 10 damla (0,5 ml) buzlu asetik asit bir erlene konulmuş ve ağzı kapatılmıştır.

Hazırlanan erlenler bir saat süre ile 78-80° C' deki su banyosunda tutulmuştur. Bir saat sonra karışıma 1,5 gr NaClO ve 10 damla buzlu asetik asit ilave edilerek bir saat süreyle ısıtmaya devam edilmiştir. Bu işlem bir kez daha tekrar edildikten sonra karışım cam krozeden süzülerek kalıntı önce asetonla daha sonra soğuk saf su ile tekrar yıkanmış ve etüvde kurutulmuştur. Daha sonra holoseülöz miktarı kuru ağırlığın yaş ağırlığa oranı şeklinde yüzde olarak hesaplanmıştır (Wise and Karl, 1962).

Selüloz tayini için daha önce ekstraksiyona uğratılmış yer fıstığı kabuğundan 2 gr alınarak balon içerisine konulmuştur. Üzerine 40 ml etanol ve 10 ml HNO₃ (nitrik asit) dökülmüş ve geri soğutucu altında kaynamaya bırakılmıştır. Bir saat sonra kroze

yardımıyla sıvı balondan süzölmüş ve balonda kalan örnek üzerine tekrar etanol- HNO₃ karışımı konulmuştur. Aynı işlem bir saat arayla 3 kez tekrarlanmıştır. İşlem sonunda karışım krozeden süzölerek sıcak su ile yıkanmış ve etüvde kurutulmuştur. Daha sonra selüloz miktarı kuru ağırlığın yaş ağırlığa oranı şeklinde yüzde olarak hesaplanmıştır (Kurschner ve Hoffer, 1969).

Önceden holoselüloz tayinine uğratılan yer fıstığı kabuğundan 2 gr alınarak alfa-selüloz tayininde kullanılmıştır. Örnek behere konulduktan sonra üzerine 10 ml % 17,5'luk NaOH çözeltisinden ilave edilip iyice karıştırılmıştır. Bu işlemden 5 dakika sonra 5 ml % 17,5'luk NaOH çözeltisinden tekrar ilave edilip karıştırılmış ve bu işlem 5 dakika arayla iki kez tekrar edilmiştir. Karışım 20° C'deki su banyosunda 30 dakika bekletilmiş ve bu sürenin sonunda karışıma 33 ml saf su ilave edilmiştir. 1 saat bekletildikten sonra karışım krozeden süzölmüştür. Her bir örnek sırayla % 8,3'lük NaOH çözeltisi ve saf suyla yıkanıldıktan sonra üzerine % 10'luk asetik asit dökölerek 3 dakika bekletilmiştir. Tekrar saf suyla yıkanıp etüvde kurutulmuş ve daha sonra kuru ağırlığın yaş ağırlığa oranı şeklinde yüzde olarak hesaplanmıştır (Anonim, 1998).

Lignin tayini için ekstraksiyon işlemine tabi tutulan yer fıstığı kabuğu örneklerinden 1'er gr tartılarak bir behere aktarılmış ve üzerine 15 ml % 72'lik H₂SO₄ ilave edilmiştir.

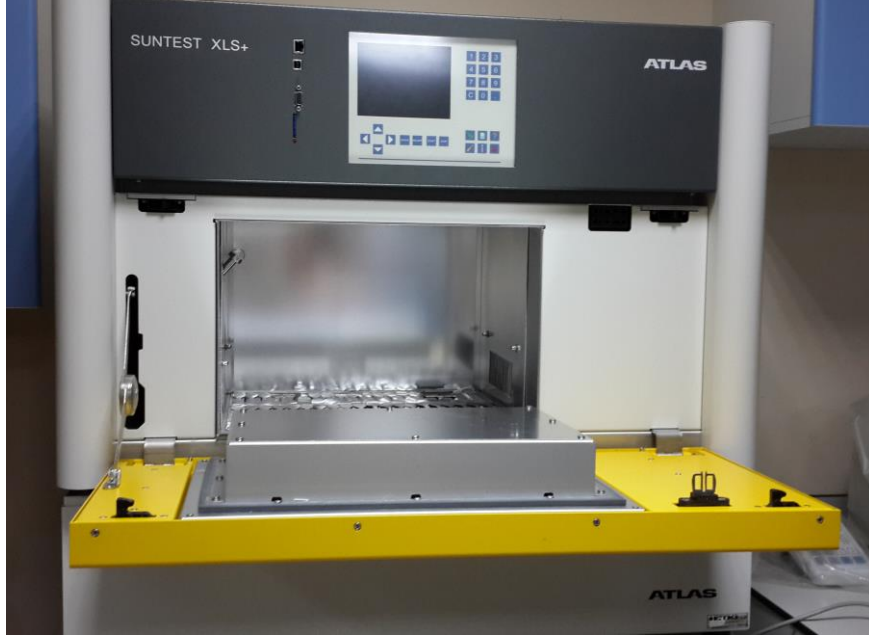
Örnek zaman zaman karıştırılarak 20° C sıcaklıkta iki saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda materyal iyice yıkanarak bin mililitrelik erlenmayer içine konulmuş ve üzerine 560 ml saf su eklenerek geri soğutucu altında 4 saat kaynatılmıştır. Krozeden süzölerek 500 ml sıcak saf su ile yıkanan örnek etüvde kurutulmuştur. Daha sonra lignin miktarı kuru ağırlığın yaş ağırlığa oranı şeklinde yüzde olarak hesaplanmıştır (Anonim, 1998).

Örneklerin kül tayini için 2'şer gr 60 mesh boyutundaki yer fıstığı kabuğu porselen bir krozede önce bek alevinde hafif ateşte tüm karbon uzaklaştırılıncaya kadar yakılmış daha sonra kül fırınında 575±25° C'de sabit tartıma gelinceye kadar bekletilmiştir. Daha sonra kül miktarı kuru ağırlığın yaş ağırlığa oranı şeklinde hesaplanmıştır (Anonim, 1998).

3.2.5 UV Ortamda Bekletme

Çalışmada PVA esaslı biyobozunur kompozit filmler laboratuvar ortamında ASTM D 2565 esaslarına göre yaşlandırma testine tabi tutulmuştur. UV yaşlandırma işlemi SDL ATLAS SUNTEST XLS+ (Şekil 3.14) marka model test cihazında 300-400 nm dalga boyu, 55±2 °C bilek standart sıcaklığı ve gün ışığı filtresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla; UV şiddeti altında yaşlandırma etkisi gerçekleştirilmiştir. Üretilen PVA esaslı

biyobozunur kompozit filmler 50 ve 100 saat olmak üzere UV ışık şiddeti etkisine maruz bırakılmıştır.



Şekil 3.14 UV Test Cihazı

4 BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Çekme Direnci

Polivinil alkol, yer fıstığı kabuğu ve kızılçam orman budama atıkları kullanılarak üretilen biyobozunur kompozit filmlerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi için üretilen filmlerin çekme, çekmede elastikiyet modülü ve kopmada uzama değerleri ön planda tutulmuştur. Bu özelliklerin tespit edilmesi üretilen PVA esaslı filmlerin kullanım alanlarının belirlenebilmesinde yararlı olacaktır. Bu amaçla üretilen filmlerin çekme testleri gerçekleştirilmiştir. Çekme testi uygulanan PVA esaslı kompozit filmlerin direnç değerleri Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 Üretilen PVA/O, PVA/YFK Esaslı Biyobozunur Filmlerin Çekme Direnci Özellikleri

