



T.C.

**AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

***POPULUS NIGRA* L. (KARAKAVAK) TOHUM FİBERLERİ,
YUMURTA SARISI YAĞI VE KİTOSAN KARIŞIMLARINDAN
FİLM ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Abdulsalam Mohammed Mohammed Saleh REDHWAN

DANIŞMAN

Doç. Dr. Mehtap TEKŞEN

İKİNCİ DANIŞMAN

Prof. Dr. Murat KAYA

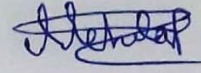
AKSARAY, 2020

Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 182307801 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi, **Abdulsalam Mohammed Mohammed Saleh REDHWAN** tarafından hazırlanan "**POPULUS NIGRA L. (KARAKAVAK) TOHUM FİBERLERİ, YUMURTA SARISI YAĞI VE KİTOSAN KARIŞIMLARINDAN FİLM ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Biyoloji Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Mehtap TEKŞEN

Aksaray Üniversitesi

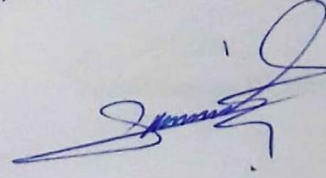
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Üye: Prof. Dr. Yavuz Selim ÇAKMAK

Aksaray Üniversitesi

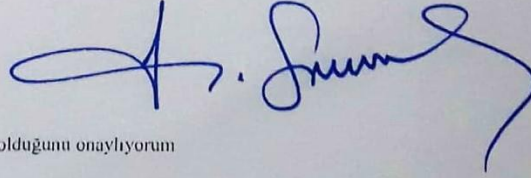
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Üye: Prof. Dr. Osman SEYYAR

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum



Tez Savunma Tarihi: 27/08/2020

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Doç. Dr. Mehmet Ali HINIS
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, çalışmamda kullandığım verilerin orijinallliğini ve her türlü intihalden uzak olduğunu beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.



Abdulsalam REDHWAN

TEŞEKKÜR

En başta; beni bugünlere getiren ve her koşulda beni destekleyip arkamda duran canım babam, annem ve ağabeyim olmak üzere, hocalarıma ve hayatım boyunca bana güzel şeyler öğreten tüm değerli insanlara teşekkür ederim. Hayatım boyunca cesaretlendirme ve her konuda destek ve anlayışları için ablam ve kardeşlerime teşekkür ediyorum.

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca bana göstermiş olduğu anlayış, manevi destek, sabır ve yardımları için, danışmanlık eden değerli danışman hocalarım Doç. Dr. Mehtap TEKŞEN'e ve tezimin laboratuvar çalışmaları ve sonuçların değerlendirilmesi için yardım ve bilgilerinden yararlandığım Prof. Dr. Murat KAYA'ya çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans süreci başlangıcından bu yana kadar desteklerinden dolayı değerli hocam Doç. Dr. Fazilet Özlem ALBAYRAK'a teşekkür ederim.

Deneyisel çalışmalarım sırasında ve tezimin yazımında tecrübelerinden yararlandığım ve yardımını esirgemeyen Arş. Gör. Bahar Yılmaz' a teşekkür ederim.

Aksaray Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne 2020-028 numaralı proje ile tezimi desteklediklerinden dolayı teşekkür ederim.

Abdulsalam REDHWAN

AKSARAY, 2020

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
3. MALZEME VE YÖNTEM	13
3.1 Kavak Tohumlarının Toplanması	13
3.2 Karakavak Tohum Tüylerinden Selülozik Mikrofiber Elde Edilmesi	13
3.2.1 Yumurta sarısı yağı elde edilmesi	14
3.3 Filmlerin Üretilmesi	14
3.3.1 Kitosan jeli hazırlama	14
3.3.2 Kompozit film hazırlama	14
3.4 Filmlerin Karakterizasyonu	16
3.4.1 Işık mikroskobu analizi	16
3.4.2 Taramalı elektron mikroskobu analizi (SEM)	16
3.4.3 Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi analizi (FTIR)	16
3.4.4 X-ışını kırınım yöntemi analizi (XRD)	16
3.4.5 Filmlerin topraktaki bozunurluğu	17
3.4.6 Filmlerin suda çözünürlüğü	17
3.4.7 Film kalınlığı	18
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	19
4.1 Işık Mikroskobu	19
4.2 SEM	19
4.3 FTIR	22
4.4 XRD	24
4.5 Filmlerin Topraktaki Bozunurluğu	25
4.6 Filmlerin Suda Çözünürlüğü	26
4.7 Film Kalınlığı	27
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	28
KAYNAKLAR	29
ÖZGEÇMİŞ	34

YÜKSEK LİSANS TEZİ

POPULUS NIGRA L. (KARAKAVAK) TOHUM FİBERLERİ, YUMURTA SARISI YAĞI VE KİTOSN KARIŞIMLARINDAN FİLM ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU

Abdulsalam REDHWAN

**Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Mehtap TEKŞEN

İkinci Danışman: Prof. Dr. Murat KAYA

ÖZET

Türkiye, bitki çeşitliği bakımından Orta Doğu ve Avrupa ülkelerine göre zengin ve ilginç ülkelerden biridir. *Populus nigra* Söğütgiller ailesine ait kavak ağacı olarak bilinen odunsu bir bitkidir. Türkiye'nin her yerinde kavak yetiştiriciliği kâğıt sanayi, mobilyacılık, ambalaj, sunta, kibrit gibi çeşitli ürünlerin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kavak ağacının tohum liflerinin (pamukçukları) halk arasında astım, alerji gibi hastalıklara sebep olduğunu ve bu liflerin polen taşıdığı söylenmektedir, Fakat *P. nigra*'nın lifleri sadece havada bulunan polenleri toplamaktadır ve tohumları hiçbir zaman alerjik veya başka hastalığa neden olmamaktadır. Bu nedenle atık olarak toplanıp yakılmaktadır. Bu da atmosfere yüksek oranda karbondioksit gazının salınımına sebep olmaktadır. Literatüre baktığımızda, *P. nigra*'nın tohum liflerinin yağ absorpsiyon çalışmaları ve karakterizasyonları vardır. Fakat biyoteknolojik bir ürün olarak değerlendirildiği bir çalışma bulunmamaktadır. Yumurta sarısı yağının, cildin yüzeyinde nem kaybını önleyici, cilt yumuşatıcı, antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri de bulunmaktadır. Ayrıca geleneksel olarak yanık yarası tedavilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Biyoyumlu, biyobozunabilir, toksik olmama, antioksidan ve antimikrobiyal aktivite gibi özelliklere sahip olan kitosan da, yanık yarası iyileştirme uygulamalarında çok kullanılan doğal bir polimerdir. Mevcut çalışmada ilk kez yumurta sarısı yağı emdirilmiş selüloz mikrolif temelli film üretimi yapılmıştır. Elde edilen filmlerin fiziko-kimyasal karakterizasyonu ışık mikroskopu, SEM, FTIR ve XRD, cihazları kullanılarak yapılmıştır. Filmlerin kalınlığı toprakta bozunurluk ve suda çözünürlüğü hesaplanmıştır. Ayrıca fiberlerin fizikokimyasal özellikleri ve yüksek seviyede yağ emme özelliğinden faydalanarak karakterizasyonu değerlendirip ileriye yönelik önemli bir alternatif ortaya konacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Populus nigra*, Selülozik Mikrofiber, Yumurta Sarısı Yağı, Kitosan.

Ağustos, 2020; 34 sayfa

M.Sc. THESIS

FILM PRODUCTION AND CHARACTERIZATION FROM *POPULUS NIGRA* L. (KARAKAVAK) SEED FIBERS, EGG YOLK OIL AND CHITOSAN MIXTURE

Abdulsalam REDHWAN

**Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehtap TEKŞEN

Co-Supervisor: Prof. Dr. Murat KAYA

ABSTRACT

Turkey, in terms of plant diversity is one of the richest countries, according to Middle East and European countries. *Populus nigra* L. is a woody plant known as poplar tree belonging to the Salicaceae family. Turkey poplar cultivation anywhere in the paper industry, furniture, packaging, chipboard, widely used in the manufacture of various products such as matches. It is said that the seed fibers (thrush) of the poplar tree cause diseases such as asthma and allergies among the public and these fibers carry pollen, but the fibers of *P. nigra* only collect the pollen in the air, its seeds never cause allergic or other diseases. Therefore, it is collected and burned as waste. This causes a high amount of carbon dioxide gas to be released into the atmosphere. According to literature, there are oil absorption studies and characterizations of *P. nigra* seed fibers. However, there is no study evaluating it as a biotechnological product. Egg yolk oil also has anti-moisture loss, skin softening, antioxidant and antimicrobial properties on the surface of the skin. It is also traditionally used in burn wound treatments. Chitosan, which has properties such as biocompatible, biodegradable, non-toxic, antioxidant and antimicrobial activity, is a natural polymer that is widely used in burn wound healing applications. In the present study, for the first time, a film based on cellulose microfiber impregnated with egg yolk oil was produced. Physico-chemical characterization of the films obtained was made using light microscope, SEM, FTIR and XRD devices. The thickness of the films, degradability in soil and water solubility were calculated. In addition, by taking advantage of the physicochemical properties of the fibers and their high level of fat absorption, an important alternative will be presented by evaluating the characterization.

Keywords: *Populus nigra*, Cellulosic Microfiber, Egg Yolk Oil, Chitosan.

August, 2020; 34 pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Kavak türlerinin dünya dağılımı, yeşil alanlar: doğal yayılış, mor alanlar yetiştirilerek doğallaşmış türler.	4
Şekil 2.2. Karakavak türünün Türkiye yayılışı.	4
Şekil 2.3. Karakavak'ın genel görünümü, yaprakları ve dişi çiçek durumu görünümü.....	5
Şekil 2.4. Karakavak'ın tohumlarının olgunlaşarak dağılmaya hazır haldeki görünümleri.	6
Şekil 2.5. Karakavak'ın tohumlarının rüzgâr ile dağılmış görünümü.	7
Şekil 2.6. Kavak fiberleri üzerinde su molekülü.....	8
Şekil 2.7. Kavak fiberlerinin içi boş fiber yapısı	9
Şekil 3.1. (a) Karakavak tohum fiberleri, (b) kitosan, (c) yumurta sarısı yağı.....	13
Şekil 3.2. Filmlerin hazırlaması.	14
Şekil 3.3. Elde edilen filmlerin genel görüntüleri (a) Kitosan kontrol, (b) Kitosan fiber, (c) Kitosan-fiber-yağ-1, (d) Kitosan-fiber-yağ-2.....	16
Şekil 4.1. Filmlerin ışık mikroskobu görüntüleri (a) Tüm filmlerin genel görünümü, (b) Filmlerin şeffaflık durumu, (c) Fiberlerin yüzeyde görünümü.....	19
Şekil 4.2. Filmlerin elektron mikroskobu görüntüleri (a) kitosan kontrol, (b) Karakavak fiberi, (c,d) kitosan-fiber, (e,f) kitosan-fiber-yağ-1, (g,h) kitosan-fiber-yağ-2.	21
Şekil 4.3. Filmlerinin FTIR spektrumları (a) kitosan kontrol, (b) kitosan-fiber, (c) kitosan-fiber-yağ-1, (d) kitosan-fiber-yağ-2, (e) Karakavak fiberi.....	23
Şekil 4.4. Filmlerin XRD spektrumları (a) kitosan kontrol, (b) kitosan-fiber, (c) kitosan-fiber-yağ-1, (d) kitosan-fiber-yağ-2.....	24
Şekil 4.5. Filmlerin toprakta bozunurluğu (a) 1. gün, (b) toprakta yerleştirilmesi, (c) 15 gün sonra.	26
Şekil 4.6. Filmlerin suda çözünürlüğü (a) kitosan kontrol, (b) kitosan-fiber, (c) kitosan-fiber-yağ-1, (d) kitosan-fiber-yağ-2.....	27
Şekil 4.7. Filmlerin kalınlıkları ölçümü (a) kitosan kontrol, (b) kitosan-fiber, (c) kitosan-fiber-yağ-1, (d) kitosan-fiber-yağ-2.....	27

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Türkiye’de yetişen Kavak (Populus) taksonları	3
Çizelge 3.1. Deney deseni.....	15
Çizelge 4.1. Kompozit filmlerin % toprakta bozunurlukları ve suda çözünürlükleri.	25



SİMGELER VE KISALTMALAR

CC	Kitosan Kontrol Film (Chitosan Control Film)
CF	Kitosan Fiber Film (Chitosan Fiber Film)
CFY1	Kitosan Fiber Yumurta Yağı-1
CFY2	Kitosan Fiber Yumurta Yağı-2
CrI	Kristalinite Değeri
FTIR	Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi
g	Gram
K	Kitosan
kDa	Kilodalton
M	Molar
mL	Milli Litre
mM	milimolar
rpm	Dakikada Devir Sayısı
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
SM	Çözünür Kütle,
Wf	Nihai Kuru Ağırlık.
Wi	Başlangıçtaki Kuru Ağırlık,
XRD	X-Işını Kırınım Yöntemi Analizi
°C	Santigrat Derece
%	Yüzde
°	Derece
μ	Mikro
μg	Mikrogram
μl	Mikro Litre
2θ	20° Deki Maksimum Şiddet Değeri

1. GİRİŞ

İnsan ırkının başlangıcından bu yana insanlar varlıklarını sürdürebilmek için bitkilere bağımlı kalmışlardır. Başlangıçta yiyecek ve barınaktan başka çok az şeye ihtiyaç duyan insanın uygarlık geliştikçe ihtiyaçları artmış ve çeşitlenmiştir. Bu nedenle ham maddeleri faydalı malzeme ve ürünlere çevirme ihtiyacı duymuşlardır. Yiyecek, giyim, barınak gibi temel ihtiyaçlarla beraber diğer faydalı ürünlerin kökeni bitkilere dayanmaktadır. Hastalık tedavisinde kullanılan ilaçların çoğu bitkilerden elde edilmektedir. Örneğin; inşaat, ilaç gibi birçok endüstri hammadde bakımından bitkilere bağlıdır (Ketenoglu vd., 2011).

