

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ESANSİYEL YAĞ İÇERİKLİ MEDİKAL BEBEK
BONESİ TASARIMI



Eda TUNÇ

Eylül, 2022

İZMİR

ESANSİYEL YAĞ İÇERİKLİ MEDİKAL BEBEK BONESİ TASARIMI

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Eda TUNÇ

Eylül, 2022

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

EDA TUNÇ tarafından **PROF.DR. AYŞE MERİH SARIİŞİK** ve **PROF.DR. SİNEM YAPRAK KARAVANA** yönetiminde hazırlanan “**ESANSİYEL YAĞ İÇERİKLİ MEDİKAL BEBEK BONESİ TASARIMI**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ayşe Merih SARIİŞİK

Yöneten

Prof. Dr. Aslı DEMİR

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Gökhan ERKAN

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Okan FISTIKOĞLU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince bana tecrübesi ve bilgi birikimi ile yol gösteren değerli danışmanlarım Prof. Dr. Merih SARIİŞİK'a ve Prof. Dr. Sinem Yaprak KARAVANA'ya teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam boyunca desteğini hissettiğim, değerli yorumları ile araştırmama ışık tutan, hiçbir zaman yardımlarını, ilgisini esirgemeyen çok değerli Dr. Gizem Ceylan TÜRKOĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim.

Deneysel çalışmada kullanılan dokusuz yüzeylerin teminini sağlayan Mogul Tekstil A.Ş. Ar-Ge Müdürü Sayın Deniz DEVECİLER'e teşekkür ederim.

DEÜ Tekstil Mühendisliği KTT Teknisyeni Tuğba Can AKKURT'a ve FTT Laboratuvar Teknikeri Özlem ERGÜN'e teşekkür ederim.

Bu çalışma, 2020.KB.FEN.024 kodu ile Dokuz Eylül Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmektedir. Desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

Eğitim hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen, her daim varlıklarını yanımda hissettiğim, bana inançlarını hiç yitirmeyen canım annem Sevgi DALGIÇ'a ve sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Eda TUNÇ

ESANSİYEL YAĞ İÇERİKLİ MEDİKAL BEBEK BONESİ TASARIMI

ÖZ

Tekstil ürünlerin öncelikli kullanım alanı her ne kadar insanları çevresel etkilerden korumak olsa da günümüzde tekstil ürünleri tıp alanında önemli bir yer edinmiştir. Son yıllarda tekstil teknolojilerinin gelişimi ve disiplinlerarası çalışmaların artması ile sargı bezleri, bandajlar gibi geleneksel tıbbi tekstil malzemelerin dışına çıkılarak yara örtüleri, yapay organlar gibi gelişmiş ürünlerin tasarlanması ve vücut içinde kullanılması mümkün olmuştur. Tıbbi tekstil ürünlerinin, kullanılacağı bölgeye uygun doğal polimerler ile üretilmesiyle hem sitotoksitesi düşük hem de operasyon sırasında uygulanabilmesi mümkün olan ürünlerin geliştirilmesi mümkün olmaktadır.

Seboreik Dermatit (SD) popülasyonun yüzde üçünü etkileyebilen bir hastalık olup, bebeklerde ilk üç ayda görülmektedir. Infant seboreik dermatiti ya da genel olarak bebek konağı olarak bilinen bu hastalık saçlı kafa derisinde yağlı, sarı pullu bölgeler olarak ortaya çıkmaktadır. SD tedavisinde temel amaç, lezyonları ve fungal kolonizasyonu baskılamak ve sekonder enfeksiyonlara karşı önlem almaktır. Bu çalışmada saçlı deri, yüz, göğüs gibi vücudun çeşitli yerlerinde görülen kronik ve inflamatuvar bir deri hastalığı olan Seboreik Dermatit'in (SD) tedavisinde kullanılmak üzere tekstil esaslı yüzeylerin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla kuşburnu ve hindistan cevizi yağı etil selüloz ile 1:10 (çekirdek:kabuk) oranında basit koaservasyon yöntemi ile kapsüllenmiş ve yüzde üçlük(v/w) kitosan çözeltisi ile tekstil materyaline dökme (casting) metodu ile applike edilmiştir. Çalışma kapsamında termal ve mikrodalga fiksajın etkinliği de incelenmiştir. Geliştirilen tekstil yüzeyinin öncelikle bebeklerin konak tedavisinde bone/başlık olarak kullanımı hedeflenmektedir.