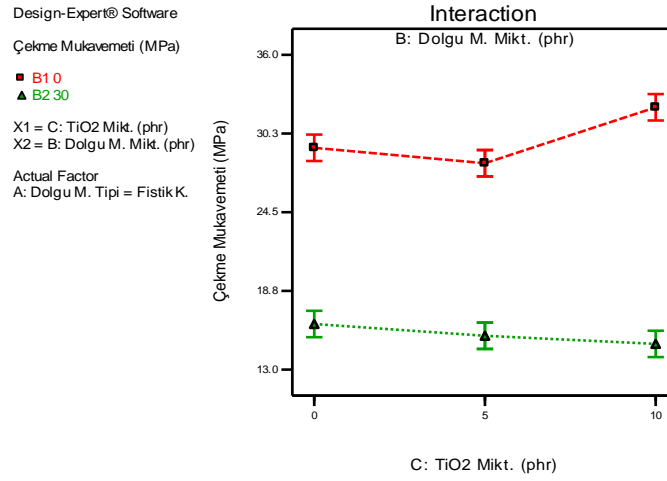
Grup Adı	Çekme Direnci (MPa)	Çekmede Elastikiyet Modülü (MPa)	Kopmada Uzama (%)
P	28,726 (2,24)	127,524 (24,02)	121,378 (12,04)
P-5T	28,578 (0,95)*	145,174 (41,16)	121,892 (9,86)
P-10T	32,144 (2,85)	160,544 (50,91)	102,612 (16,87)
P-O	17,65 (1,12)	539,436 (121,75)	16,066 (5,35)
P-O 5T	19,734 (0,40)	439,514 (60,96)	11,396 (1,93)
P-O 10T	17,576 (0,73)	362,8 (106,88)	14,184 (1,73)
P-YFK	16,81 (0,96)	323,944 (17,63)	8,078 (1,55)
P-YFK 5T	14,97 (1,12)	260,95 (40,32)	10,63 (3,34)
P-YFK 10T	14,896 (0,27)	346,036 (29,34)	11,286 (1,44)

* Parantez içindekiler değerler standart sapma değerleridir.

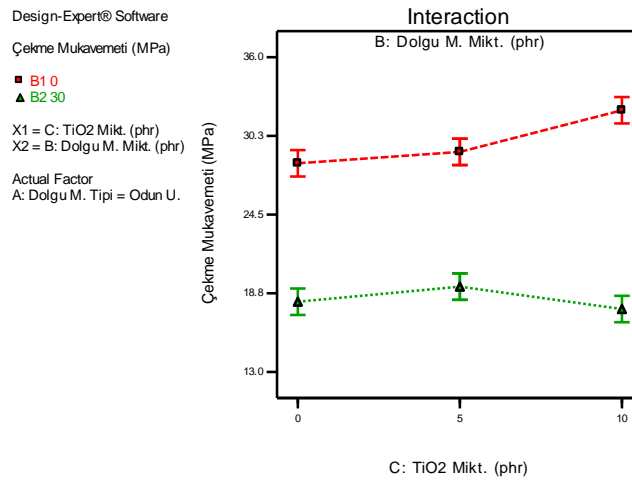
Saf PVA’nın çekme direnci yaklaşık olarak 28 MPa olarak bulunmuştur. Yer fıstığı kabuğu unu kullanılarak üretilen PVA esaslı polimer kompozitlerin çekme direncinin ise 16,81 MPa olduğu tespit edilmiştir. PVA içerisine yer fıstığı kabuğu unu kullanılmasıyla çekme direnci değerlerinde önemli oranda bir azalma görülmüştür. PVA filmlerin çekme direnci değerleri matris içerisine %30 yer fıstığı kabuğu unu ve %5 TiO₂ katılmasıyla önemli oranda azalmıştır. %10 TiO₂ katılmasıyla üretilen saf PVA’nın çekme direnci

değerlerinin arttığı, %30 yer fıstığı kabuğu unu kullanılarak üretilen kompozit filmlerin çekme değerlerini ise azalttığı belirlenmiştir (Şekil 4.1a).

Orman budama atığı kullanılarak üretilen PVA esaslı polimer kompozitlerde takviye elemanı oranının artmasıyla çekme direnci değerlerinin azaldığı bulunmuştur. PVA filmlerin çekme direnci değerleri matris içerisine %30 orman budama atığı unu ve %5 TiO_2 katılmasıyla önemli oranda arttığı tespit edilmiştir. %10 TiO_2 katılmasıyla üretilen saf PVA'nın çekme direnci değerlerinin arttığı, %30 orman budama atığı unu kullanılarak üretilen kompozit filmlerin çekme değerlerini ise azalttığı belirlenmiştir (Şekil 4.1b). Aksoy (2014) yapmış olduğu benzer çalışmada PVA içerisine buğday sapı unu eklenmesiyle çekme direnci değerlerinin azaldığını belirtmiştir.



(a)



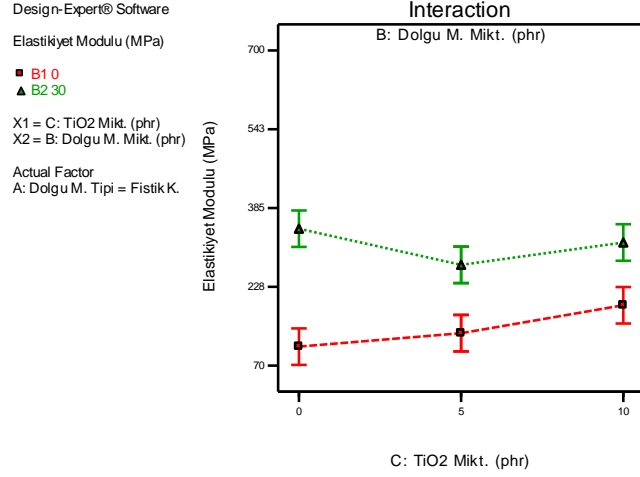
(b)

Şekil 4.1 Çekme Direnci Değerlerine Ait Grafik a) Yer Fıstığı Kabuğu Dolgulu b) Orman Budama Atığı

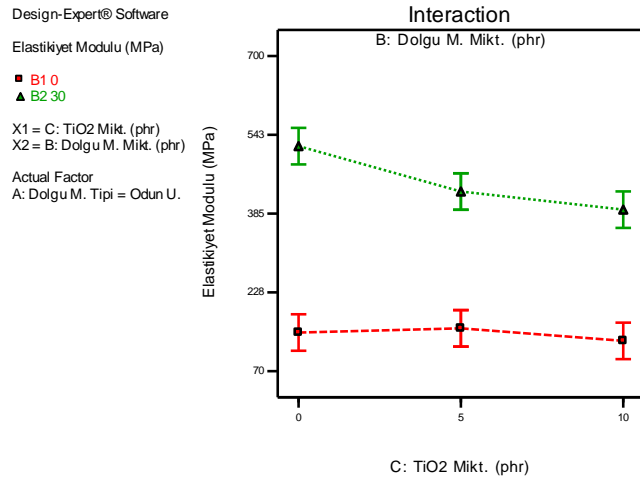
PVA/YFK ve PVA/O esaslı kompozit filmlerin çekmede elastikiyet modülü değerleri incelendiğinde hem yer fıstığı kabuğu unu oranının hem de orman budama atığı unu oranının bu değerleri istatistiksel olarak arttırdığı görülmüştür(Şekil 4.2). Lignoselülozik esaslı malzemelerin elastikiyet modülü değerleri PVA'nın elastikiyet modülünden çok daha yüksektir. Bu iki malzemenin kullanılması ile üretilen kompozit malzemelerin elastikiyet modülü değerlerinin de karışım kuralı dolayısıyla polimerden yüksek olması beklenmektedir (Mengeloğlu ve Karakuş, 2008).

PVA içerisine katılan TiO_2 'in etkisi incelendiğinde saf PVA'nın çekmede elastikiyet modülü değerlerini arttırdığı belirlenmiştir. %30 yer fıstığı kabuğu unu kullanılarak üretilen PVA esaslı polimer kompozitlerin çekmede elastikiyet modülü değerlerinde %5 TiO_2 eklenmesiyle azalma görülürken %10 TiO_2 katılmasıyla kontrol örneğine yakın değerler olduğu bulunmuştur (Şekil 4.2a).