Biyolojik atıklar büyük miktarlarda çöp oluşumu ve çevre kirliliğine neden olmaktadır. Biyolojik atıkların kullanımı bir çok yönden yararlıdır ve değerli malzemelere dönüştürülmesi son zamanların en çok araştırılan konulardan biri olmuştur (Gaur vd., 2020). Dünyada çevre kirliliği bitkisel ürünlerin üretimi ve dağılımı ulusların ekonomik ve sosyal hayatlarında hem iç hem de uluslararası ilişkileri etkileyen bir öneme sahiptir (Ketenoglu vd., 2011). Dünyanın birçok bölgesinde çok miktarlarda meydana gelen ağaç kalıntıları çevrede atık oluşturur. Bitkisel atık ürünleri koku, toprak kirliliği ve böcek barınağı üretir, bu yan ürünler daha fazla işlenmezse bu durum çevre kirliliğini artırabilir (Shalini ve Gupta, 2010). Çevrenin korunması ve sürdürülebilir kalkınma için, atık malzemelerden selüloz fiber üretimi konusunda kapsamlı araştırmalar yapılmıştır.

Bir biyolojik atık olan karakavak (*Populus nigra* L.) tohumlarının etrafında bulunan selülozik liflerin hidrofobik, ve oleofilik özellikleri taşıdığı bilinmektedir (Wang vd., 2015; Gurarslan ve Narinç, 2019). Yumuşak ve ipeksi bir dokunuşa sahip selülozik bir lif türüdür. Lifler ile ilgili yapılan bir çalışmada liflerin içinin boş olduğu gösterilmiştir (Likon vd., 2013). Doğa tarafından geliştirilmiş tohum dağılımı amacıyla tasarlanan kavak tohumu liflerinin fiziksel özellikleri, tekstil ve ısı yalıtım uygulamaları için idealdir. Ayrıca, kavak tohumu tüy lifleri yenilenebilir bir kaynaktan elde edilir, biyolojik olarak parçalanabilir (Chen ve Cluver, 2010). Çalışmanın ham maddesini oluşturan Karakavak Türkiye’de doğal olarak yetişir ve ekonomik kullanımı yaygın bir ağaç türüdür. Türkiye’nin hemen hemen her yerinde yetişmekte ve yetiştirilmektedir.

Kavak ağaçları, kereste, yonga levha, lif levha, ambalaj, kibrit, mobilya ve inşaat malzemesi olarak endüstride, rüzgâr perdesi, çit olarak, toprak ve su koruma amaçlı tarım alanlarında, akarsu yataklarının ıslahında, boşaltılmış maden sahalarının ağaçlandırılmasında, ağır metallerce kirletilmiş toprakların temizlenmesinde kullanılmaktadır (Ball vd., 2005). İçlerinin boş olması, ince, hafif, hidrofobik ve oleofilik özellikleri kavak tohum liflerini değerli kılmaktadır. Bu özellikler ile çevre dostu materyal arayışına çare olabileceği düşünülmektedir. Karakavak tohum tüyleri petrol kaynaklı ürünlerin yerine tercih edilebilecek iyi bir seçimdir. Halkın hafızasında oluşan çevre ve sağlığa verdiği zarar konusunda bilgilendirme ve doğa kaynaklı ürünlerin desteklenmesi için çalışmalar sürdürülmektedir.

Son zamanlarda antioksidan özelliği, biyouyumlu, biyobozunur, toksik olmayan, antimikrobiyal gibi birçok umut verici özelliğe sahip olan kitosan, yenebilir film üretim teknolojisinde kitosan bazlı filmlerin alternatif olarak kullanılabileceği ortaya koyulmuştur (Tamer vd., 2016). Doğal polimerler bazlı biyolojik filmler, gıdalara ve ilaçlara uygulanabilirlikleri nedeniyle diğer filmlerden daha fazla ilgi çekmiştir (Nsereko vd., 2002). Kitosan bazlı kompozit film üretilmesinde yenilebilir bitkisel yağları kullanılarak birçok film üretilmiştir. Çalışmada karakavak tohum tüylerinin yağ tutma özelliğini değerlendirmek amacıyla yumurta sarısı yağı emdirilerek filmleri oluşturulmuştur. Yumurta sarısı yağı halk arasında ve literatürde özellikle yara iyileştirici ve cilt sıkılaştırıcı özellikleri ile bilinmektedir. Aynı zamanda toksik olmayan topikal olarak kullanan bir doğal yağdır (Sharma vd., 2019).

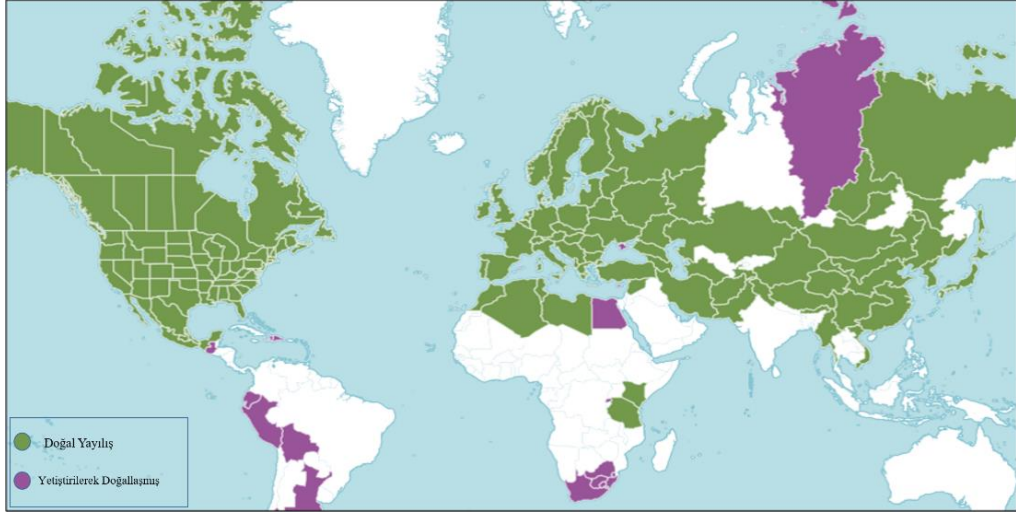
Bu çalışmada, ilk kez karakavak tohum tüylerinin yumurta sarısı yağı emdirilmiş doğal filmi elde edilmiştir. Bu çalışmanın ana bulguları olarak karakavak yağ tutma özelliği bilinen tohum tüylerinin karakterizasyonu ve elde edilen selüloz mikrofiberlere yumurta sarısı yağı emdirilmiş film üretimi ve bu filmlerin ileriye dönük yanık yarası tedavisi için kullanılabilir medikal bir ürün olabileceği ön görülmektedir. Daha sonra, film kalınlığı, toprakta bozunurluk, suda çözünürlüğü, Taramalı elektron mikroskobu analizi (SEM), fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) ve X-Işını kırınım yöntemi (XRD) analizleri ile fizikokimyasal özellikleri belirlenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Karakavak kapalı tohumluların Salicaceae (Söğütgiller) familyasından *Populus* cinsine dâhildir ve anavatanı Avrupa, Güneybatı ve Orta Asya olan Türkiye’de de doğal olarak yetişen bir kavak türüdür (URL-1). Dünyada yetişen 58 türün 24’ü melezdır. Türkiye’de ise 4 tür, 1 alttür ve 3 melez tür ile birlikte 8 takson bulunmaktadır. Türkiye’de yetişen taksonlar ve halk arasında kullanılan yaygın isimlerden yola çıkılarak verilen bilimsel Türkçe isimleri Çizelge 2.1’de verilmiştir (URL-2; Güner vd., 2012). Kavak türlerinin dünya dağılımı Şekil 2.1’de verilmiştir.

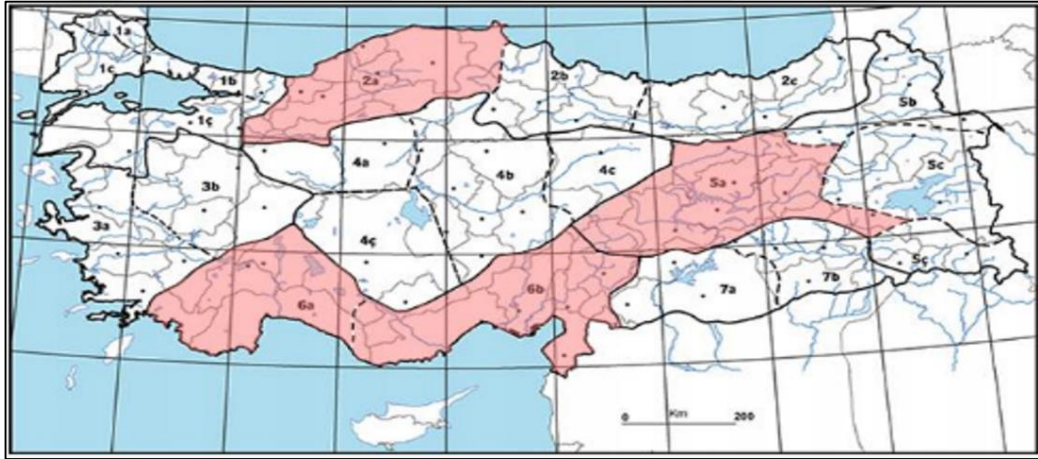
Çizelge 2.1. Türkiye’de yetişen Kavak (*Populus*) taksonları (URL-1; URL-2; Güner vd., 2012).

	Türler	Alttürler	Türkçe ad
1.	<i>Populus afghanica</i> (Aitch. & Hemsl.) C.K.Schneid.		selvikavağı
2.	<i>Populus alba</i> L.	<i>Populus alba</i> var. <i>alba</i>	akkavak
3.		<i>Populus alba</i> var. <i>pyramidalis</i> Bunge	akkavak
4.	<i>Populus × canescens</i> (Aiton) Sm.		bozkavak
5.	<i>Populus × hybrida</i> M.Bieb.		melezkavak
6.	<i>Populus nigra</i> L.		karakavak
7.	<i>Populus tremula</i> L.		titrekkavak



Şekil 2.1. Kavak türlerinin dünya dağılımı, yeşil alanlar: doğal yayılış, mor alanlar: yetiştirilerek doğallaşmış türler (URL-1).

Karakavak türünün Türkiye yayılışı Şekil 2.2’de verilmiştir. Kaynaklarda Batı Karadeniz Bölümü, Yukarı Fırat Bölümü, Antalya Bölümü, Adana Bölümü’nde doğal yayılış gösterdiği belirtilmekle birlikte tüm Türkiye’de yetiştirilen bir türdür (Yaltırık, 1973; Browicz ve Yaltırık, 1982; Güner vd., 2012; URL-2).



Şekil 2.2. Karakavak türünün Türkiye yayılışı (URL-2).

Karakavak 30 m’ye kadar boylanabilen geniş tepeli ağaçlardır. Kalın kabukludur, eski gövdeler üzerinde siyahımsı, derin çatlaklar bulunur. Sürgün ve yapraklar çıplaktır. Genç sürgünler köşeli değildir. Uzun sürgünler üzerindeki yapraklar geniş üçgen biçimindedir. Ayanın boyu, eni kadar veya daha enli ve geniş olup yaprak sapı tarafındaki dip kısmı geniş kama şeklindedir. Kısa sürgünler üzerindeki yaprakların ise boyu eninden daha uzun, eşkenar dörtgen şeklinde olup uzun bir damla ucu ile

sonlanır. Yaprak ayasının kenarları düzgün ve çok sayıda küçük dişlidir (30-40 çift). Yaprak sapı uzun (4-6 cm), ince ve yan taraflarından basıktır. Çiçek kurulunun eksenini tüysüzdür. Çiçeklerin çok kısa sapları vardır. Erkek çiçek durumu 5-6 cm, dişi çiçek durumu 6-8 cm uzunluğundadır. Ovaryum küreseldir. Mart ve Nisan aylarında çiçeklenir ve Mayıs, Haziran aylarında tohumları olgunlaşır. Tohumlar, uzun ipeksi tüyler sayesinde rüzgâr aracılığı ile dağılır (Yaltırık, 1973; Browicz ve Yaltırık, 1982). Şekil 2.3 ve Şekil 2.4'te karakavak türüne ait fotoğraflar verilmiştir. Bu fotoğraflarda ağacın genel görünümü, yaprak şekilleri, çiçek durumu ve dağılmaya hazır haldeki, ipeksi tüylü tohumlar ve rüzgâr ile dağılan ve atık halde çevrede yığınlar oluşturan tohumlar görülmektedir (Şekil 2.5).