Anahtar kelimeler: mikrokapsülasyon, medikal tekstil, seboreik dermatit, hidrojel, poli (etilen glikol) diglisidil eter, kitosan, hindistancevizi yağı, kuşburnu yağı

MEDICAL BABY BONNET DESIGN CONTAINING ESSENTIAL OIL

ABSTRACT

Although the primary use of textiles is to protect people from environmental impacts, textile products today have an important place in medicine. In recent years, with the development of textile technologies and increasing interdisciplinary studies, it has been possible to design advanced products such as wound dressing, artificial organs and use them in the body by going out of traditional medical textile materials such as bandages. These medical textile products are produced with natural polymers suitable for the region where they will be used, and products with both cytotoxicity and low productability have been developed.

Seborrheic Dermatitis (SD), which can affect three percent of the population, is seen in the first three months of infants. Infant is known as seborrheic dermatitis, or as a general cradle cap, is defined as oily, yellow scaly areas on the scalp. The main objective in the treatment of SD is to suppress lesions and fungal colonization and to take measures against secondary infections. For this purpose, rosehip and coconut oil were encapsulated with ethyl cellulose 1:10 (core:shell) (w/w) by simple coacervation method and applied to the textile material by casting method with three percent chitosan solution. The effectiveness of thermal and microwave fixation was also investigated within the scope of the study. The aim is to use textile surface as the bone / cap in the treatment of infants

Keywords: Microencapsulation, medical textiles, seborrheic dermatitis, hydrogel, poly(ethylene glycol) diglycidyl ether, chitosan, coconut oil, rosehip oil.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xii
BÖLÜM BİR - GİRİŞ.....	1
1.1 Hidrojeller	2
1.1.1 Hidrojellerin Sınıflandırılması	4
1.2 Mikrokapsülasyon.....	5
1.2.1 Mikrokapsülasyon Teknikleri	6
1.2.1.1 Koaservasyon (Faz Ayrımı) Yöntemi	6
1.3 Mikrokapsüllerin Kumaşa Fiksaj Yöntemleri.....	8
1.3.1 Isıl Fiksaj.....	8
1.3.2 UV Fiksaj	9
1.3.3 Mikrodalga ile Fiksaj	10
1.4 Seboreik Dermatit	11
1.5 Çalışmada Kullanılan Maddelerle İlgili Genel Bilgiler	13
1.5.1 Kitosan	13
1.5.2 Poli (etilen glikol) Diglisidil Eter.....	14
1.5.3 Kuşburnu ve Hindistan Cevizi Yağı	14
1.5.4 Etil Selüloz.....	15
1.6 Ön Çalışmalar.....	16
BÖLÜM İKİ - MATERYAL VE METOD	30
2.1 Materyal	30