%30 orman budama atığı kullanılarak üretilen PVA esaslı polimer kompozitlerin çekmede elastikiyet modülü değerleri incelendiğinde %5 ve %10 TiO_2 eklenmesiyle saf PVA'nın değerlerinde önemli bir değişimin olmadığı gözlemlenmiştir. PVA içerisine %5 ve %10 TiO_2 katılmasıyla kompozitlerin çekmede elastikiyet modülü değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.2b).



(a)

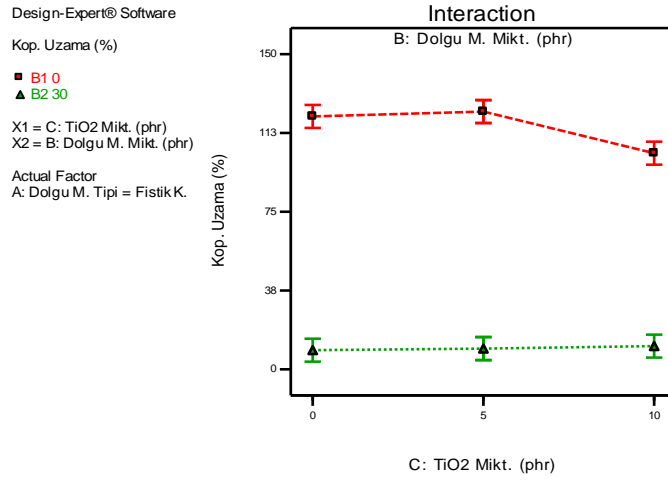


(b)

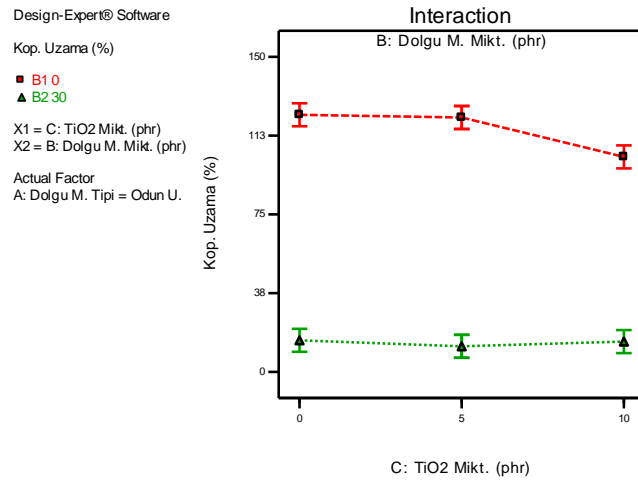
Şekil 4.2 Çekmede Elastikiyet Modülü Değerlerine Ait Grafik, a) Yer Fıstığı Kabuğu Dolgulu, b) Orman Budama Atığı

Üretilen filmlerin kopmada uzama değerleri incelendiğinde yer fıstığı kabuğu unu ve orman budama atığı ilavesi ile ciddi oranda azaldığı bulunmuştur. Şekil 4.3a'da PVA matrisi içerisine yer fıstığı kabuğu unu katılmasıyla kopmada uzama değerlerinin yaklaşık % 6,65 ve Şekil 4.3b'de orman budama atığı unu katılmasıyla yaklaşık %13 oranında azalma olduğu gözlemlenmiştir. PVA içerisine katılan TiO_2 'in etkisi incelendiğinde saf PVA içerisine %10 TiO_2 eklenmesiyle kopmada uzama değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. %30 yer fıstığı kabuğu unu kullanılarak üretilen PVA esaslı polimer kompozitlerin değerlerinde önemli bir değişiklik olmadığı gözlemlenmiştir. Orman budama atığı unu kullanılarak üretilen PVA esaslı polimer kompozitlerin içerisine dolgu

maddesi oranının eklenmesiyle kopmada uzama değerlerinde önemli oranda azalma olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.3b).



(a)



(b)

Şekil 4.3 Kopmada Uzama Değerlerine Ait Grafik, a) Yer Fıstığı Kabuğu Dolgulu, b) Orman Budama Atığı

4.2 UV Sonrası Çekme Direnci Özelliklerinin Belirlenmesi

Çekme testi uygulanan PVA esaslı kompozit filmlerin UV (50 ve 100 saat) sonrası direnç değerleri Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 Üretilen PVA/O Esaslı Biyobozunur Filmlerin UV 50 Saat Sonrası Çekme Direnci Özellikleri

Grup Adı	Çekme Direnci (MPa)	Çekmede Elastikiyet Modülü (MPa)	Kopmada Uzama (%)
P	31,422 (0,63)	125,418 (18,12)	122,34 (15,45)
P-O	20,194 (2,22)*	210,086 (57,06)	17,642 (8,35)
P-10T	30,222 (4,59)	129,096 (35,24)	96,06 (20,49)
P-O 10T	20,518 (0,84)	251,81 (97,08)	16,994 (14,56)

*Parantez içindekiler değerler standart sapma değerleridir.

Çizelge 4.3 Üretilen PVA/O Esaslı Biyobozunur Filmlerin UV 100 Saat Sonrası Çekme Direnci Özellikleri

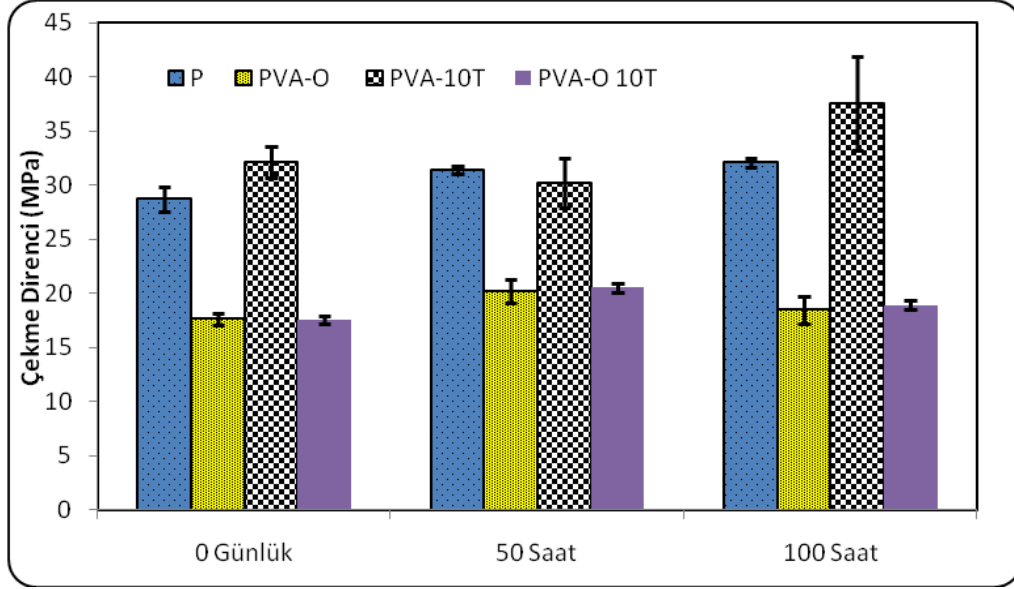
Grup Adı	Çekme Direnci (MPa)	Çekmede Elastikiyet Modülü (MPa)	Kopmada Uzama (%)
P	32,084 (0,85)	154,066 (23,86)	121,69 (16,22)
P-O	18,452 (2,50)*	459,696 (100,79)	19,62 (6,82)
P-10T	37,54 (8,77)	224,26 (60,33)	99,35 (10,74)
P-O 10T	18,934 (0,91)	599,942 (117,10)	11,658 (4,55)

*Parantez içindekiler değerler standart sapma değerleridir.

Saf PVA ve orman budama atığı kullanılarak üretilen PVA esaslı polimer kompozitlerin çekme özelliklerinin kıyaslanmasının daha iyi yorumlanması amacıyla TiO₂ oranının etkisi ve UV süresinin etkisi (50 ve 100 saat) aşağıda aynı grafikler üzerinde gösterilmiştir.