Şekil 2.3. Karakavak'ın genel görünümü, yaprakları ve dişi çiçek durumu görünümü (URL-3).

Karakavak ağacı geçirgen, gevşek ve nemli toprağı, güneşli bölgeleri tercih eder. Toprağı uyum sağlama yeteneğı çok yüksek, soğuşa ve dona dayanıklı bir türdür. Nehir ve su kenarlarında ve çayırıklarda sık sık rastlanır. Kök sistemi yayvandır ve hızlı büyüyen bir ağaçtır (Kayacık, 1981; Pamay, 1992; Yaltırık, 1993).

Kavakların kükürt dioksit (SO₂) gazına karşı “nispeten duyarsız” bitkiler arasında yer alması, bundan dolayı da çeşitli kavak türlerinin şehirlerdeki kirli hava şartlarına dayanıklı olması şehir içi ağaçlandırmalar, özellikle yol ağaçlandırmaları açısından olumlu özelliklerindendir (Avşar ve Tolga, 2010). Kavakların birçok ağaç türüne göre nispeten kısa ömürlü olması (40-300 yıl), bundan dolayı çürümenin erken başlaması, yaşları ilerledikçe gövde ve dallardaki çürümeler sebebiyle rüzgâr ve karın da etkisiyle

çoğu kez dal ve gövde kırılmalar, devrilmelerle karşılaşılabilir. Ayrıca kavak ağaçlarından yayılan ve havada uçan pamukların zaman zaman öksürüğe yol açabildiği, insanları psikolojik açıdan rahatsız ettiği, belirli bir süreyle çevrede, ev ve iş yerlerinde kirliliğe yol açmakta olduğu düşünülmektedir (Avşar ve Tolga, 2010).

Tohum fiberi denildiğinde ilk akla gelen doğal fiber pamuk (*Gossypium hirsutum* L.)'tur. Her ikisi de bir tohum fiberi olduğundan, kavak fiberleri gerek fiber yapısı gerekse özellikleri bakımından çoğunlukla pamuk fiberleri ile kıyaslanmaktadır (Mohanty vd., 2005).



Şekil 2.4. Karakavak'ın tohumlarının olgunlaşarak dağılmaya hazır haldeki görünüşleri (URL-4; Chen ve Cluver, 2010).

Dioik olan kavaklarda, özellikle titretilen kavakların erkek çiçeklerinin çevreye saçtığı polenler düşük derecede alerjen grupta yer alıp, bazı hassas bünyeli kişilerde deri kızarıklıklarına ve saman nezlesine sebep olmaktadır. Çocuklarda sanıldığı gibi aksine akkavak poleni alerjisi düşük oranda bulunmuş, aynı dönemlerde esas şikâyetleri artıran alerjenlerin çayır ve tarla bitkileri polenleri olduğu belirlenmiştir (Avşar ve Tolga, 2010; Doğan ve Tamyüksel, 2014). Özellikle karakavak ve melezleri, şehirler ve çevrelerinde en yaygın şekilde yetiştirilen kavaklardır. Kavak bireylerinin tohumları olgunlaşıp atmosfere salınmaya başladığı zaman çok alerjen özelliğe sahip Poaceae (Buğdaygiller) familyası bireylerinin polenlerini çok yoğun olarak atmosfere saldıkları erken yaz dönemine rastlamaktadır. İnsanlar, solunumla atmosferden aldıkları bu polenleri çıplak gözle göremedikleri ve o dönemde çevrelerinde sadece yoğun bir şekilde uçan kavak tohumlarını gördükleri için bütün sorumluluk kavak türlerine yüklenmektedir. Tohum meydana getiren dişi kavak bireyleri çevrede geçici bir kirliliğe neden olabilirler, ancak asla polen oluşturup insanlarda alerjik

reaksiyonlara neden olmazlar (Doğan ve Tamyüksel, 2014). Aslında rahatsızlık duyulan kavağın poleni değil tohumu taşıyan selüloz mikrofiberleri olduğu bilinmektedir. Halk kavak polenlerinin farkında bile değildir.



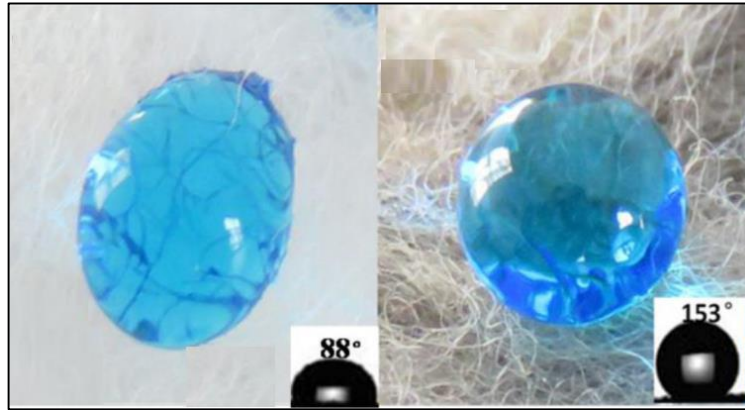
Şekil 2.5. Karakavak'ın tohumlarının rüzgâr ile dağılmış görünümü (URL-5; URL-6).

Tohum oluşurken bunun etrafını saran beyaz renkli selüloz iplikçiklerin görevi tohumun su kaybetmesini önlemek, tohumun yüzey alanını genişleterek tohumu hafifletmek ve böylece hava akımlarıyla tohumun ana bitkiden çok uzak mesafelere yayılmasını sağlamaktır. Ayrıca tohum yere indiğinde onun çimlenebileceği uygun bir ortama tutunmasına yardım etmektedir. Doğan ve Tamyüksel (2014) bahar aylarında etrafa yayılan tohum taşıyan pamukçukların, polen zannedilmesi ve bunların da alerjiye sebep olduğu düşünülmesinden dolayı kavaklara karşı halkın ve yerel yönetimlerin olumsuz tepkileri görülmekte olduğunu belirtmektedirler. Hatta bazı bölgelerimizde, halkın da baskısıyla yerel yönetimlerin kavağa karşı adeta savaş açtıkları ve bölgelerindeki kavak ağaçlarını kitle halinde kestirdiklerini beyan etmektedirler (Doğan ve Tamyüksel, 2014). Bu sebeplerden dolayı şehir içinde ve çevrelerinde kavak ağacı dikimi ve yetiştirme kısıtlanmaktadır.

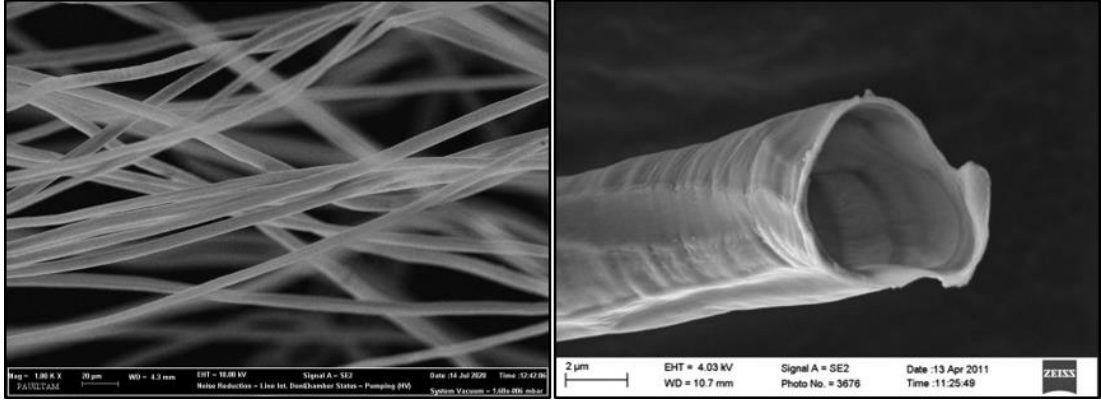
Endüstride, tarımda, ağaçlandırmada ve fitoremediasyon gibi birçok alanda kullanılmalarına rağmen zararlı ve atık bir malzeme olarak düşünülen tohum lifleri son yıllara kadar önemsenmeyerek inceleme ve kullanım alanı bulamamıştır. Son yıllarda birçok araştırmacı kavak liflerinin mikro morfolojik özellikleri, biyokimyasal aktiviteleri gibi özelliklerini inceleyerek yaptıkları çalışmalarda kullanım alanı önermektedirler. Zamanımızda özellikle kullanım alanı bulan pamuk ve kapok gibi materyaller ile kıyaslanmakta ve bunlardan kısa boylu liflerin içi boş, ince, hafif, hidrofobik ve

oleofilik özellikleri kavak tohum liflerini değerli kılmaktadır. Bu özellikler ile çevre dostu materyal arayışına çare olabileceği düşünülmektedir.

Kavak tohumlarının etrafında bulunan selülozik lifler hidrofobik ve oleofilik özellikler taşırlar (Şekil 2.6) (Wang vd., 2015). Yumuşak ve ipeksi bir dokunuşa sahip selülozik bir lif türüdür. Bu lifler içi boş ve yuvarlak çaplardadırlar (Şekil 2.7) (Likon vd., 2013). Düşük yoğunluğu ve su üzerinde batmadan yüzebilme kabiliyetine sahip, kolay ulaşılabilir, yenilenebilir, biyobozunur, güvenli, çevre dostu, tasarruflu ve insan vücuduna zararsız olması sebebiyle son yıllarda ilgi gören materyallerden biri haline gelmektedir. Sürdürülebilirlik yanı sıra yenilenebilir alternatif doğal kaynakların daha fazla dikkat çekmeye başladığı bir ortam içerisindeyiz. Kavak fiberleri oldukça önemli bir ham madde kaynağı olarak kullanılabilir. Suyu bulaşan çeşitli yağ türevli atıkların uzaklaştırılması, ses ve ısı yalıtımı malzemeleri ve biyoyakıttan elektrokimyasal depolama malzemeleri gibi çevre ve canlı sağlığı için önemli kullanım alanları bulabilecektir. Suda batmayan özelliği sayesinde can yeleği gibi ürünlerin tasarlanmasında, su üzerinde yüzebilmesi istenen ürünlerin üretiminde, biyokit üretiminde, kimyasal test kâğıdı üretiminde, pansuman ve malzemeler için bakım kâğıdı, tıbbi emilebilir sütür, elyaf kurutucu ve laboratuvar için özel sıvıları emme özelliği olan kâğıt üretiminde de kullanılabilir.



Şekil 2.6. Kavak fiberleri üzerinde su molekülü (Wang vd., 2015).



Şekil 2.7. Kavak fiberlerinin içi boş fiber yapısı (Likon vd., 2013).

Kimyasal bileşimi esas olarak lignoselüloz olan kavak liflerinin ipliğe dönüşmesi için lif boyu çok kısa, fakat pamuk ve yünden daha incedir. İçleri boş olmasından dolayı da çok daha hafiftir. Su ile kavak fiber yüzeyi arasındaki temas açısı 150° olarak bildirilmiştir. Boş lümen ve hidrofobik özelliği, kavak lifini yağ emme uygulamaları için ideal bir aday haline getirmektedir (Gürarslan ve Nariñ, 2018).

Gürarslan ve Nariñ (2018) gül yağı ve toluen emilimini araştırdıkları makalede kavak liflerinin içi boş yapısının ve oleofilik özelliklerinin onları umut verici ve sürdürülebilir yağ emici adaylar haline getirdiğini belirtmektedirler (Gürarslan ve Nariñ, 2018).

Wahi vd. (2013)'e göre hem doğal hem de sentetik kaynaklardan elde edilen yağlı atık suların kalıcı çevresel kirleticiler olduğunu belirterek uygun şekilde arıtılmadığı takdirde sağlık tehlikelerine sebep olabileceği gibi kaplama özellikleri, hoş olmayan görünüş ve kokusu nedeniyle sucul organizmalar, insan ekonomisi ve turizm faaliyetleri üzerinde olumsuz etki yaratmaktadır. Atık sudaki yağ parçacıklarının kökenini ve özelliklerini ve uzaklaştırılması için mevcut çeşitli yöntemlerden bahsedildiği çalışmada sentetik yağ emicilerin aksine, bitki ve hayvan kalıntılarından veya minerallerden elde edilen doğal emiciler, atık sudan yağ uzaklaştırma alternatifleri arasında olduğuna dikkat çekilmektedir. Organik lifli sorbentler nispeten yüksek emme kapasitesine sahiptir. İnorganik sorbentler ise düşük yağ emme kapasiteleri ve düşük kaldırma kuvvetleri nedeniyle daha az tercih edilmektedir. Ayrıca, organik lifli sorbentler düşük maliyetli, çevre dostu, daha yüksek yağ geri kazanımı ve biyobozunurluğa sahiptirler (Wahi vd., 2013).

Likon vd. (2013) önemli doğal bir lif kaynağı olan karakavak fiberlerinin yağ emme özelliklerini araştırmışlardır. Kavak fiberleri, hidrofobik mumsu kaplama ile kaplanmış lignoselülozik malzemeden oluşan içi boş liflerdir. Yapılan çalışmada kavak tohum liflerinin, kimyasal, fiziksel ve mikro yapısal özellikleri, ağır motor yağı ve dizel yakıt için yüksek emme kapasitesi ile süper emici özellik göstermesinden dolayı süper yağ emicilerin üretimi için ümit verici bir doğal kaynak olduğunu belirtmişlerdir. İçi boş selülozik fiber yapısı ile yüksek hidrofobik ve oleofilik özelliklerinden dolayı endüstriyel hammadde olarak kullanılabilirler (Likon vd., 2013). Kavak fiberleri, endüstride en fazla kullanılan kapok fiberlerine kıyasla (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.) çok daha kısa, çapının iki kat daha dar, fiber çeperininin dört kat daha ince ve lif yoğunluğunun çok daha düşük olması sebebiyle daha kullanılabilir bir materyaldir. Pamuk ve kapok liflerine göre yağ emme özelliği daha fazladır (Likon vd., 2013). Sürdürülebilirliği, düşük karbon ayak izine sahip olması, düşük enerjili ve temiz bir biyomalzeme olarak yağ emici üretimi için kullanılması önemlidir (Likon vd., 2013).