2.1.1	Kullanılan Kimyasal Maddeler	30
2.1.2	Kullanılan Cihazlar	30
2.1.3	Kullanılan Kumaş.....	31
2.2	Metod	32
2.2.1	Basit Koaservasyon Yöntemi	32
2.2.2	Hidrojellerin Hazırlanması.....	32
2.2.3	Kapsül Katkılı Hidrojellerin Kumaşa Aktarılması.....	33
2.3	Değerlendirmede Kullanılan Yöntemler	35
2.3.1	Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) Analizi	35
2.3.2	Partikül Boyut Analizi	35
2.3.3	Fouier Transform Kızıkötesi Spektroskopisi (FTIR).....	35
2.3.4	Diferansiyel Taramalı Kalorimetrisi (DSC).....	36
2.3.5	Hidrojellerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler	36
2.3.6	Doku Profil (Tekstür Profil) Analizi	36
2.3.7	Reolojik Analiz	37
2.3.8	Antibakteriyel Etkinlik Tayini	37
2.3.9	Gaz Kromatografi-Kütle Spektroskopisi (GC-MS)	38
2.3.10	Hava Geçirgenliği Testi	39
2.3.11	Su Buharı Geçirgenliği Testi.....	39
2.3.12	Yıkama Dayanımı	40
BÖLÜM ÜÇ - ARAŞTIRMA SONUÇLAR VE TARTIŞMA		41
3.1	Kapsül Üretimine Ait Sonuçların Değerlendirilmesi	41
3.1.1	Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) Analizi	41
3.1.2	Diferansiyel Taramalı Kalorimetrisi (DSC).....	45
3.1.3	Partikül Boyut Analizi	47
3.1.4	Fouier Transform Kızıkötesi Spektroskopisi (FTIR).....	48
3.2	Hidrojel Üretimine Ait Sonuçların Değerlendirilmesi	50
3.2.1	Doku Profil (Tekstür Profil) Analizi	52
3.2.2	Reolojik Analiz	53
3.2.3	Fouier Transform Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR).....	54
3.3	Kapsül ve Hidrojel İçeren Ürünlere Ait Sonuçların İncelenmesi	55
3.3.1	Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) Analizi	55

3.3.2	Fouier Transform Kızılötesi Spektroskopisi	58
3.3.3	Antibakteriyel Etkinlik Tayini	59
3.3.4	Gaz Kromatografi-Kütle Spektroskopisi (GC-MS)	60
3.3.5	Hava Geçirgenliği Testi	64
3.3.6	Su Buharı Geçirgenliği Testi.....	64
BÖLÜM DÖRT - SONUÇLAR		66
KAYNAKLAR		70



ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 Fiziksel ve kimyasal hidrojel­lerin oluşumu	5
Şekil 1.2 Kompleks koaservasyon yönteminin şematik gösterimi	8
Şekil 1.3 Mikrodalga ısıtma (hacimsel) ile konvansiyonel ısıtma (yüzey) karşılaştırması	11
Şekil 1.4 Bebeklerde görülen seboreik dermatit görüntüleri	12
Şekil 1.5 Kitosanın kimyasal yapısı (http://www.sigmaaldrich.com).....	14
Şekil 1.6 Poli(etilenglikol) digilisidil eterin kimyasal yapısı.....	14
Şekil 1.7 Etil selülozun kimyasal yapısı	16
Şekil 2.1 Koaservasyon yöntemi ile kapsül üretimi akış şeması	32
Şekil 3.1 10:1 oranında kuşburnu yağı içeren partiküllerin 2500-5000-10000Xbüyütmeli SEM görüntüsü	42
Şekil 3.2 4:1 oranında kuşburnu yağı içeren partiküllerin 2500-5000-10000Xbüyütmeli SEM görüntüsü	42
Şekil 3.3 2:1 oranında kuşburnu yağı içeren partiküllerin 2500-5000-10000Xbüyütmeli SEM görüntüsü	43
Şekil 3.4 10:1 oranında kapsüllenmiş hindistan cevizi yağına ait 5000 ve 10000Xbüyütmeli SEM görüntüleri.....	44
Şekil 3.5 4:1 oranında kapsüllenmiş hindistan cevizi yağına ait 5000 ve 10000Xbüyütmeli SEM görüntüleri.....	44
Şekil 3.6 2:1 oranında kapsüllenmiş hindistan cevizi yağına ait 5000 ve 10000Xbüyütmeli SEM görüntüleri.....	45
Şekil 3.7 Etil selüloza ait DSC analizi	46
Şekil 3.8. Hindistancevizi yağı (solda) ve hindistancevizi yağı kapsüllerinin (sağda) DSC grafikleri	47
Şekil 3.9 Kuşburnu yağı (solda) ve kuşburnu yağı kapsüllerinin DSC grafikleri.....	47
Şekil 3.10 10:1 oranında kuşburnu yağı içeren mikrokapsüllerin partikül boyut dağılımı	48
Şekil 3.11 10:1 oranında hindistan cevizi yağı içeren mikrokapsüllerin partikül boyut dağılımı	48