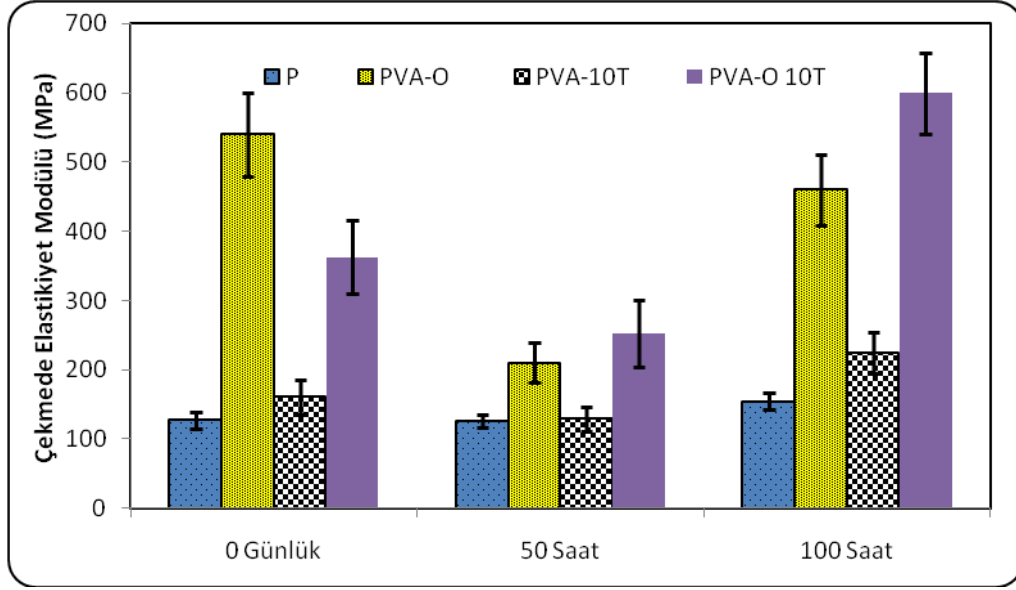
%30 orman budama atığı kullanılarak üretilen PVA esaslı filmlerde saf PVA'nın çekme direnci yaklaşık 28 MPa iken 50-100 saat UV testi yapılmasında sonra 31-32 MPa olduğu gözlemlenmiştir. %10 TiO₂ eklenmesiyle 50 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra çekme direncini değerlerinde azalma 100 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra ise artma olduğu bulunmuştur. %30 orman budama atığı eklenmesiyle 50 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra artma olduğu ancak 100 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra kontrol örneğine yakın değerler olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4).

%30 orman budama atığı ve %10 TiO₂ eklenmesiyle üretilen PVA esaslı kompozitlerin 50 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra artma olduğu ancak 100 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra kontrol örneğine yakın değerler olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4.).



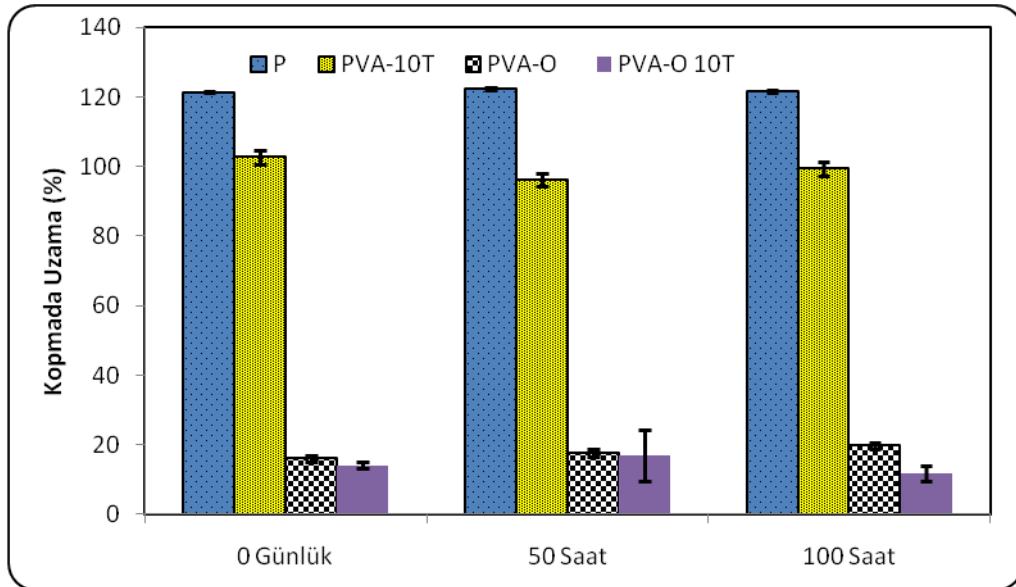
Şekil 4.4 UV Etkisine Maruz Bırakılan Örneklerin Çekme Direnci Değerleri

%30 orman budama atığı kullanılarak üretilen PVA esaslı filmlerde saf PVA'nın çekmede elastikiyet modülü değeri yaklaşık 127 MPa iken 50 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra elastikiyet modülü değerinde azalma görülürken 100 saat UV testi yapılmasından sonra artma gözlemlenmiştir. %30 orman budama atığı eklenmesiyle 50 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra önemli oranda azalma olduğu ancak 100 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra çok az bir azalma olduğu belirlenmiştir. %10 TiO₂ eklenmesiyle 50 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra çekmede elastikiyet direncini değerlerinde azalma 100 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra ise artma olduğu bulunmuştur. %30 orman budama atığı ve %10 TiO₂ eklenmesiyle üretilen PVA esaslı kompozitlerin 50 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra azalma olduğu ancak 100 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra önemli oranda artma olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 UV Etkisine Maruz Bırakılan Örneklerin Çekmede Elastikiyet Modülü Değerleri

Üretilen PVA esaslı filmlerde saf PVA'nın kopmada uzama değerlerinde 50 ve 100 saat UV testi yapılmasında sonra artma olduğu gözlemlenmiştir. %10 TiO₂ eklenmesiyle 50 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra kopmada uzama değerinde artma, 100 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra ise azalma olduğu bulunmuştur. %30 orman budama atığı eklenmesiyle 50 ve 100 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra artma olduğu belirlenmiştir. %30 orman budama atığı ve %10 TiO₂ eklenmesiyle üretilen PVA esaslı kompozitlerin 50 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra artma olduğu ancak 100 saat UV etkisine maruz bırakıldıktan sonra azalma olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.6).

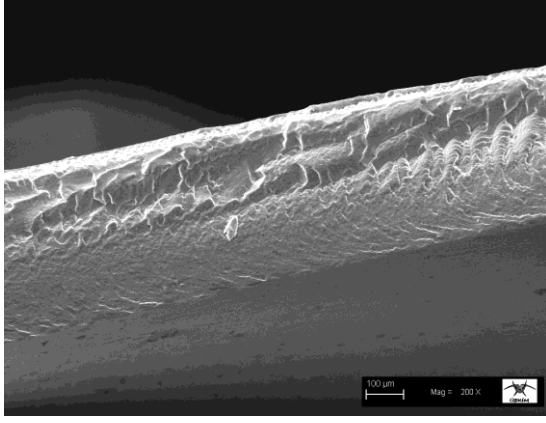


Şekil 4.6 UV Etkisine Maruz Bırakılan Örneklerin Kopmada Uzama Değerleri

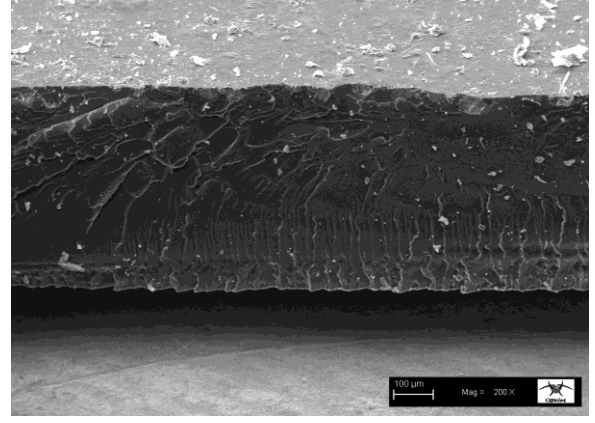
4.3 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