Bitkilerden halk arasında yanık ve yara iyileştirmede uzun yıllardır yararlanılmıştır. Bitkilerin içerdikleri alkaloidler, flavonoidler gibi sekonder bileşiklerin yanık yaralarının iyileşme sürecinde önemli rol oynayabileceği düşünülerek yanık iyileştirici aktiviteleri çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiş ve bitkilerdeki fitokimyasalların farklı yanık derecelerinde iyileşme sürecinde pozitif aktivite gösterdiği anlaşılmıştır (Göç ve Mat, 2019). Özellikle *Hypericum perforatum* L., *Sesamum indicum* L., *Brassica oleracea* L., *Plantago major* L., *Sambucus nigra* L., ve *Aloe vera* L. yanık tedavilerinde kullanılan türlerdir (Göç ve Mat, 2019). Göç ve Mat (2019) derlemesinde karakavağın da yanıklarda antibakteriyel ve antioksidan özelliklerinden dolayı ağrı kesici olarak da kullanıldığını belirtmişlerdir.

Yanıkların tedavisinde geleneksel kullanımda yer alan birçok bitkisel ürün (bitkisel karışımlar, maserasyon ile elde edilen kantaron yağı, bal, yumurta sarısı yağı gibi hayvansal ürünler ve tıbbi olarak reçete edilebilen malzemeler kullanılmaktadır. Yanıkların tedavisinde birincil amaç enfeksiyonu önlemek, daha sonra epitel hücrelerinin çoğalmasını teşvik etmektir (Yenilmez vd., 2015).

Yumurta yağı, standart tavuk yumurtalarından ekstrakte edilen doğal yağdır ve kozmetik ve kozmetik ürünlerin yararlı bir bileşenidir ve bir anti-oksidan, nemlendirici, penetrasyon artırıcı, yumuşatıcı, cilt yumuşatıcı ve anti-bakteriyel ajan gibi davranır (Sharma vd., 2019). Etkili, güvenli, toksik olmayan, yatıştırıcı ve topikal olarak uygulanan bir doğal ürün olan yumurta yağı, cildin yüzeyinde nem kaybını önleyen ve cilt gözeneklerinin tıkanmasını önleyen hafif bir koruyucu bariyer oluşturur (Sharma vd., 2019). Kliniklerde akut ve kronik egzama (Wu vd., 2016) yanı sıra yumurta yağı her türlü yanık yarasını tedavi etmek için yaygın olarak kullanılır (Rastegar vd., 2011). Modern farmakolojik çalışmalar, yumurta yağının analjezik, anti-oksidatif ve yaşlanma karşıtı özelliklere sahip olduğunu ve hafızayı geliştirdiğini, kan yağını azalttığını ve mikrosirkülasyonu ve ödemi iyileştirdiğini göstermiştir (Xiong vd., 2014). Her yıl milyonlarca insan yanık yaralanmalarına maruz kalmaktadır ve bu dünyada ölüm ve sakatlığın önemli bir nedenidir. Bu nedenle, lokal ve etkili bir yara iyileştirici ilaç ihtiyacı ve enfeksiyonun önlenmesi için krem yapısında ürünler yanık yaralanmalarının tedavisinde en sık kullanılan topikal tedavidir (Hosseini vd., 2017).

Kitosan, son yıllarda artan ilgi gören ıslak mukavemet ajanları için umut verici bir adaydır (Nada vd., 2006). Kitosan, yeryüzünde ikinci bol doğal polimer olan kitinin deasetillenmiş ürünleri olan amino ve hidroksil gruplarını içeren bir polisakkarittir (Muzzarelli vd., 1997; Rinaudo vd., 2006). Asidik koşullarda suda çözünür hale gelir ve asetilasyon derecesi 0.5'den düşüktür. Kitosanın işlenmesi nispeten kolaydır ve nötr ortamda çözünmezliğine bağlı olarak fiber, nanofiber, film, kapsül, boncuk, sünger, jel, toz veya tablet olarak kullanılabilir (Rinaudo, 2006).

Kitosan, biyouyumluluk, toksik olmayan, biyobozunurluk gibi özelliklere sahiptir. Bu da onu farmasötik ve biyomedikal uygulamalar için çekici bir aday haline getirir. İyi hemostatik özellikler ve iç antibakteriyel karakterlerin yanı sıra polikasyonik doğası nedeniyle benzersiz doku yapışkan özellikleri, yara örtüsünü kitosan için en umut verici tıbbi uygulamalardan biri yapar.

Yenilmez vd. (2015) yara iyileştirme uygulamaları için en çok tercih edilen doğal bazlı polimerlerden birinin kitosan olduğunu belirterek deri yanıklarının tedavisinde geleneksel olarak kullanılan yumurta sarısı yağı ve epidermal büyüme faktörü içeren kitosan jel formülasyonları üzerinde çalışmışlardır.

Çalışma sonuçları, yara daralma verileri, yumurta sarısı yağının geleneksel kullanımdaki yanık yara iyileşme etkinliği algısı bilimsel verilerle de desteklemektedir. Histolojik analizler, granülasyon dokusu ve kollajen liflerinin oluşumunun 14. günde yumurta yağı grubu için tamamlanmamış epitelizasyonun yanı sıra çok belirgin olduğunu ve epitelizasyon ve kollajen lifleri oluşumunun tedavinin 21. gününde neovaskülarizasyon ile neredeyse tamamlandığını göstermiştir. Silverdin kullanıldığında ise yara iyileşme sürecinin, tedavinin 21. gününde bile tamamlanamadığı, yara iyileşmesini geciktirdiğini bildirilmişlerdir.

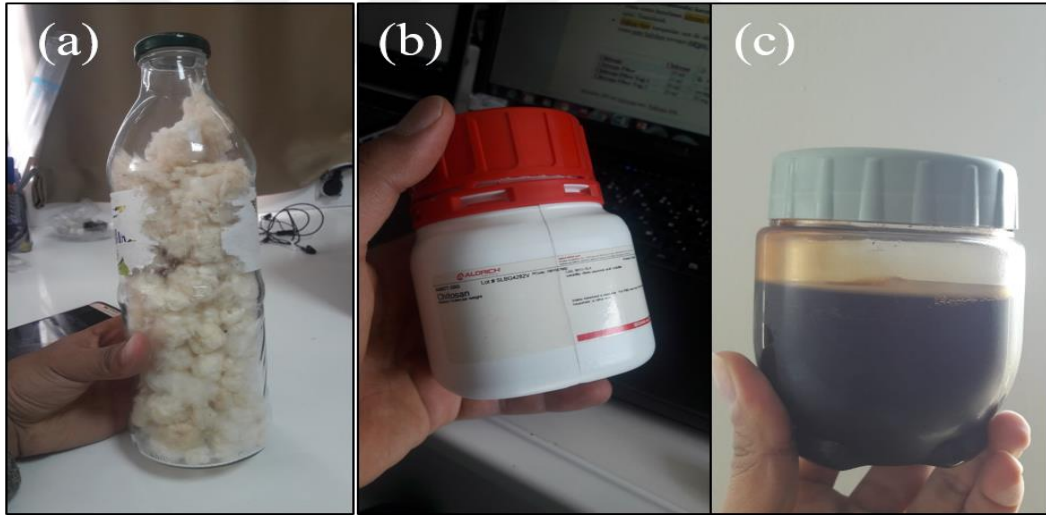


3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1 Kavak Tohumlarının Toplanması

Kavak tohumu örnekleri Kayseri'nin Develi ilçesi Taşçı Mahallesi'nden Prof. Dr. Murat Kaya'nın şahsi bahçesinden 2020 yılı Haziran ayında toplanmıştır.

Toplanan meyveler ve meyve kabuğu kuruyup çatlayarak etrafa dağılmaya başlayan tohumların lifleri toz, meyve kabuğu parçaları, böcek gibi yabancı maddelerden temizlenmiştir. Henüz açılmamış meyvelerin ise oda ısısında birkaç gün içinde açılması bekletilmiştir. Karakavak tohum liflerinden tohumların ayıklanma işlemi yapılmış ve tohum lifleri küçük yabancı maddelerden kurtulmak için azot gazı ile havalandırılmıştır. Daha sonra deneylerde kullanılmak için cam kavanozlara aktarılmıştır. Böylece temizlenmiş lifler deneylerde kullanılmak üzere hazırlanmıştır (Şekil 3.1a).



Şekil 3.1. (a) Karakavak tohum fiberleri, (b) kitosan, (c) yumurta sarısı yağı.

3.2 Karakavak Tohum Tüylerinden Selülozik Mikrofiber Elde Edilmesi

Temizlenen Karakavak tohum tüyleri ilk olarak kloroform: metanol: su (4:2:1) karışımı içerisinde homojenizatörün (IKA T18 dijital ULTRA-TURRAX) yardımıyla mikro boyutta liflerin elde edilmesi sağlanmıştır. Ardından örnekler ultrasonik (sonikatör) cihazında 30 dk boyunca bekletilmiştir. Filmlerin oluşturulması için deneyi diğer kısımları hazırlayana kadar beherde bırakılmıştır.

3.2.1 Yumurta sarısı yağı elde edilmesi

Yumurta yağı, standart tavuk yumurtalarından ekstrakte ettiğimiz doğal bir yağdır. Çalışmada kullanılan yumurta sarısı yağı geleneksel yöntemle hazırlanmıştır. 100 g yumurta sarısı yağı elde edebilmek için 30 yumurta suda 15-20 dakika haşlanmıştır. Haşlanan yumurtaların sarıları ayrıldıktan sonra bir tavada ezilmiştir. Tava içinde yumurta sarıları yağ ortaya çıkana kadar yüksek ısıli ateş üzerinde ısıtılarak kavrulmuştur. Oluşan yağ toplanıp ve kalıntılardan arındırılmıştır. Daha sonra elde edilen yağı süzülerek kullanıma hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.1c).

3.3 Filmlerin Üretilmesi

3.3.1 Kitosan jeli hazırlama

Sigma-Aldrich'dan temin ettiğimiz orta moleküllü kitosan (Şekil 3.1b). 1 M'lik, hazırlanmıştır. 1 g kitosan (Sigma-Aldrich, medium moleküler ağırlıklı CAS: 9012-76-4), 100 mL %1' lik asetik asit çözelti içerisinde oda sıcaklığında 48 saat manyetik karıştırıcı yardımıyla jel haline getirilmiştir. Çözelti daha sonra, çözünmeyen maddelerin uzaklaştırılması için filtre kâğıdı ile süzölmüştür.

3.3.2 Kompozit film hazırlama

Hazırlanan kitosan jeller, plastikleştirici olarak 25 µl Gliserol kullanılarak, çapraz bağlayıcı yapan gulteraldehitten 25 µl ve diğer maddeleri eklendikten sonra petri kaplarına dökölerek içeriğine göre 4 farklı film hazırlanmıştır. Filmlerin içeriği ve uygulanan işlemler aşağıdaki prosedüre göre hazırlanmıştır. Çizelge 3.1'deki gibi farklı oranlarda hazırlanan filmler Şekil 3.2'de görölmektedir.



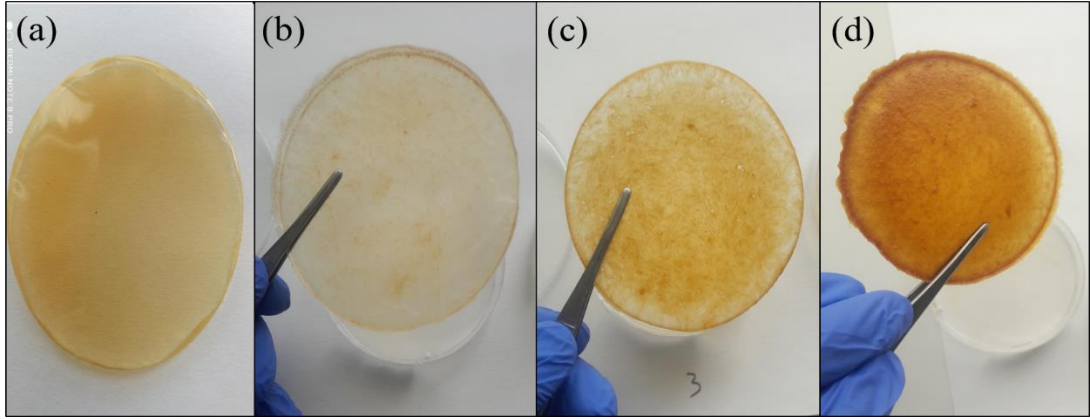
Şekil 3.2. Filmlerin hazırlaması.

Çizelge 3.1. Deney deseni.