Şekil 3.12 Etil selüloz (EC), Hindistan cevizi (HC), kuşburnu yağı (K) ve 10:1 oranında kapsüllenmiş partiküllerin (HC-M ve KM) FT-IR spektrumu	50
Şekil 3.13 Hidrojellerin sertlik, sıkıştırılabilirlik ve koheziflik değerleri.....	52
Şekil 3.14 Çapraz bağlanmamış kitosan çözeltisine ait reogram.....	53
Şekil 3.15 Termal (solda) ve mikrodalga (sağda) fiksajı ile çapraz bağlanmış hidrojele ait reogram	53
Şekil 3.16 Mikrokapsül eklenmiş ve termal (solda); mikrodalga (sağda) çapraz bağlanmış hidrojele ait reogram.....	54
Şekil 3.17 Termal ve mikrodalga fiksajı ile çapraz bağlanmış hidrojellerin FTIR spektrumu.....	55
Şekil 3.18 İşlem görmemiş örme kumaş, kapsüllü termal çapraz bağlı hidrojel aktarılmış kumaşlara ait 2000-5000X büyütme SEM görüntüleri.....	56
Şekil 3.19 Mikrodalga çapraz bağlı hidrojel aktarılmış örme kumaşlara ait 500-5000X büyütme SEM görüntüleri.....	56
Şekil 3.20 İşlem görmemiş dokusuz yüzey (sol üstte), kapsüllü termal çapraz bağlı hidrojel aktarılmış dokusuz yüzey (sağ üst), kapsüllü mikrodalga çapraz bağlı hidrojel aktarılmış dokusuz yüzeye (alt) ait 2000-5000X büyütme SEM görüntüleri.....	57
Şekil 3.21 Mikrodalga fiksajı (M1), termal fiksajı (T1) ve işlem görmemiş örme (UNT) kumaşların kızılötesi spektrumu.....	59
Şekil 3.22 TN (kırmızı); kuşburnu yağı kapsülü (mavi); HC kapsülü (siyah) kütle spektrometresi	62
Şekil 3.23 MN (kırmızı); kuşburnu yağı kapsülü (mavi); HC kapsülü (siyah) kütle spektrometresi	63
Şekil 3.24 MÖ (kırmızı); kuşburnu yağı kapsülü (mavi); HC kapsülü (siyah) kütle spektrometresi	63
Şekil 3.25 TÖ (kırmızı); kuşburnu yağı kapsülü (mavi); HC kapsülü (siyah) kütle spektrometresi	63
Şekil 3.26 MY-Ö (kırmızı); kuşburnu yağı kapsülü (mavi); HC kapsülü (siyah) kütle spektrometresi	63
Şekil 3.27 TY-Ö (kırmızı); kuşburnu yağı kapsülü (mavi); HC kapsülü (siyah) kütle spektrometresi	63

Şekil 3.28 İşlem görmemiş ve fiksaj işlemi görmüş dokusuz yüzeylere ait su buharı geçirgenliği grafiği	64
Şekil 3.29 İşlem görmemiş ve fiksaj işlemi görmüş örme kumaşlara ait su buharı geçirgenliği grafiği	65



TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1.1 Mikrokapsüllemede kullanılan polimerlere örnekler	6
Tablo 1.2 Yaygın olarak kullanılan mikrokapsülasyon teknikleri	6
Tablo 2.1 Çalışmada kullanılan kimyasal maddeler	30
Tablo 2.2 Çalışmada kullanılan cihazlar	30
Tablo 2.3 Çalışmada kullanılan cihazlar	31
Tablo 2.4 Kitosan çözeltisinin farklı çapraz bağlayıcı türleri, oranları ve yöntemleri kullanılarak çapraz bağlanma etkisinin incelenme koşulları	33
Tablo 2.5 Numune kodları ve açıklamaları	34
Tablo 3.1 Farklı oranlarda çapraz bağlayıcıların etkisi (40-60°C) (1,4 bütandiol diglisidil eter)	50
Tablo 3.2 Mikrodalga fiksajının çapraz bağlanma üzerine etkisi (1,4 bütandiol diglisidil eter)	51
Tablo 3.3 Farklı oranlarda çapraz bağlayıcıların etkisi (40-60 °C) (PEGDGE 600). 51	
Tablo 3.4 Mikrodalga fiksajının çapraz bağlanma üzerine etkisi (polietilen glikol diglisidil eter)	51
Tablo 3.5 <i>Staphylococcus aureus</i> 'a karşı antibakteriyel aktivite sonuçları	60
Tablo 3.6 <i>Escherichia coli</i> 'ye karşı antibakteriyel aktivite sonuçları	60
Tablo 3.7 Hindistan cevizi ve kuşburnu yağı alan karşılaştırması	73
Tablo 3.8 Hindistan cevizi ve kuşburnu yağı kapsüle alan karşılaştırması	74

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Tekstil ürünlerinin öncelikli kullanım alanı her ne kadar insanları çevresel etkilerden korumak olsa da günümüzde tekstil ürünleri tıp alanında önemli bir yer edinmiştir. Son yıllarda tekstil teknolojilerinin gelişimi ve disiplinlerarası çalışmaların artması ile sargı bezleri, bandajlar gibi geleneksel tıbbi tekstil malzemelerin dışına çıkılarak yara örtüleri, yapay organlar gibi gelişmiş ürünlerin tasarlanması ve vücut içinde kullanılması mümkün olmuştur. Bu tıbbi tekstil ürünlerinin, kullanılacağı bölgeye uygun doğal polimerler ile üretilmesiyle hem sitotoksitesi düşük hem de operasyon sırasında uygulanabilmesi mümkün olan ürünler geliştirilmiştir.

Saçlı deri, yüz, göğüs gibi vücudun çeşitli yerlerinde görülen kronik ve inflamatuvar bir deri hastalığı olan Seboreik Dermatit hastalığı bebeklerde ilk 3 ayda görülmektedir (Özdemir, 2010; Gupta ve Bluhm, 2004; Parsad, 2001; Aksoy vd., 2012). Infant seboreik dermatiti ya da genel olarak bebek konağı olarak bilinen bu hastalık saçlı kafa derisinde yağlı, sarı pullu bölgeler olarak tanımlanır (Aksoy vd., 2012; Blincoe, 2006). SD tedavisinde temel amaç, lezyonları ve fungal kolonizasyonu baskılamak ve sekonder enfeksiyonlara karşı önlem almaktır (Kaçar ve Özoğuz, 2016).

Bu amaçla çalışma kapsamında bebek konağı olarak bilinen Seboreik Dermatit'in (SD) tedavisinde kullanılmak üzere tekstil esaslı yüzeylerin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Seboreik Dermatit'in konvansiyonel tedavisinde kullanılan topikal ilaç taşıyıcı sistemler yerine doğal yağların antioksidan, cilt yenileyici, nemlendirici özelliklerinden yararlanılmıştır. Çalışmada, doymamış yağ asitleri bakımından zengin kuşburnu yağı, cilt rahatsızlıkları üzerindeki tedavi edici etkisi nedeniyle tercih edilmiştir. Ayrıca geleneksel olarak cildi nemlendirme ve cilt enfeksiyonlarını tedavi etmek için kullanılan hindistan cevizi yağı seçilmiştir. Hindistan cevizi yağının yumuşatıcı etkisi atopik dermatit gibi cilt hastalıklarında başarılı bir şekilde kanıtlanmıştır. Hidrojel olarak hidrofilik yapıya sahip, antibakteriyel, toksisitesi

olmayan biyouyumlu ve biyozonur bir polimer olan kitosan polimeri tercih edilmiştir.