Çalışmanın bu kısmında üretilen PVA, PVA/YFK, PVA/O, PVA/TiO₂, PVA/YFK+TiO₂ ve PVA/O+TiO₂ kompozit filmlerin taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri Şekil 4.7'de verilmiştir. Şekil 4.7.a'da saf PVA'ya, Şekil 4.7.b'de PVA/TiO₂'e, Şekil 4.7.c'de %30 orman budama atığı ununa, Şekil 4.7.d'de PVA/O+TiO₂'e, Şekil 4.7e'de %30 yer fıstığı kabuğu ununa ihtiva eden örneklerle ait SEM görüntüleri mevcuttur. Şekil 4.7.f'de ise PVA/YFK+TiO₂ içeren örneğe ait SEM görüntüleri verilmiştir.

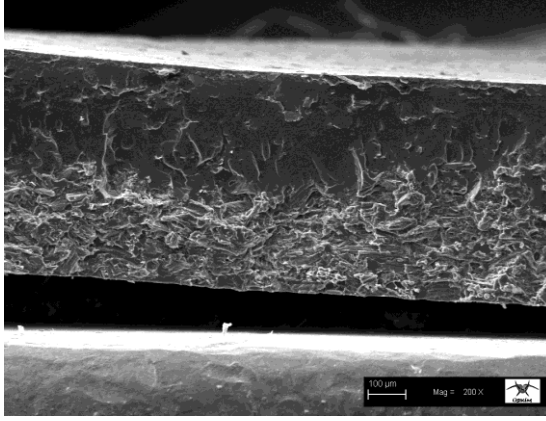
Üretilen örneklerin SEM görüntüleri incelendiğinde saf PVA'nın daha dalgalı bir yüzeylere sahip olduğu gözlemlenirken içerisine %10 TiO₂ eklenmesiyle üretilen örneklerin yüzeylerinde TiO₂ partiküllerinin görüntüğü tespit edilmiştir. (Şekil 4.7a ve 4.7b). PVA içerisine %30 orman budama atığı ve yer fıstığı kabuğu unu eklenmesiyle üretilen polimer kompozit filmlerin alt kısımlarda biriktiği belirlenmiştir (Şekil 4.7c ve 4.7e). Yerfıstığı eklenmesiyle elde edilen PVA esaslı polimer kompozitlerin görüntüsünde dolgu maddesinin homojen bir şekilde görüldüğü ve daha tok bir yapı şeklinde görüntü gözlemlenmiştir. Kompozit filmlerin içerisine yer fıstığı kabuğu ve titanyum dioksit eklenmesiyle dağılımın daha iyi olduğu dalgalanma ve gözenekli yapıların daha az olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.7f).



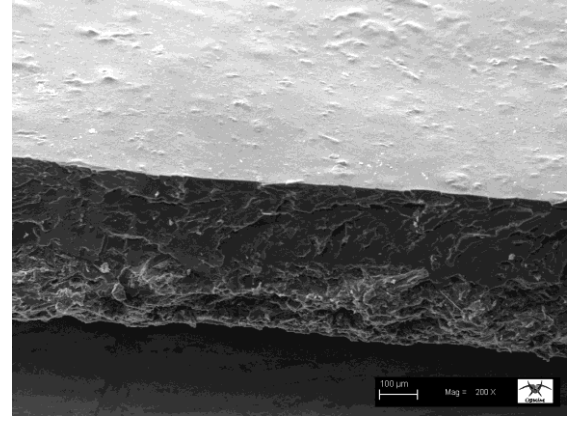
(a)



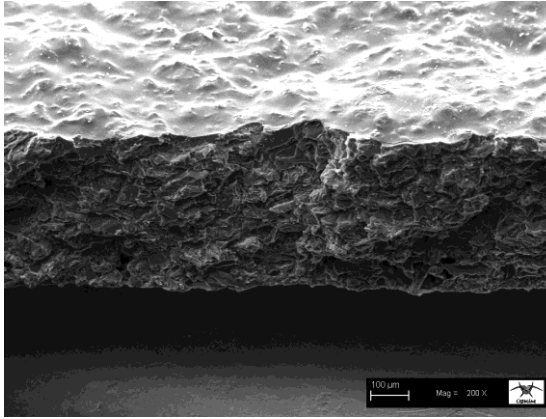
(b)



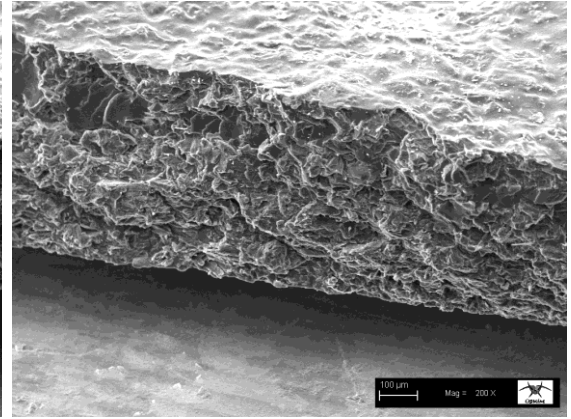
(c)



(d)



(e)



(f)

Şekil 4.7 Üretilen PVA, PVA/TiO₂, PVA/O, PVA/O+TiO₂, PVA/YFK, PVA/YFK+TiO₂ kompozit filmlerin taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri

4.4 Yer Fıstığı Kabuğunun Kimyasal Analizi

Yer fıstığı kabuğunun kimyasal içeriğinin belirlenmesi amacıyla çeşitli kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4.4'de yer fıstığı kabuğunun kimyasal içeriği

verilmiştir. Kullanılan yer fıstığı kabuğunun % 88,12 holoselüloz, % 53,09 selüloz, % 63,13 lignin ve 5,37 kül içerdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4 Yer fıstığı kabuğunun kimyasal içeriği

Kimyasal Analizler	(%)
Rutubet Tayini	12,28
Soğuk Su Çözünürlüğü	11,47
Sıcak Su Çözünürlüğü	16,98
% 1'lik NaOH Çözünürlüğü	29,51
Holoselüloz Tayini	88,12
Selüloz Tayini	53,09
Alfa Selüloz Tayini	64,79
Lignin Tayini	63,13
Kül Tayini	5,37

Wartelle ve ark., (2000) tarafından yapılan çalışmalarda yer fıstığı kabuğunun kimyasal analizinde; % 32,8 lignin, % 45,3 selüloz, % 8,1 hemiselüloz ve % 2,3 kül içerdiği belirlenmiştir.