	Kitosan	Gliserol	Mikro Fiber	Yumurta yağı	Gluteraldehit
Kitosan Kontrol (CC).	20 ml	25 µl	-	-	-
Kitosan-Fiber (CF)	20 ml	25 µl	50 mg	-	25 µl
Kitosan-Fiber-Yumurta Yağı 1 (CFY1)	20 ml	25 µl	50 mg	50 µl	25 µl
Kitosan-Fiber-Yumurta Yağı 2 (CFY2)	20 ml	25 µl	50 mg	100 µl	25 µl

- Kontrol Kitosan Film (**CC**): 20 ml kitosan jel ve 25 µl gliserol eklenmiştir ve karıştırılmıştır. Daha sonra 25 µl gluteraldehit eklenip karşılaştırarak petri kaplarına dökülmüştür.
- Kitosan-Fiber Film (**CF**): 20 ml kitosan jel ve 25 µl gliserol eklenip karıştırılmıştır, daha sonra 500 mg Karakavak fiberlerinden kitosan jele eklenerek homojenizatörde homojen oluşuncaya kadar karıştırılmış ve 25 µl gluteraldehitten eklenip karıştırılarak petri kaplarına dökülmüştür.
- Kitosan-Fiber-Yumurta Sarısı Yağı Film (**CFY1**): 20 ml kitosan jel ve 25 µl gliserol eklendi ve karıştırılmıştır. Daha sonra 500 mg Karakavak fiberlerinden, 100 mg yumurta sarısı yağından kitosan jele eklendi ve homojenizatörde homojen oluşuncaya kadar karıştırılmıştır ve 25 µl gluteraldehitten eklenip karıştırılarak petri kaplarına dökülmüştür.
- Kitosan-Fiber-Yumurta Sarısı Yağı Film (**CFY2**): 20 ml kitosan jel ve 25 µl gliserol eklendi ve karıştırılmıştır daha sonra 500 mg Karakavak fiberlerinden, 100 mg yumurta sarısı yağından kitosan jele eklendi ve homojenizatörde homojen oluşuncaya kadar karıştırılmıştır, 25 µl gluteraldehitten eklenip karıştırılarak petriye dökülmüştür.

Oluşturulan filmler kurutulması için ve analizlere kadar oda sıcaklığında bekletilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Elde edilen filmlerin genel görüntüleri (a) Kitosan kontrol, (b) Kitosan-fiber, (c) Kitosan-fiber-yağ-1, (d) Kitosan-fiber-yağ-2.

3.4 Filmlerin Karakterizasyonu

3.4.1 Işık mikroskobu analizi

Örneklerin yüzeyi ve şeffaflık hakkında bilgi veren analizdir. Leica Z6 APO Manual mikroskobu kullanılmıştır.

3.4.2 Taramalı elektron mikroskobu analizi (SEM)

Tüm örnekler altına kaplama yapılarak, ZEISS LS-10 Life Science SEM cihazı ile 500X-50.000X aralığında farklı büyütme oranlarında alınan görüntüler yüzey morfolojilerinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

3.4.3 Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi analizi (FTIR)

Moleküllerde ki çeşitli bağların titreşim frekanslarını ölçerek molekülde ki fonksiyonel gruplar hakkında bilgi veren analizdir. Perkin-Elmer FT-IR marka cihaz ile $4000-625\text{ cm}^{-1}$ de örnekler ayrı ayrı analiz işlemi gerçekleştirilmiştir.

3.4.4 X-ışını kırınım yöntemi analizi (XRD)

Yapı içerisindeki kristal ve amorf değişimlerinin belirlenmesinde X-ışını kırınım yöntemi kullanılmıştır.

Ayrıca örneklerinin % kristalinitesi aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\text{CrI110} = [(I_{110} - I_{\text{am}}) / I_{110}] \times 100$$

(CrI = % kristalinite değeri. I110 = 20~20° deki maksimum şiddet değeri. Iam = 20 13° de amorf pikinin maksimum şiddet değeri).

3.4.5 Filmlerin topraktaki bozunurluğu

Film (CC, CF, CFY1 ve CFY2) örneklerinin toprak bozunması, 15 günde yüzde kütle kaybına (%SM) göre belirlenmiştir. Tüm film örnekleri (2x3 cm²'lik) oranında tartılmıştır ve 40°C'de 48 saat etüvde kurutulmuştur. Daha sonra kuruyan film örnekleri tekrar tartılıp kaydedilmiştir (Wi). Film örnekleri, bir dizi plastik bardak içinde toprağın (pH: 6.0-7.0; organik madde içeriği (OMC) %15; toplam çözünmüş katılar: 1-2 mS cm⁻¹) yüzeyinin 5 cm altına gömülmüştür. Numuneler 25 ± 1 °C'de 15 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sırasında, her gün % 40 oranında topraktaki nemi tutmak için plastik kutulara 10 mL saf su ilave edilmiştir. Numuneler, 15 günlük inkübasyon sonunda topraktan alınmıştır. Ardından örnekler etüvde 48 saat 40°C'de kurutulmuştur ve son ağırlığı (Wf) tartıldıktan sonra kütle kaybı aşağıdaki formül ile belirlenmiştir. Testler üç tekrarlı olarak yapılmıştır ve sonuçlar ortalama ± SD olarak verilmiştir.

$$\%SM = (Wi - Wf) / Wi \times 100$$

%SM: Çözünür kütle, Wi: Başlangıçtaki kuru ağırlık, Wf: Nihai kuru ağırlık.

3.4.6 Filmlerin suda çözünürlüğü

Su çözünürlük deneyi için filmler yaklaşık (2×3 cm²) oranında kesilip hazırlanmıştır. Örnekler, sabit bir ağırlığa gelene kadar bir etüvde 60°C'de kurutulmuştur. Daha sonra her bir film petri kaplarına alınmış ve filmlerin üzerine 10 mL saf su eklenmiştir. Daldırma işleminden 2 gün sonra, filmler bir dereceye kadar erimiş ve filmlerin kalan kısmı alınarak sabit bir ağırlığa gelene kadar etüvde 24 saat 60° C' de kurutulmuştur. Çözünür kütle aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% SM = (Wi - Wf) / Wi \times 100$$

%SM: Çözünür kütle, Wi = Başlangıçtaki kuru ağırlık, Wf = Nihai kuru ağırlık

3.4.7 Film kalınlığı

Filmlerin kalınlığı analizi için, “Mitutoyo Dijital Mikrometre 293-821 0-25 mm” cihazı kullanılarak filmlerin kalınlık ölçümlerini gerçekleştirilmiştir. Ölçümler 10 tekrarlı olarak yapılmıştır ve sonuçlar ortalama $\pm$ SD olarak verilmiştir.

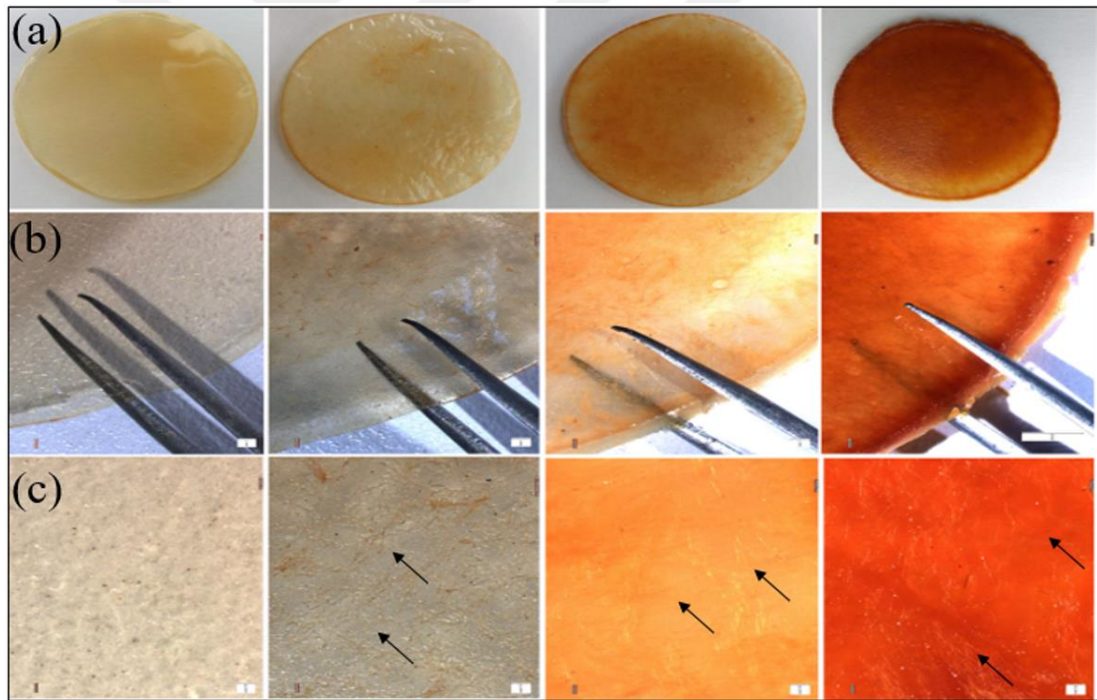


4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Karakavak tohum fiberleri yumurta sarısı yağı emdirilerek kitosan temelli film elde edilmiştir. Elde edilen filmler FTIR, XRD, SEM, suda çözünürlük, toprakta bozunurluk ve film kalınlık analizleri kullanılarak karakterizasyonu yapılmıştır. Bu çalışmada kavak tohum fiberlerinden kitosan temelli ilk kez film yapılmış ve bu film karakterize edilmiştir.

4.1 Işık Mikroskobu

Elde edilen filmler Leica Z6 APO Manual ışık mikroskobu kullanılarak ışık altında ve 40X, 100X büyütmelerinde incelendi. Şekilde gösterildiği gibi fiber ve yağ miktarındaki değişimi ve şeffaflık seviyelerinde azalma görülmüştür ve renkte koyulaşma meydana gelmiştir (Şekil 4.1).

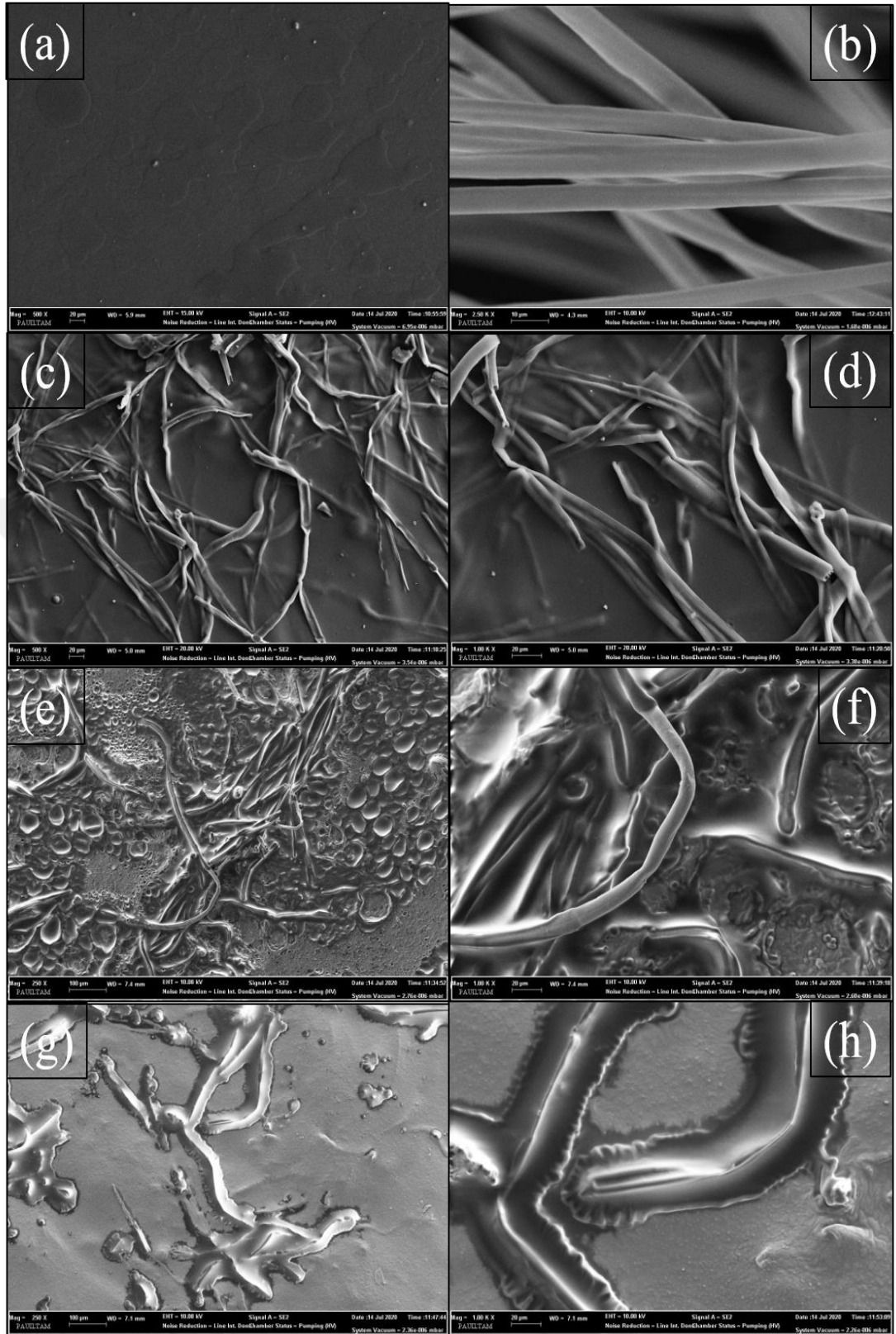


Şekil 4.1. Filmlerin ışık mikroskobu görüntüleri (a) Tüm filmlerin genel görünümü, (b) Filmlerin şeffaflık durumu, (c) Fiberlerin yüzeyde görünümü.