Geliştirilen tekstil yüzeyinin öncelikle bebeklerin konak tedavisinde bone/başlık olarak kullanımı hedeflenmektedir. Doğal yağ esaslı etkin maddelerin kapsül formunda taşıyıcı bir jel içerisinde dokusuz yüzey ve pamuklu kumaşa aplikasyonu gerçekleştirilmiştir. Jelin su tutma özelliğinden faydalanarak kabuklu halde bulunan SD'li yüzeyin nemli tutulması da sağlanmıştır. Bitkisel içerikli formülasyonların bebeğe banyo yaparken uygulanması uygulama açısından kısıtlı kalınmasına ve döküntülerin iyileşme süresinin uzamasına neden olmaktadır. Bu amaçla tekstil tabanlı bir yüzey geliştirilerek kullanımı pratik, maliyeti düşük ve hastalığa ait semptomları azaltarak bebeğin yaşam kalitesini yükselten bir ürün elde edilmiştir.

1.1 Hidrojeller

Günümüzde tekstil ürünleri tıp alanında önemli bir yer edinmiştir. Bu amaçla çeşitli tekstil yapıları kullanılabilir. Elyaf veya filament, şerit, iplik, dokuma, dokusuz yüzeyler, örme ve kompozit malzemeler sıklıkla kullanılmaktadır. Tıbbi tekstillerde ayrıca hidrojeller, matrisler (doku mühendisliği), filtreler, süngerler, köpük yapılar, destek materyalleri ve bu yapıların karışımlar ve kombinasyonlar halinde kullanılması da mümkündür. Uygulama bölgesine bağlı olarak kokuların emilmesi, güçlü antibakteriyel etkinliğin sağlanması, ağrı azaltıcı uygulamalar, tahriş ve irritasyonun azaltılması amacıyla çeşitli ürünler geliştirilmiştir (Petrulyte ve Petrulis, 2011).

Tıbbi tekstillerin özellikleri nihai ürünün uygulama alanına ve amacına bağlı olarak geliştirilmektedir. Bu kompozit malzemeler, bakteriyostatik, anti-viral, düşük toksisite, hemostatik, fungistatik, anti alerjik özelliklerinin yanında yüksek emici, nefes alabilen ve biyouyumlu özellik gösterebilmektedir. Ayrıca bu ürünler istenilen mekanik ve konfor özelliklerine bağlı olarak uygun yapıların kullanılması ile tasarlanabilir (Petrulyte ve Petrulis 2011).

Tekstil esaslı kompozit yapılar, geniş yüzey alanı, yüksek hava nem geçirgen özellikleri ile başta yara örtüsü olmak üzere kullanılabilecek en iyi malzemelerdir (Gokarneshan vd., 2015).

Hidrojeller biyolojik bir sıvı içinde şişen çapraz bağlı polimerik ağlardır. İlaç taşıyıcı sistemler ve doku / organ onarımlarında yaygın olarak kullanılırlar. Bir ya da daha çok sayıda monomerin polimerizasyon reaksiyonu ile hazırlanırlar. Temel olarak, bileşenlerden birinin üç boyutlu ağı nedeniyle suda çözünmeyen bir hidrofilik polimer olduğu ve diğer bileşenin su olduğu iki bileşenli sistemlerdir. Bu sistemler, denge durumuna kadar suda şişebilir ve orijinal şekillerini koruyabilir, böylece ideal bir pansuman için istenilen nemli ortamı sağlayabilirler (Gokarneshan vd, 2015; Qin 2015). Genel olarak bir hidrojel yaklaşık %96 su içerir. Küçük yanıklara uygulandığında, sargının uygulanması ve çıkarılması sırasında ağrıyı hafifletir ve travmayı azaltır (Qin 2015).

Hidrojellerin şişme sonrası mekanik özelliklerinin zayılaması sebebiyle tekstil takviyeli kompozit membranlar ortaya çıkmıştır. Kumaş takviyesi, yapının istenilen mekanik özelliklerini geliştirirken ve etken madde yüklü kompozit yapının salım davranışının kontrollünün hassas olmasını sağlar.