5 SONUÇ VE ÖNERİLER

Yer fıstığı kabuğu (YFK) ve orman budama atığı (O) unları takviye edilerek PVA esaslı kompozit filmler üretilen bu çalışma sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

1. Yer fıstığı kabuğu (YFK) ve orman budama atığı (O) unları takviyeli PVA esaslı kompozit filmler cast yöntemi kullanılarak üretilmiştir.
2. PVA içerisine yer fıstığı kabuğu unu kullanılmasıyla üretilen PVA filmlerin çekme direnci değerlerinde önemli bir azalma belirlenmiştir. Matris içerisine % 30 yer fıstığı kabuğu unu ve % 5 TiO_2 katılmasıyla da çekme direnci değerlerinde azalma görülürken % 10 TiO_2 katılmasıyla üretilen saf PVA'nın çekme direnci değerlerinin arttığı, %30 yer fıstığı kabuğu unu kullanılarak üretilen kompozit filmlerin çekme değerlerini ise azalttığı tespit edilmiştir.
3. Orman budama atığı kullanılarak üretilen PVA esaslı polimer kompozitlerde takviye elemanı oranının artmasıyla çekme direnci değerlerinin azaldığı bulunmuştur. PVA filmlerin çekme direnci değerleri matris içerisine %30 orman budama atığı unu ve %5 TiO_2 katılmasıyla önemli oranda arttığı tespit edilmiştir. %10 TiO_2 katılmasıyla üretilen saf PVA'nın çekme direnci değerlerinin arttığı, %30 orman budama atığı unu kullanılarak üretilen kompozit filmlerin çekme değerlerini ise azalttığı belirlenmiştir.
4. PVA/YFK ve PVA/O esaslı kompozit filmlerin çekmede elastikiyet modülü değerleri incelendiğinde hem yer fıstığı kabuğu unu oranının hem de orman budama atığı unu oranının bu değerleri istatistiksel olarak arttırdığı görülmüştür. Lignoselülozik esaslı malzemelerin elastikiyet modülü değerleri PVA'nın elastikiyet modülünden çok daha yüksektir.
5. PVA içerisine katılan TiO_2 'in etkisi incelendiğinde saf PVA'nın çekmede elastikiyet modülü değerlerini artırdığı belirlenmiştir. %30 yer fıstığı kabuğu unu kullanılarak üretilen PVA esaslı polimer kompozitlerin çekmede elastikiyet modülü değerlerinde %5 TiO_2 eklenmesiyle azalma görülürken %10 TiO_2 katılmasıyla kontrol örneğine yakın değerler olduğu bulunmuştur.
6. %30 orman budama atığı kullanılarak üretilen PVA esaslı polimer kompozitlerin çekmede elastikiyet modülü değerleri incelendiğinde %5 ve %10 TiO_2 eklenmesiyle saf PVA'nın değerlerinde önemli bir değişimin olmadığı

- gözlemlenmiştir. PVA içerisine %5 ve %10 TiO₂ katılmasıyla kompozitlerin çekmede elastikiyet modülü değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir.
7. PVA filmlerinin kopmada uzama değerlerinin matrise yer fıstığı kabuğu unu ve orman budama atığı ilavesi ile ciddi oranda azaldığı bulunmuştur. PVA içerisine katılan TiO₂'in etkisi incelendiğinde saf PVA içerisine %10 TiO₂ eklenmesiyle kopmada uzama değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. %30 yer fıstığı kabuğu unu kullanılarak üretilen PVA esaslı polimer kompozitlerin değerlerinde önemli bir değişiklik olmadığı gözlemlenmiştir. Orman budama atığı unu kullanılarak üretilen PVA esaslı polimer kompozitlerin içerisine dolgu maddesi oranının eklenmesiyle kopmada uzama değerlerinde önemli oranda azalma olduğu belirlenmiştir.
 8. %30 orman budama atığı kullanılarak üretilen PVA esaslı filmlerde saf PVA'nın çekme direnci 50-100 saat UV testi yapılmasından sonra arttığı gözlemlenmiştir. PVA filmlerinin çekme direnci değerlerinin matrise %10 TiO₂ eklenmesiyle 50 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra azalma, 100 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra ise artma olduğu bulunmuştur. %30 orman budama atığı eklenmesiyle 50 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra artma olduğu ancak 100 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra kontrol örneğine yakın değerler olduğu tespit edilmiştir.
 9. %30 orman budama atığı ve %10 TiO₂ eklenmesiyle üretilen PVA esaslı kompozitlerin 50 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra çekme direnci değerlerinde artma olduğu ancak 100 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra kontrol örneğine yakın değerler olduğu belirlenmiştir.
 10. %30 orman budama atığı katılmasıyla PVA filmlerin elastikiyet modülü değerlerinde 50 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra azalma görülürken 100 saat UV testi yapılmasından sonra çok artma gözlemlenmiştir. %30 orman budama atığı eklenmesiyle 50 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra önemli oranda azalma olduğu ancak 100 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra çok az bir azalma olduğu belirlenmiştir.
 11. %10 TiO₂ eklenmesiyle 50 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra çekmede elastikiyet direncini değerlerinde azalma 100 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra ise artma olduğu bulunmuştur. %30 orman budama atığı ve %10 TiO₂ eklenmesiyle üretilen PVA esaslı kompozitlerin 50 saat UV testine

maruz bırakılmasından sonra azalma olduğu ancak 100 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra önemli oranda artma olduğu belirlenmiştir.

12. Üretilen PVA esaslı filmlerde saf PVA'nın kopmada uzama değerlerinde 50 ve 100 saat UV testi yapılmasında sonra artma olduğu gözlemlenmiştir. %10 TiO₂ eklenmesiyle 50 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra kopmada uzama değerinde artma, 100 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra ise azalma olduğu bulunmuştur.
13. %30 orman budama atığı eklenmesiyle 50 ve 100 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra artma olduğu belirlenmiştir. %30 orman budama atığı ve %10 TiO₂ eklenmesiyle üretilen PVA esaslı kompozitlerin 50 saat UV testine maruz bırakılmasından sonra artma olduğu ancak 100 saat UV etkisine maruz bırakıldıktan sonra azalma olduğu tespit edilmiştir.

Bu bilgiler ışığında aşağıdaki önerilerde bulunulabilir;

1. Farklı lignoselülozik malzemeler kullanılarak PVA esaslı kompozit üretimi ve bunların davranışları incelenmelidir.
2. Biyomalzemelerin geliştirilmesi hem akademik hem de endüstriyel olarak incelenmelidir.
3. Doğal atıkların ve doğada bozunabilen polimerlerin kompozit üretiminde kullanılması çevre kirliliğini azaltmakta ve doğal döngüye katkıda bulunmaktadır.
4. Bu doğrultuda daha fazla çalışma yapılmalı ve bu tip çalışmalara verilen destekler artırılmalıdır.

KAYNAKÇA

- ASTM (2000). "D 256: Standard Test Methods for Impact Resistance of Plastics and Electrical Insulating Materials" Philadelphia
- ASTM (2001). "D 638: Standard Test Methods for Tensile Properties of Plastics" Philadelphia
- ASTM (2001). "D 6662: Standard Specification for Polyolefin-Based Plastic Lumber" Philadelphia
- ASTM (2003). "D 790: Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials" Philadelphia
- Ahmad, S., Rafey, A., Singh, R.K., Verma, U.K. 1988. Respose of Graundnut Varietes to Different Spacing. Field Crop Abst. Vol: 41 No:3.
- Aksoy, H.G. 2014. PVA Esaslı Odun Polimer Kompozitlerin Üretimi ve Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Kahramanmaraş. 28s.
- Anderson, A. J., Dawes, E. A. 1990. Occurrence, Metabolism, Metabolic Role, and Industrial Uses of Bacterial Polyhydroxyalkanoate, Microbiol. Rev., 54: 450-472.
- Anonim, 1992. TAPPI Test Methods 1992-1993, Tappi Press, Atlanta, Georgia, USA.
- Anonim, 1998. Tappi Test Methods. Tappi Pres. Atlanta
- Anonim, 2005. Atlas Electronic Devices Company, Weathering Testing Guidebook. USA.
- Anonim, 2007. ASTM D1107-96 (2007), Standard Test Method for Ethanol-Toluene Solubility of Wood.
- Asmaz, H. 1993. Akdeniz Peyzajında Kızılçamın Önemi. Uluslararası Kızılçam Sempozyumu, Bildiriler Kitabı. Marmaris. s48-55.
- Arioğlu, H. 1992. Yağ Bitkileri: Cilt 1 (Soya ve Yerfıstığı) Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 35. Adana.
- Arioğlu, H. 2000. Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 220. Ders Kitapları Yayın No: A-70. Adana.
- Anşin, R. 1994. Tohumlu Bitkiler. KTÜ Orman Fakültesi Dergisi. Yayın No 122/15, Trabzon. 262s.
- Altuntaş, S., Cebel, N. 1992. Yerfıstığı Bitkisinde En Fazla Azot Tespit Eden Bakterilerin Sera ve Tarla Koşullarında Seçilmesi. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No: 188. Rapor Yayın No: R.106. Ankara.