4.2 SEM

Karakavak fiberi, CC, CF, CFY1 ve CFY2 elde edilen kompozit filmlerin yüzey morfolojisi SEM ile incelenmiştir (Şekil 4.2). SEM görüntüleri tüm kavak liflerinin içi boş ve pürüzsüz bir dış yüzeye sahip olduğunu, 6-8 nm boyutlarında hidrofobik mikro

tüplerden oluştuğunu göstermektedir (Şekil 4.2b). Yüzey morfolojisinin düz ve pürüzsüz olması yapılan bir çalışmada da gösterilmiştir (Xu vd., 2019). Literatüre bakıldığında *Populus trichocarpa* Torr. & A.Gray ex Hook'dan elde edilen fiberlerin boyutlarının yaklaşık olarak 0.95-1.59 cm olduğu bildirilmiştir. Ayrıca pamuk ve yünün fiber boyutları 8-12 mikron arasında değişiklik göstermektedir (Chen ve Cluver, 2010). Yapılan başka bir çalışmada ise *P. trichocarpa* liflerinin boyutlarının 0.25-0.42 cm olduğu söylenmektedir (Gurarslan ve Narinç, 2019). Çalışmamızda kullandığımız Karakavak fiberlerinin daha küçük boyutlara sahip olduğu belirlenmiştir. Bu değişkenlik, kavak ağaçlarının boy uzunluklarının farklı olmasının bir sonucu olduğu bildirilmiştir (Pauley, 1949). CC filminin, pürüzsüz bir yüzey morfolojisine sahip olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.2a). CF filminin ise yüzey morfolojisine bakıldığında, kitosan matrise eklenen fiberler belirgin şekilde gözlenmiştir (Şekil 4.2c, d). CFY1 ve CFY2 kompozit filmlere eklenen yumurta sarısı yağı fiberlerin içerisinde ve etrafında dağıldığını ve film matrisi üzerinde misel oluşturduğu Şekil 4.2e-h' de gösterilmiştir. Fiberlerin etrafında adsorbe edilmiş yağ partikülleri net bir şekilde görülmektedir (Şekil 4.2h). Yağın oranı arttıkça fiberlerin etrafında yağ taneciklerini daha fazla birikimi gerçekleşmiş ve fiberleri de kapatmıştır. Bu da fiberlerin yüzey alanının yüksek miktarda yağ emme kapasitesi ve uzun süre depolama özelliği sahip olduğunu açıklamaktadır (Xu vd., 2019; Gurarslan ve Narinç, 2019). CFY1 ve CFY2 filmlerindeki düzensizlikler, yağ damlacıklarının birikmesinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.2. Filmlerin elektron mikroskobu görüntüleri (a) kitosan kontrol, (b) Karakavak fiberi, (c,d) kitosan-fiber, (e,f) kitosan-fiber-yağ-1, (g,h) kitosan-fiber-yağ-2.

4.3 FTIR

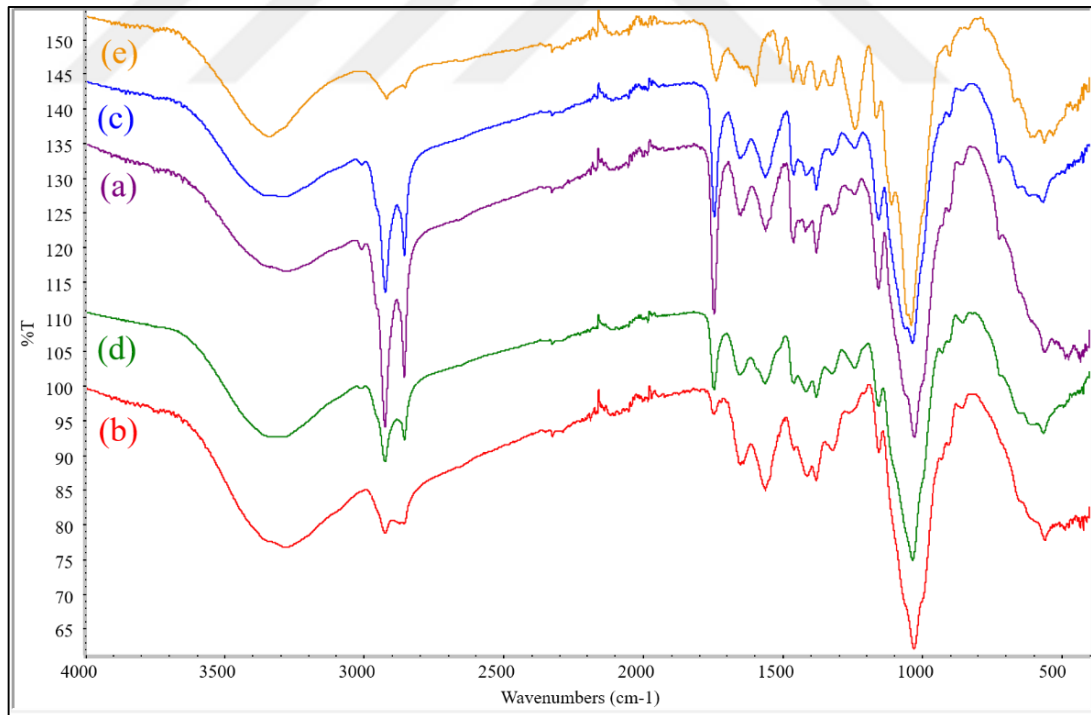
Karakavak CC, CF, CFY1 ve CFY2 kompozit filmlerin FTIR spektrumları (Şekil 4.3'de) verilmiştir. Karakavak selüloz mikrofiber, CC, CF, CFY1, CFY2 filmlerin FTIR spektrumu, $3200-3800\text{ cm}^{-1}$ aralığında geniş pik göstermiştir (Şekil 4.3). Bu pik numunelerde absorbe edilmiş suyun O-H grubunun titreşiminden kaynaklanmaktadır (Regmi vd., 2020). Ayrıca filmlere eklenen gliserol, hidrojen bağının yoğunluğundan dolayı –OH absorpsiyonu ile bandının genişlemesine neden olmuştur. Tüm filmlerde gliserolün karakteristik piki yaklaşık olarak 2887.00 cm^{-1} 'de gözlenmiştir. Ayrıca bu pik literatür ile benzer sonuç göstermektedir (Liu vd., 2013). Gliserol ilavesinin, kitosan, fiber ve gliserol arasındaki hidrojen bağlanma etkileşimlerini arttırdığını göstermiştir (Şekil 4.3b). Çapraz bağlayıcı olarak eklediğimiz gulteraldehid filmlerin lifli yapısını kaybetmediği kaydedilmiştir. 2900 cm^{-1} 'de C–H' nin asimetrik eğilme piki görülmektedir, bu pik glutaraldehid için karakteristiktir (Li vd., 2013).

CC film ticari kitosan için 1647.36 cm^{-1} de (C=O gerilmesi) amid I, 1558.96 cm^{-1} 'de (N-H eğilme) amid II ve 1376.64 cm^{-1} de (C-N gerilmesi) amid III karakteristik bantlar olduğu bilinmektedir. Bu pikler literatür ile benzer sonuçlar göstermiştir (Al Sagheer vd., 2009). Ayrıca CC film, C–O bağlarının asimetrik germe titreşiminden dolayı 1026.26 cm^{-1} 'de şiddetli pik gözlenmiştir (Şekil 4.3a). Elde edilen kompozit filmlerde gözlenen piklerin birbirine yakın olduğu kaydedilmiştir.

1734.01 cm^{-1} ve 1238.11 cm^{-1} deki bantları, karbonil gruplarının titreşim modları ile ilişkilidir. CO germe titreşimleri, liflerinin alifatik aldehydleri, esterleri ve ketonları ile ilişkilidir (Abdullah vd., 2010; Rengasamy vd., 2010; Sun vd., 2013). 1593.46 cm^{-1} , 1506.63 cm^{-1} , 1457.67 cm^{-1} ve 1423.13 cm^{-1} 'deki dört yoğun emme bandı, lignindeki C–O ve C=C bağlarının gerilme modlarına karşılık gelir (Dong vd., 2015; Mohebbi, 2008; Gurarslan ve Nariç, 2019). Kavak tohumu lifleri için emme bantlarının 1593.46 cm^{-1} ve 1106.23 cm^{-1} 'deki pik yoğunluk oranlarının kavak tohumu liflerinin yaklaşık %29 lignin içerdiğini gösterilmiştir (Hori vd., 2000). 1034.90 cm^{-1} 'deki IR emme bandı, selüloz, hemiselüloz ve lignin içindeki C–O bağlarının gerilmesine aittir (Adebajo ve Frost, 2004). FTIR sonuçları, fiberlerin mumla kaplı bir yüzeye sahip lignoselülozik bir fiber olduğunu göstermiştir. 2922.28 cm^{-1} 'de tepe yoğunluğu kavak tohumu elyafının mum içeriğinin kapok ve koton elyafından daha yüksek olduğunu gösterir (Lim ve Huang, 2007; Abdullah vd., 2010). Kavak fiberin hidrofobik mumsu

kaplamalı ligno-selülozik olduğunu göstermiştir. Alifatik aldehydler, esterler, ketonlar ve lignin varlığını gösteren emilim bantları $2000-1150\text{ cm}^{-1}$ arasında görülmektedir. Alifatik aldehydler, esterler, ketonlar ve lignin varlığını gösterir. Kavak tohumu liflerinin IR spektrumları, bitki mumunun varlığını gösteren alifatik CH_2 ve CH_3 gruplarının asimetrik ve simetrik gerilmesine karşılık gelen 2916.19 cm^{-1} 'de emme bantlarını sergilemiştir (Şekil 4.3e) (Wiśniewska vd., 2003; Lim ve Huang, 2007). 2852.91 cm^{-1} ve 2922.19 cm^{-1} 'deki bantlar da su bandının kaybolmasıyla daha belirgin hale gelmiştir. Bu bantlar ayrıca yumurta sarısındaki lipid bileşeninin fonksiyonel gruplarıdır (Uysal ve Boyaci, 2020). Çalışmamızda da benzer bantları görülmüştür (Şekil 4.3c,d). Bu sonuç da yumurta yağının film matrisine başarılı bir şekilde eklendiğini göstermektedir.

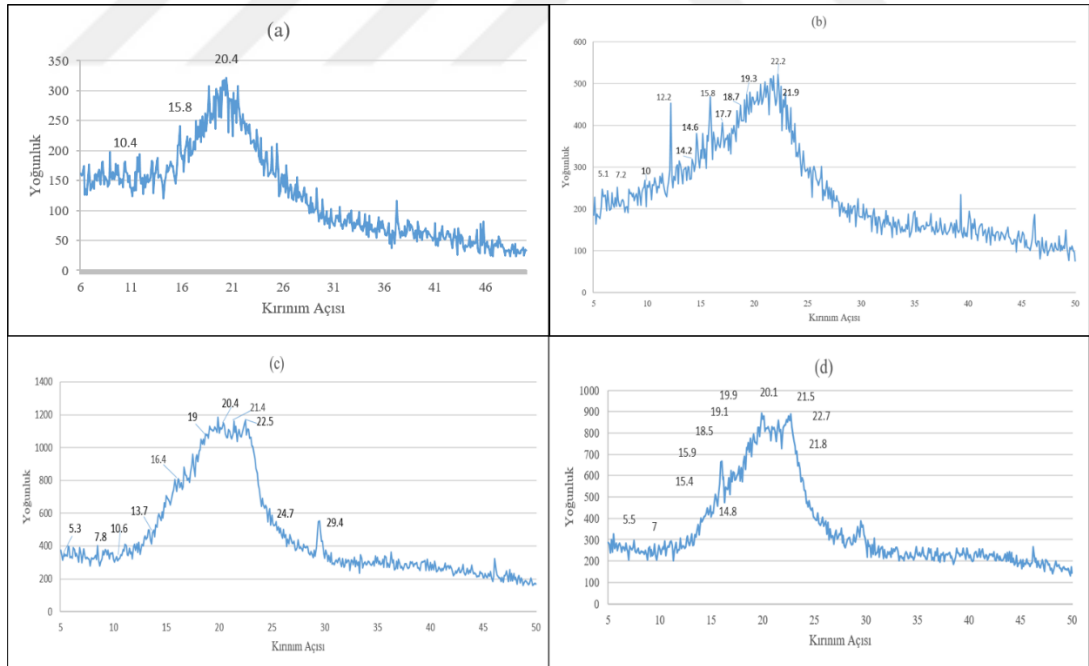
FTIR sonuçları, fiber ve yağ kitosan film matrisine dâhil edilmesinin, moleküller arası etkileşimleri değiştirdiğini ortaya koymuştur. FTIR spektrumları analizi, hidrofobik olan fiber ve yumurta yağı moleküllerinin fonksiyonel gruplarının, fonksiyonel hidrofilik kitosan grubu ile etkileşime girdiğini göstermiştir.