- Bardakçı, S. 2007. Sol-jel Yöntemi ile Hazırlanan TiO₂ İnce Filmlerin Optik Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya. 73s.
- Berker, A. 1957. Kızılcıamda (Pinus Brutia) Teknolojik Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. İstanbul. Seri B Cilt:7, s2.
- Beasley, J.P. 1990. Peanut Growth and Development. The Cooperative Extension Service, The University of Georgia. SB 23-3, USA.
- Bozzi, A., Yuranova, T., Guasaquillo, I., Laub, D. and Kiwi, J. 2005. Self-Cleaning of Ödified cotton textiles by TiO₂ at Low Temperatures Under Daylight Irradiation, Journal of Photochemistry and Photobiology a Chemistry, vol 174, 156-164p.
- Chasin, M., Langer, R. 1990. Biodegradable Polymers as Drug Delivery Systems, Marcel Dekker, New York.
- Ceylan, S. 2014. Polivinil Alkol (PVA) Temelli Kriyojel Doku İskelelerinin Üretilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin Üniversitesi. Mersin.
- Davis, B.H. 1965. Flora of Turkey and The East Aegean Islands. Volume I, University of Edinburgh Press, p.74-75, Edinburgh.
- Erten, P., Taşkın O. 1985. Kızılcıam (Pinus Brutia Ten.) Kabuklarında Tanen Miktarının Saptanmasına İlişkin Araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü. Ankara. Teknik Bülten Serisi No:147.
- FAO, 2003. Role of Bio-Resources in Improving the Fertility of Coastal Sandy Soils For Sustainable Groundnut Production, <http://www.fao.org/>
- Feller, R.L. 1994. Accelerated Aging, Photochemical and Thermal Aspects, Printed in the United States of America.
- Finch, C.A. 1992. Poly(vinly alcohol) 2nd ed, Wiley, New York, 566-570
- Flores-Vazquez, M.A., Hernandez-Garay, M.P., Olivarez-Perez, A., Fuentes-Tabia, I., Ruiz-Limon, B. 2006. Conductive Polymer with PVA and FeCl₃ Fifth Symposium Optics in Industry, 6046: 1-6.
- Findlay, R.H., White, D.C. 1983. Polymeric Beta-hydroxyalkanoates From Environmental Samples and Bacillus megaterium , Appl. Environ. Microbiol., 45: 71-78.
- Garlotta D. 2001. A Literature Review of Poly(lactic acid), J. Polym. Environ., 9, 63-84. 232.
- Girgin, İ. 1983. İlmenitin Rutile Dönüştürülmesi Yöntemleri, Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, Madencilik Dergisi, Sayı 22, s1.
- Guan, K. 2004. Relationship Between Photocatalytic Activity, Hydrophilicity and Self-

- Cleaning Effect of TiO₂/SiO₂ Films, Surface and Coatings Technology, Vol 191, issues 2-3, 155-160p.
- Gugumus, F. 1987. The Use of Accelerated Tests in the Evaluation of Antioxidants and Light Stabilizers. Development in Polymer Stabilization. 8:239-289
- Gulmine, J.V., Janissek P. R., Heise H. M and Akcelrud L. 2003. Degradation Profile of Polyethylene after Artificial Accelerated Weathering, Polymer Degradation and Stability, 79: 385-397.
- Gürbüz, M., Solaş, A., Küçük, A., Göktaş, A., Doğan, A. 2008. Nanoteknoloji ile Çevre Dostu Fotokatalitik ve Anti Mikrobiyal Seramik Malzemelerin Üretilmesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi (Özel Sayı). Afyon. s217-221.
- Güzel, E. 1986. Çukurova Bölgesinde Yerfıstığı'nın Söküm ve Harmanlamasının Mekanizasyonu ve Bitkinin Mekanizasyona Yönelik Özelliklerinin Saptanması Üzerinde Bir Araştırma. TZDK Mesleki Yayınları, No: 47. Ankara, 1-19s.
- Gök, M., Doğan, K., Coşkan, A., Arıoğlu, H. 2004. Bakteriyel Aşılama ile Demir ve Molibden Uygulamalarının Yerfıstığı Bitkisinde Nodülasyon ve Biyomas Oluşumuna Etkisi. Tarım Sanayi Çevre-III. Ulusal Gübre Kongresi. Bildiriler Kitabı. Tokat. 2.cilt, s.909-920.
- Gök, M., Doğan, K., Coşkan, A., Arıoğlu, H. 2005. Yerfıstığı Bitkisinde Bakteriyel Aşılama ile Demir ve Molibden Uygulamalarının Yerfıstığı Bitkisinde Nodülasyon, N₂-Fiksasyonu ve Verime Etkisi. IV. Tarım Kongresi Bildiri Kitabı. Şanlıurfa. s844-852.
- Göksel, E. 1984. Kızılçamın Lif Morfolojisi ve Odunundan Sülfat Selülozu Elde Etme Olanakları Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. İstanbul. Yayın No: 3204-364. s120.
- Hartmann, M.H. 1998. High Molecular Weight Polylactic Acid Polymers. Biopolymers from Renewable Resources, 2nd ed., SpringerVerlag, Berlin. 367-411.
- Hassan, M.C., Peppas, A.N. 1999. Structure and Application of Poly(vinyl alcohol)Hydrogels Produced by Conventional Crosslinking or by Freezing/Thawing Methods. Polymer Science and Engineering Laboratories, 1283: 12-15 .
- Hayashi, S., Xu, J., Kazuyoshi, F., Asada, K., Hirai, T. 1994. Coloration Phenomena of Porous Poly(vinyl alcohol)-poly(vinyl acetate) Composites in Organic Solvents. Journal of Colloid and Interface Science, 163(2):315-26 .
- Hazer, B. 2001. Biyobozunur Plastik Ambalaj Malzemeleri. Çerçeve Çalışması.

- Zonguldak Karaelmas Üniversitesi. Zonguldak. 2-7s.
- Huntsman Tioxide Group, October 1999. TiInfo System. Manufacture and general properties of titanium dioxide pigments. England. 1-15.
- Jacques, L.F.E. 2000. Accelerated and Outdoor/Natural Exposure Testing of Coatings, *Progress in Polymer Science*, 25: 1337-1362.
- Kalappa, P., Lee J.-H. 2007. Proton Conducting Membranes Based on Sulfonated Poly(ether ether ketone)/TiO₂ Nanocomposites for a Direct Methanol Fuel Cell, *Polymer International*, 56: 371–375.
- Kayacık, H. 1965. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği, İÜ Orman Fakültesi Dergisi. Yayın No 1105/98, İstanbul. 390s.
- Ketola, W. D., Grossman D. 1994. Accelerated and Outdoor Durability Testing of Organic Materials (Hardcover), USA, 169-182.
- Koleske, V. J. 1995. Paint and Coating Testing Manual, American Society for Testing and Materials, 53: 643-653
- Kılıç, M., Güner, Ş.T. 2000. Göllhisar Kızılcam Meşçeresi. Orman Mühendisliği Dergisi, Burdur. 37 (5):18-21.
- Kouroush, S. 2015. Biyoesaslı/Biyobozunur/Kompost Edilebilir Antibakteriyel Polimerik Tarımsal Örtü ve Gıda Ambalaj Filmleri. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi. Ankara.
- Kurschner, K., Hoffer, A. 1969. Ein Neues Verfahren Zur Bestimmung der Zellulose in Hölzern und Zellstoffen. *Technologie und Chemie der Papier-u. Zellstoff-Fabrikation*. 26: 125-139.
- Lafferty, R.M., Korsatko, B., Korsatko, W. 1988. Microbial Production of Poly-β-Hydroxybutyric Acid, *Biotechnology*, Edited by H. J. Rehm and G. Reed, Volume 6b, Special Microbial Processes, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim.
- Lemon, R.G. and Lee, T.A. 1995. Production of Virginia Peanuts in the Rolling Plains and Southern High Plains of Texas. Texas Agricultural Extension Service. The A&M University System. L-5140. Texas.
- Lu, J., Wang, T., Drzal, L.T. 2008. Preparation and Properties of Microfibrillated Cellulose Polyvinyl Alcohol Composite Material. *ScienceDirect Composites:Part A*.39738-746.
- Lu, X., Lv, X., Sun, Z., Zheng, Y. 2008(a). Nanocomposites of Poly (L-lactide) and Surface-Grafted TiO₂ Nanoparticles: Synthesis and Characterization. *European Polymer Journal*, 44: 2476–2481.