Şekil 4.3. Filmlerinin FTIR spektrumları (a) kitosan kontrol, (b) kitosan-fiber, (c) kitosan-fiber-yağ-1, (d) kitosan-fiber-yağ-2, (e) Karakavak fiberi.

4.4 XRD

Karakavak liflerinin CC, CF, CFY1 ve CFY2 kompozit filmlerin X-ışını kırınımı (XRD) analizi Şekil 4.5’de verilmiştir. Kitosan için karakteristik kırınım pikleri 10° ve 20° piklerdir (Leceta vd., 2015; Wang vd., 2013). Çalışmamızda CC film için yapıya gliserol ve gulteraldehit eklendiğinde piklerde kaymalar olmuş ve yakın sonuçlar vermiştir. Kavak mikro kristalin selüloz I ve ligninin varlığını 14.7° , 17.2° , 18.8° , 22.0° ve 25.8° deki 2θ konumlarında kırınım çizgileri gösterdiği daha önce yapılan bir çalışma ile rapor edilmiştir (Likon vd., 2013). Çalışmamızda benzer kırınım çizgileri gözlemlenmiştir (14.2° , 17.7° , 18.7° , 22.2°). Bu da filmlerinin yüksek saflıkta selüloz olduğunu göstermektedir (Savadekar vd., 2012). 14.6 ve 22.0° deki kırınım çizgileri 110 ve 200 düzlemlerinde kırınmaya verilebilir, saf mikro selüloz I yapısı için karakteristik piklerdir (Driemeier ve Calligaris, 2011). 16.5 , 22.3 ve 42° de ortalanmış çizgiler her üç tepe noktası da selüloz I'e atfedilebilir. CC, CF, CFY1 ve CFY2'nin kristallik indeksi (CrI) değeri sırasıyla %40.56, %13.21, %25.58 ve %24.60 olarak hesaplanmıştır.



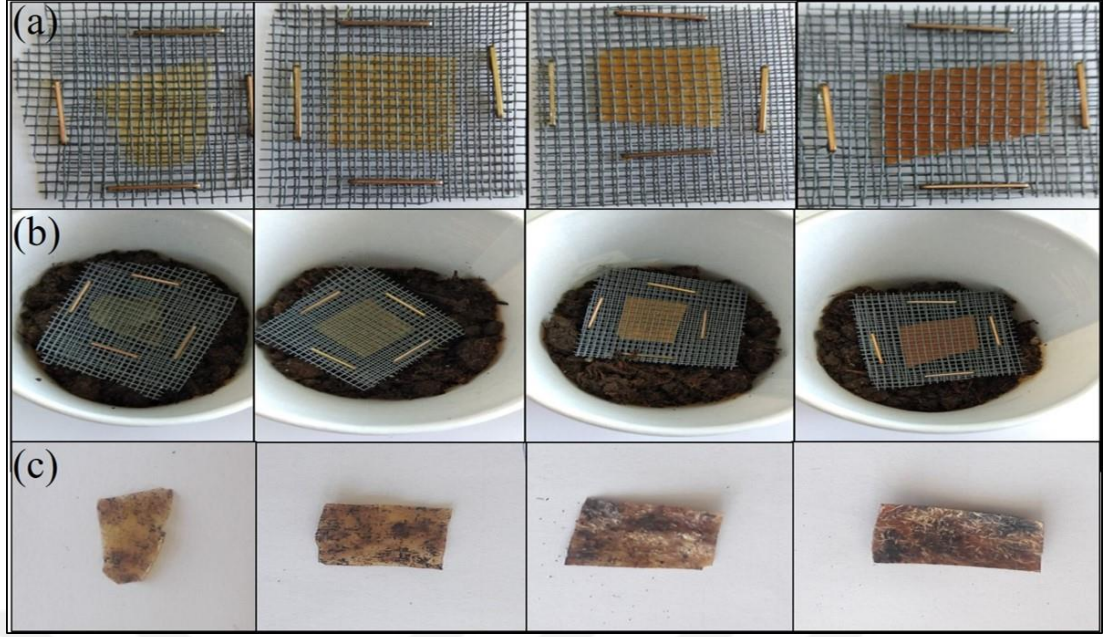
Şekil 4.4. Filmlerin XRD spektrumları (a) kitosan kontrol, (b) kitosan-fiber, (c) kitosan-fiber-yağ-1, (d) kitosan-fiber-yağ-2.

4.5 Filmlerin Topraktaki Bozunurluğu

Tüm filmlerin 15 gün sonunda toprakta biyolojik olarak bozunabilirliği Şekil 4.6’da gösterilmiştir ve yüzde çözünürlükleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.1). Kitosan kontrol film için topraktaki çözünürlüğü %26.4 olarak hesaplanmıştır. Literatüre bakıldığında kitosan kontrol filmin toprakta çözünürlüğü yaklaşık olarak %85 olduğu bildirilmiştir (Akyuz vd., 2018). Bu çalışma da ise çözünürlüğün literatüre kıyasla düşük olmasının nedeni filme eklenen glutraldehitten kaynaklandığı düşünülmektedir. CF film için çözünürlük %24.7 olarak belirlenmiştir. Karakavak tohum tüyü eklenmesi CC filme kıyasla çözünürlüğü az da olsa düşürmüştür. CFY filmler için eklenen yumurta sarısı yağının topraktaki çözünürlüğü önemli ölçüde arttırdığı gözlenmiştir (Çizelge 4.1). Filmlere eklenen yumurta sarısı yağının miktarının artmasıyla topraktaki çözünürlüğünün arttığı belirlenmiştir. Literatüre bakıldığında kitosan filmlere eklenen bitkisel yada hayvansal kaynaklı yağların %60-75 civarında toprakta çözündüğü bildirilmiştir (Akyuz vd., 2018). Kitosan film matrisi, fiber ve yumurta yağı birlikte eklendiğinde toprakta çözünme oranı arttığı gözlenmiştir. Sonuç olarak, kitosan fiber ve yumurta yağı katkılı kompozit filmlerin doğada biyolojik olarak bozulabilen malzemeler olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.1. Kompozit filmlerin % toprakta bozunurlukları ve suda çözünürlükleri.

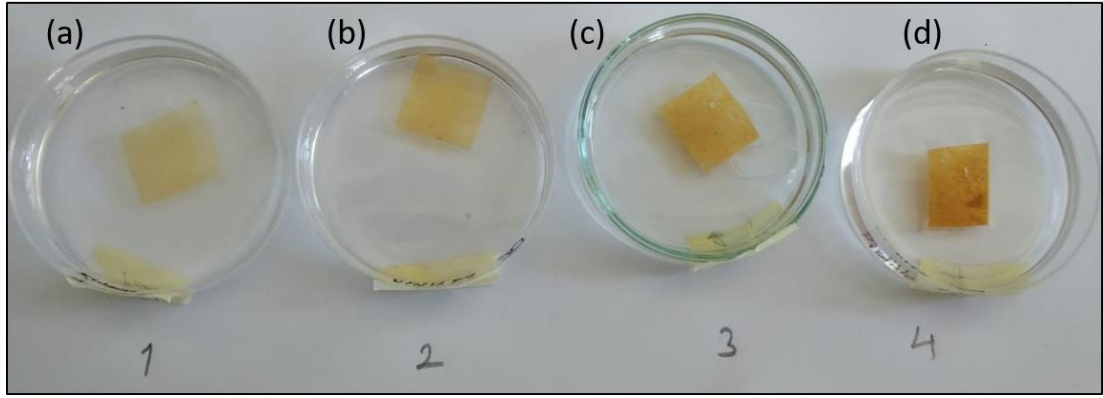
	Toprakta bozunurluk (%)	Suda Çözünürlük (%)
CC	%26.4	%22.3
CF	%24.7	%21.9
CFY1	%33.8	%6.1
CFY2	%40.1	%5.7



Şekil 4.5. Filmlerin toprakta bozunurluğu (a) 1. gün, (b) toprakta yerleştirilmesi, (c) 15 gün sonra.

4.6 Filmlerin Suda Çözünürlüğü

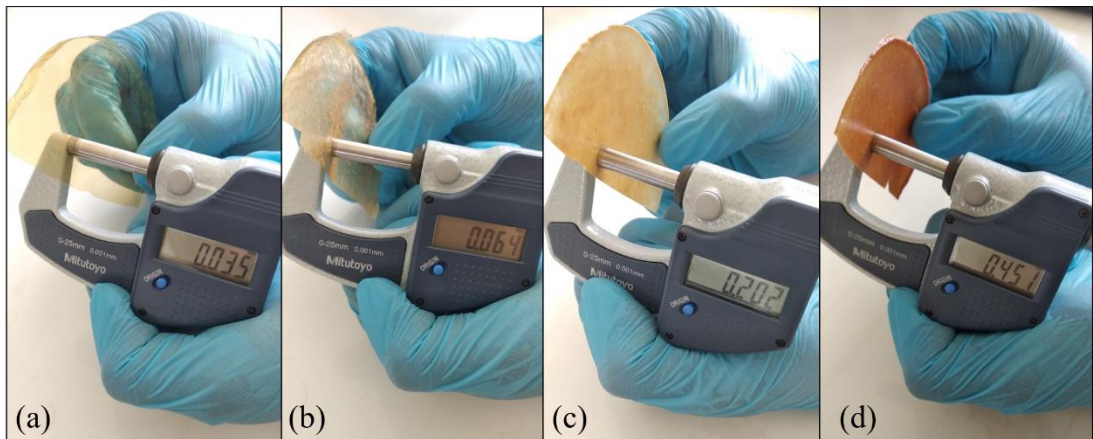
Yenilenebilir filmlerin ambalaj malzemesi olarak uygulanmasında suda çözünürlük özelliği önemli bir parametredir. Filmlerin sudaki çözünürlüğü, içerisine eklenen malzemenin biyolojik bozunabilirliğine bağlı olarak değişmektedir. CC, CF, CFY1 ve CFY2 filmlerin sudaki çözünürlükleri sırasıyla %22.36, 21.95, 6.15 ve 5.74 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.6). Kitosanın hidrofilik olmasından dolayı literatüre baktığımızda CC filmin %50 civarında çözüldüğünü bildirmişlerdir (Gursoy vd., 2018; Akyuz vd., 2018). Mevcut çalışmada elde edilen CC film içerisine eklenen gliserol ve gluteralehitten dolayı suda çözünürlüğünün azaldığı (%22.36) görülmüştür. Elde edilen CF filmlerde ise çözünürlüğünün ise CC filme yakın değerde olduğu görülmüştür. Karakavak fiberlerinin suda uzun süre yüzebilmesi, hidrofobik özelliği lif içindeki yağ ve mumların varlığından kaynaklanabileceğini düşündürmektedir (Chen ve Cluver, 2010). Kavak fiberleri süper oleofilik yapısından dolayı yumurta yağın absorbe ederek sudan kaçma eğilimindedir. CFY1 ve CFY2 filmlerin ise eklenen yağın hidrofobik olmasından dolayı, yağ miktarının artmasına bağlı olarak sudaki çözünürlüğün azaldığı gözlenmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Filmlerin suda çözünürlüğü (a) kitosan kontrol, (b) kitosan-fiber, (c) kitosan-fiber-yağ-1, (d) kitosan-fiber-yağ-2.

4.7 Film Kalınlığı

Karakavak CC, CF, CFY1 ve CFY2 filmlerin kalınlığı Şekil 4.8’de gösterilmiştir. Her bir film için 10 farklı noktasından ölçüm yapılmış ve ortalamaları alınmıştır. Filmlere fiber ve yumurta yağı eklendiğinde, kalınlığın arttığı gözlemlenmiştir. CC filmi için 0.035 μm , CF 0.064 μm , CFY1 0.0202 μm ve CFY2 0.0451 μm verileri elde edilmiştir. Literatüre bakıldığında yağ eklenmesi ile filmlerin kalınlığının arttığı bildirilmiştir (Kaya vd., 2018). Görsel olarak filmler CC ve CF filmi için saydam, CFY1 ve CFY2 filmleri için yumurta sarısı yağı eklenmesiyle şeffaflıkta azalma meydana gelmiştir. Filmlerin kalınlıkları on farklı ölçüm alınarak ortalamaları hesaplanmış ve Şekil 4.7’de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Filmlerin kalınlıkları ölçümü (a) kitosan kontrol, (b) kitosan-fiber, (c) kitosan-fiber-yağ-1, (d) kitosan-fiber-yağ-2.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kitosan, kavak tohum fiberleri ve yumurta sarısı yağı kullanarak kompozit bir film üretimi gerçekleştirilmiştir. Kitosan tercih edilme nedeni antimikrobiyal olması, antioksidatif olması, nontoksik ve biyouyumlu olmasıdır. Karakavak tohumu ise çok hafif olması, fiberler içerisinde gözenekler bulunması ve mükemmel bir yağ tutucu olması nedeniyle tercih edilmiştir. Yumurta sarısı yağı halk arasında üçüncü derecede yanık tedavisinde kullanılmaktadır. Bu çalışmada tüm bu malzemelerin bahsedilen faydalı özellikleri sayesinde yanık tedavisi için önemli bir potansiyeli olabilecek kompozit filmler üretilmiştir. Elde edilen filmler FTIR, XRD, SEM, suda çözünürlük, toprakta bozunurluk ve film kalınlık analizleri kullanılarak karakterizasyonu yapılmıştır. Yumurta sarısı yağının eklenmesiyle elde edilen kompozit filmlerin özellikle toprakta bozunurluğu arttırdığı gözlenmiştir. Karakavak tohumu tüylerinin doğada bol miktarda ve atık durumda olması sebebiyle biyolojik temelli çevre dostu, üçüncü derece yanık yaralarının iyileştirilmesinde kullanılabilecek potansiyele sahip biyomateryal olabileceği öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdullah, M. A., Rahmah, A. U. ve Man, Z., 2010. Physicochemical and sorption characteristics of Malaysian *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, as a natural oil sorbent, *Journal of Hazardous Materials*, 177, 1-3, 683-691.
- Adebajo, M. O. ve Frost, R. L., 2004. Infrared and ¹³C MAS nuclear magnetic resonance spectroscopic study of acetylation of cotton, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 60, 1-2, 449-453.
- Akyuz, L., Kaya, M., İlk, S., Cakmak, Y. S., Salaberria, A. M., Labidi, J. ve Sargin, I., 2018. Effect of different animal fat and plant oil additives on physicochemical, mechanical, antimicrobial and antioxidant properties of chitosan films, *International Journal of Biological Macromolecules*, 111, 475-484.
- Al Sagheer, F. A., Al-Sughayer, M. A., Muslim, S. ve Elsabee, M. Z., 2009. Extraction and characterization of chitin and chitosan from marine sources in Arabian Gulf, *Carbohydrate Polymers*, 77, 2, 410-419.
- Avşar, M. ve Tolga, O. K., 2010. Şehir içi ağaçlandırmalarda kavakların (populus l.) Kullanılması, kahramanmaraş örneği, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2, 127-135.
- Ball, J., Carle, J. ve Del Lungo, A., 2005. Contribution of poplars and willows to sustainable forestry and rural development, *UNASYLVA-FAO*-, 56, 2-3.
- Batayneh, M., Marie, I. ve Asi, I., 2007. Use of selected waste materials in concrete mixes, *Waste Management*, 27, 12, 1870-1876.
- Browicz, K. ve Yaltırık, F., 1982. *Populus L.* In: *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Edinburgh University Press, Edinburgh, 7, 716-720.
- Chen, H. L. ve Cluver, B., 2010. Assessment of poplar seed hair fibers as a potential bulk textile thermal insulation material, *Clothing and Textiles Research Journal*, 28, 4, 255-262.
- Doğan, G. ve Tamyüksel, H., 2014. *Populus* (Kavak) ve Alerji, Türkiye Milli Kavak Koordinatörlüğü, VIII. Genel Kurul Toplantısı, Tebliğler, Yayın no: 272, 63-73.
- Dong, T., Wang, F. ve Xu, G., 2015. Sorption kinetics and mechanism of various oils into kapok assembly, *Mar Pollut Bull*, 91, 230-237.
- Driemeier, C. ve Calligaris, G. A., 2011. Theoretical and experimental developments for accurate determination of crystallinity of cellulose I materials, *Journal of Applied Crystallography*, 44, 1, 184-192.
- Gaur, A., Tiwari, S., Kumar, C. ve Maiti, P., 2020. Bio-waste orange peel and polymer hybrid for efficient energy harvesting, *Energy Reports*, 6, 490-496.

- Göç, F. ve Mat, A., 2019. Türkiye’de Yanık Tedavisinde Geleneksel Olarak Kullanılan Bitkiler, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Sağlık Bilimlerinde İleri Araştırmalar Dergisi, 2, 1, 18-35.
- Gurarslan, A. ve Narinç, M. E., 2019. Investigating the rose oil and toluene absorption of populus fiber, Textile Research Journal, 89, 10, 1952-1963.
- Gursoy, M., Sargin, I., Mujtaba, M., Akyuz, B., İlk, S., Akyuz, L., Kaya, M., Cakmak, Y. S., Salaberria, A. M., Labidi, J. ve Erdem, N., 2018. False flax (*Camelina sativa*) seed oil as suitable ingredient for the enhancement of physicochemical and biological properties of chitosan films, International Journal of Biological Macromolecules, 114, 1224-1232.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve Babaç, M. T., 2012. Türkiye bitkileri listesi (Damarlı bitkiler), Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul, 1290, 836.
- Hori, K., Flavier, M. E., Kuga, S., Lam, T. B. T. ve Iiyama, K., 2000. Excellent oil absorbent kapok *Ceiba pentandra* L. Gaertn. fiber: fiber structure, chemical characteristics, and application, Journal of Wood Science, 46, 5, 401-404.
- Hosseini, S. V., Tanideh, N., Kohanteb, J., Ghodrati, Z., Mehrabani, D. ve Yarmohammadi, H., 2007. Comparison between Alpha and silver sulfadiazine ointments in treatment of Pseudomonas infections in 3rd degree burns, International Journal of Surgery, 5, 1, 23-26.
- Kayacik, H., 1981. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği, 2. Cilt İ.Ü., Orman fakültesi, yayın no: 287.
- Kaya, M., Ravikumar, P., İlk, S., Mujtaba, M., Akyuz, L., Labidi, J. ve Erkul, S. K., 2018. Production and characterization of chitosan based edible films from Berberis crataegina's fruit extract and seed oil, Innovative Food Science & Emerging Technologies, 45, 287-297.
- Ketenoglu, O., Kurt, L., Obalı, O., Güney, K., Geven, F., Tuğ, G. N., Bingöl, Ü. ve Körüklü, T., 2011. Ekonomik Bitkiler, Palme Yayıncılık, Ankara, 259.
- Leceta, I., Peñalba, M., Arana, P., Guerrero, P. ve De La Caba, K., 2015. Ageing of chitosan films: Effect of storage time on structure and optical, barrier and mechanical properties, European Polymer Journal, 66, 170-179.
- Li, Y., Liu, T., Zheng, J. ve Xu, X., 2013. Glutaraldehyde-crosslinked chitosan/hydroxyapatite bone repair scaffold and its application as drug carrier for icariin, Journal of Applied Polymer Science, 130, 3, 1539-1547.
- Likon, M., Remškar, M., Ducman, V. ve Švegl, F., 2013. Populus seed fibers as a natural source for production of oil super absorbents, Journal of Environmental Management, 114, 158-167.

- Lim, T. T. ve Huang, X., 2007. Evaluation of hydrophobicity/oleophilicity of kapok and its performance in oily water filtration: comparison of raw and solvent-treated fibers, *Ind Crop Prod*, 26, 125-134.
- Liu, H., Adhikari, R., Guo, Q. ve Adhikari, B., 2013. Preparation and characterization of glycerol plasticized (high-amylose) starch–chitosan films, *Journal of Food Engineering*, 116, 2, 588-597.
- Mohanty, A. K., Misra, M. ve Drzal, L. T., 2005. *Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites*, Boca Raton, USA, CRC Press, 90, 875.
- Mohebi, B., 2008. Application of ATR infrared spectroscopy in wood acetylation.
- Muzzarelli, R. A., 1977. *Chitin*, Pergamon Press, Oxford, 309.
- Nada, A. M. A., El-Sakhawy, M., Kamel, S., Eid, M. A. M. ve Adel, A. M., 2006. Mechanical and electrical properties of paper sheets treated with chitosan and its derivatives, *Carbohydrate Polymers*, 63, 1, 113-121.
- Nsereko, S. ve Amiji, M., 2002. Localized delivery of paclitaxel in solid tumors from biodegradable chitin microparticle formulations, *Biomaterials*, 23, 13, 2723-2731.
- Pamay, B., 1992. *Bitki Materyali I. Ağaç ve Ağaççıklar*, Uycan Publication, İstanbul.
- Pauley, S.S., 1949. Forest-tree genetics research: *Populus* L., *Econ Bot.*, 3, 299-330.
- Rastegar, F., Azarpira, N. E. G. A. R., Amiri, M. ve Azarpira, A., 2011. The effect of egg yolk oil in the healing of third degree burn wound in rats, *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 13, 10, 739.
- Regmi, B., Dutta, A., Pradhan, R. R. ve Arku, P., 2020. Physicochemical characteristics and pyrolysis kinetics of raw and torrefied hybrid poplar wood (NM6–*Populus nigra*), *Biofuels*, 11, 3, 329-338.
- Rinaudo, M., 2006. Chitin and chitosan: properties and applications, *Program Polym. Sci.*, 31, 603-632.
- Savadekar, N. R., Karande, V. S., Vigneshwaran, N., Bharimalla, A. K. ve Mhaske, S. T., 2012. Preparation of nano cellulose fibers and its application in kappa-carrageenan based film, *International Journal of Biological Macromolecules*, 51, 5, 1008-1013.
- Sharma, D. S., Kaur, A., Wadhwa, S., Singh, S. K., Kumar, R., Khursheed, R. ve Ramanunni, A., 2019. Role of Egg Oil in Cosmetics: An Icing on a Cake, *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 12, 9, 4589-4594.
- Shalini, R. ve Gupta, D.K., 2010. Utilization of pomace from apple processing industries: a review, *Journal of Food Science and Technology*, 47, 4, 365-371.

- Sun, X. F., Sun, R. C. ve Sun, J. X., 2003. A convenient acetylation of sugarcane bagasse using NBS as a catalyst for the preparation of oil sorption-active materials, *Journal of Materials Science*, 38, 19, 3915-3923.
- Tamer, T. M., Valachová, K., Mohyeldin, M. S. ve Soltes, L., 2016. Free radical scavenger activity of chitosan and its aminated derivative, *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 6, 4, 195-201.
- Uysal, R. S. ve Boyaci, I. H., 2020. Authentication of liquid egg composition using ATR-FTIR and NIR spectroscopy in combination with PCA, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100, 2, 855-862.
- Wahi, R., Chuah, L. A., Choong, T. S. Y., Ngaini, Z. ve Nourouzi, M. M., 2013. Oil removal from aqueous state by natural fibrous sorbent: An overview, *Separation and Purification Technology*, 113, 51-63.
- Wang, J., Geng, G., Wang, A., Liu, X., Du, J., Zou, Z. ve Han, F., 2015. Double biomimetic fabrication of robustly superhydrophobic cotton fiber and its application in oil spill cleanup, *Industrial Crops and Products*, 77, 36-43.
- Wang, Y., Chang, Y., Yu, L., Zhang, C., Xu, X., Xue, Y. ve Xue, C., 2013. Crystalline structure and thermal property characterization of chitin from Antarctic krill (*Euphausia superba*), *Carbohydrate Polymers*, 92, 1, 90-97.
- Wiśniewska, S. K., Nalaskowski, J., Witka-Jeżewska, E., Hupka, J. ve Miller, J. D., 2003. Surface properties of barley straw, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 29, 2-3, 131-142.
- Wu, P., Pan, Y., Yan, J., Huang, D. ve Li, S., 2016. Assessment of egg yolk oil extraction methods of for ShiZhenKang oil by pharmacodynamic index evaluation, *Molecules*, 21, E106.
- Xiong, S. S., Gong, Q. F. ve Ning, X. X., 2014. The research progress of egg yolk, *J. Gannan Medical University*, 34, 313-320.
- Xu, Y., Su, Q., Shen, H. ve Xu, G., 2019. Physicochemical and sorption characteristics of poplar seed fiber as a natural oil sorbent, *Textile Research Journal*, 89, 19-20, 4186-4194.
- Yaltırık, F., 1973. Türkiye’de Doğal Yetişen ve Yetiştirilen Kara Kavak Taksonları Üzerinde Yeni Görüşler, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 23, 2, 168-177.
- Yenilmez, E., Başaran, E., Arslan, R., Berkman, M. S., Güven, U. M., Bayçu, C. ve Yazan, Y., 2015. Chitosan gel formulations containing egg yolk oil and epidermal growth factor for dermal burn treatment, *Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences*, 70, 2, 67-73.
- URL-1 < <http://powo.science.kew.org/taxon/776790-1#distribution-map> >, Erişim tarihi: 09.08.2020

URL-2 < <https://www.bizimbitkiler.org.tr/v3/demo/details.php?id=12171&t=1> >, Erişim tarihi: 09.08.2020

URL-3 < <http://swbiodiversity.org/seinet/imagelib/imgdetails.php?imgid=189652> >, Erişim tarihi: 12.02.2020

URL-4 < <https://www.wallpaperflare.com/poplar-tree-female-fruit-capsule-seeds-fluffy-populus-nigra-wallpaper-awcvi> >, Erişim tarihi: 12.02.2020

URL-5 < https://rcf.fr/vie-quotidienne/allergie-au-pollen-queelles-solutions_ >, Erişim tarihi: 12.02.2020

URL-6 < <https://pixabay.com/tr/photos/kavak-bitki-x-canadensis-tohumlar-855437/> >, Erişim tarihi: 12.02.2020



ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Abdulsalam REDHWAN
Adres : Meydan Mah. 961. sk. No:8/1 Merkez / Aksaray
E-posta adresi : abdul salamredhwan@gmail.com

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans : Aksaray Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, 2014-2018
Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi, Biyoloji ABD, 2018-2020

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1. Aksaray Üniversitesi, Biyoloji Bölümü / Bölüm Üçüncüsü (2018).

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

Uluslararası Kongrelerde Sunulan Sözlü Bildiriler:

1. Redhwan, A., Tekşen, M. ve Kaya, M., 2020. Production Of Cellulose Microfiber From *Populus nigra* L. (Karakavak) and Conversion to an Industrial Product, 4. International Marmara Science and Social Sciences Congress, Kocaeli, Abstract E-Book, 132-133.