- Mengeloğlu, F., Karakuş, K. 2008. Thermal Degradation, Mechanical Properties and Morphology of Wheat Straw Flour Filled Recycled Thermoplastic Composites Sensors ISSN 14224-8820.
- Munthoub, D.I. ve Rahman, W.A. 2011. Tensile and Water Absorption Properties of Biodegradable Composites Derived from Cassava Skin/Polyvinyl Alcohol with Glycerol as Plasticizer. Sains Malaysiana 40(7): s.713-718.
- Nan, Z., Wuyong, C., Shengli, L., Haibin, G., Yunzhou, L. and Lirong, J. 2005. Preparation and Characterization of Collagen-TiO₂ Nanocomposite Improved with Gluteraldehyde, Journal of the American Leather Chemists Association, Vol. 90, 197p.
- Pattee, H.E., Young, C.T. 1982. Peanut Science and Technology. American Peanut Research and Education Society. Texas 77995. USA
- Pişkin, E., Hoffman A.S. 1986. Polymeric Biomaterials. Applied Sciences, NATO ASI Series, Series E: No:106. Boston/Lancaster.
- Pool, R. 1989. In Search of the Plastic Potato, Science, 245: 1187-1189.
- Ruban, S.W. 2009. Biobased Packaging - Application in Meat Industry, Veterinary World, 2(2): 79-82 .
- Saçak, M. 2004. Polimer Kimyası, Gazi Kitapevi, Ankara, 975-8640-27-5.
- Smart, J. 1993. The Groundnut Crop. A Scientific Basis for Improvement. Department of Biology Southampton University, UK. Chapman and Hall London-Glasgow-Weinheim-Newyork.
- Stark, N.M., Matuana, L.M. 2004. Surface Chemistry Changes of Weathered HDPE/Wood-Flour Composites Studied by XPS and FTIR Spectroscopy, Polymer Degradation and Stability, Polymer Degradation and Stability, 86: P.1-9.
- Satoh, H., Mino, T., Matsuo, T. 1992. Uptake of Organic Substrates and Accumulation of Polyhydroxyalkanoates Linked with Glycolysis of Intracellular Carbohydrates Under Anaerobic Conditions in the Biological Excess Phosphate Removal Processes, Water Science Technology, 26 (5-6): 933- 942.
- Sayıłkan, F., Tatar, P., Asiltürk, M., Kiraz, N., Arpaç, E. ve Sayıłkan, H. 2006. VI. Uluslararası Boya, Vernik, Mürekkep ve Yardımcı Maddeler Sanayi Kongresi ve Fuarı, Sözel Sunumlar, Nano-Anataz TiO₂ Sentezi ve Fotokatalitik Aktivitesinin İncelenmesi. İstanbul.
- Silva, B.D.S., Ulhoa, C.J., Batista, K.A., Medeiros M.C.D., Filho R.R.S., Yamashita, F., Fernandes, K.F. 2012. Biodegradable and Bioactive CGP/PVA Film for Fungal

- Growth Inhibition. Carbohydrate Polymers. 89964-970.
- Srivastava, J., Srivastava, J.N., Alam, S., Mathur, G.N. 2006. Quantification of response Time in Poly(Vinly Alcohol)-Metal Complex Thermovhromic Polymeric Systems, Journal of Applied Polymer Science. 100: 4832-4834 .
- Spinu, M., Jackson C., Keating M. Y., Gardner K. H. 1996. Material Design in Poly(lactic acid) System: Block Copolymers, Star Homo- and Copolymers, and Stereocomplexes, J. Macromol. Sci. Pure Appl. Chem., A33, 1497- 1530.
- Taghizadeh, M.T., Sabouri, N. 2013. Biodegradation Behaviors and Water Adsorption of Poly(vinyl alcohol)/Starch/Carboxymethyl Cellulose/Clay Nanocomposites. Springer Open 3:51 doi:10.186/2228-5326-3-51.
- Tunçgenç, M. 2004. Genel Boya Bilgileri, Teknik Bülten, Akzo Nobel Kemipol A.Ş.
- TÜİK, 2006. Tarım İstatistik Verileri. Sorularla Resmi İstatistikler Dizisi.
- Yang, C.C. 2006. Synthesis and Characterization of The Cross-linked PVA/TiO₂ Composite Polymer Membrane for Alkaline DMFC. Journal of Membrane Science, 288: 51-60.
- Yıkar, M., Özüdoğru T. 2003. Yerfıstığı Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Yayınları, Sayı 3, Nüsha 11, Ankara.
- Yılmaz, M., Beyatlı, Y. 2003. Biyoplastik Polihidroksibütirat, Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi, 1 (9): 1-33.
- Yosmaoğlu, M. 2002. Yerfıstığı Raporu. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Araştırma ve Planlama Koordinasyon Kurulu Başkanlığı. Ankara.
- Yuranova, T., Mosteo, R., Bandara , J., Laub, D., Kiwi J. 2005. Self-Cleaning Cotton Textiles Surfaces Modified by Phoactive SiO₂/TiO₂ Coasting. Journal of Molecular Catalysis a Chemical. Vol:244, 160-167p.
- Washington University, 2004. Symposium, Green Packaging Report <http://depts.washington.edu/poeweb/gradprograms/envmgt/2004symposium/GreenPackagingReport.pdf>
- Wartelle, L.H., Marshall, W.E. 2000. Citric Acid Modified Agricultural by Products as Copper Ion Adsorbents. Advence in Environmental Resarch, 4, 1-7.
- Wise, L.E., Karl, H.L. 1962. Cellulose and Hemicellulose in Pulp and Paper Science and Technology, 1p.
- Woodruff, M.A., Hutmacher, D.W. 2010. The Return of a Forgotten Polymer- Polycaprolactone in the 21st Century. Progress in Polymer Scinece, 35, 1217-1256.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Cansu ÖZDER
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 01. 09. 1990 Besni / ADIYAMAN
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (506) 841 62 57
e-posta : cansuozer1@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	KSÜ / Orman Endüstri Mühendisliği	2016
Lisans	KSÜ / Orman Endüstri Mühendisliği	2013
Lise	Besni Süper Lisesi	2008

İş Denevimi

Yer	Görev	Yıl
-----	-------	-----

Yabancı Dil : İngilizce

Yayınlar :

1. **Bağış C.**, Avcı B., Yıldızci E.Ş., Bozkurt F., Başboğa H.İ., Mengeloğlu F., 2015. TiO₂ Kullanımının PVA Esaslı Biyobozunur Kompozitlerin Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi. 3. Ulusal Mobilya Kongresi.

Proje Denevimleri

1. “Kurak ve Yarı-Kurak Sahalarda Gerçekleştirilecek Ağaçlandırma Faaliyetlerinde Kullanılabilecek Prototip-Biyokompozit Fidan Tüplerinin Üretimi ve Laboratuar Şartlarında Bozunma Sürelerinin Tespiti” adlı TÜBİTAK 113O254 no’lu projede bursuyer.