Hidrojellerin genel uygulama alanları arasında doku mühendisliğindeki iskeleler, çevreye duyarlı (pH ve sıcaklık) hidrojeller, sürekli salım sistemi, biyosensörler, tek kullanımlık çocuk bezleri, hijyenik havlular, kontakt lensler ve tıbbi elektrotlar bulunur. Diğer uygulama alanları arasında meme implantları, kurak bölgelerde toprak nemi tutmak için granüller, yanık hastaları için yara örtüleri ve topikal ilaç iletimindeki rezervuarlar bulunur (Gokarneshan vd., 2015; Petrulyte ve Petrulis 2011).

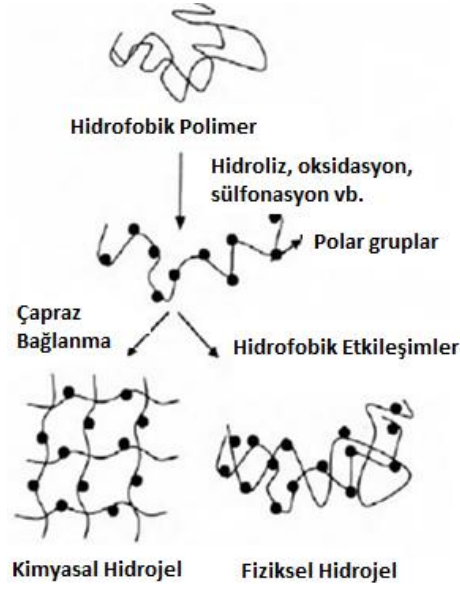
1.1.1 Hidrojellerin Sınıflandırılması

Genel olarak hidrojeller 4 ana başlık ile sınıflandırılmaktadır (Garg ve Garg, 2016).

- ❖ Kaynağına göre;
 - Doğal (aljinat, selüloz, kitin, dekstran, pektin, nişasta, kitosan);
 - Sentetik (polivinil alkol, polietilen glikol, poliakrilamid)
- ❖ Polimerik kompozisyonuna göre;
 - Homopolimerik hidrojeller
 - Kopolimerik hidrojeller
 - Çoklu polimer
- ❖ Konfigürasyona göre;
 - Amorf yapı (kristal yapıda olmayan)
 - Yarı kristalin yapı
 - Kristalin yapı
- ❖ Çapraz bağlanma türüne göre;
 - Fiziksel ve kimyasal

Hidrojellerde çapraz bağlanma birçok bileşik ve işlem ile meydana gelebilmektedir. Kullanılan yöntemleri; kimyasal etkileşimler ya da iyonik etkileşimler ile gerçekleşen fiziksel çapraz bağlanma; UV ışınlama, ısıtma ya da çapraz bağlayıcılar ile kovalent bağlı hidrojellerin oluşturduğu kovalent bağlanma olarak sınıflandırılabilir (Garg ve Garg, 2016).

Hidrojeller, H bağı içeren iyonik bağlarla bir arada tutulduğunda ‘tersinir’ veya ‘fiziksel’ jeller olarak ifade edilir. Ağların iyonik ve ikincil kuvvetler dahil olmak üzere ikincil kuvvetler tarafından bir arada tutulduğunda ise 'kalıcı' veya 'kimyasal' olarak ifade eden jeller kovalent çapraz bağlı ağlara sahiptirler (Gokarneshan vd., 2015). Şekil 1.1 de fiziksel ve kimyasal jellerin oluşumu görülmektedir.



Şekil 1.1 Fiziksel ve kimyasal hidrojellerin oluşumu (Gokarneshan vd., 2015)

1.2 Mikrokapsülasyon

Tekstil malzemelerine fonksiyonel özellik kazandırmak için uygulanan bitim işlemleri su bazlı formülasyonlarla uygulanmakta olup etkisi birkaç yıkama sonunda yok olmaktadır. Fonksiyonel özelliklerin uzun süre etkisini korunması için kullanılan araçlardan biri de mikrokapsülasyondur (Topbaş, 2011). Mikrokapsülasyon, ilaç, protein, boya veya kozmetik materyallerinin sıvı, katı veya gaz halinde bir kabul materyal içerisine hapsedilmesidir. Kapsüllenen maddeye çekirdek; çevreleyen maddeye ise kabuk veya çeper materyali denilmektedir. (Erkan 2008). Bu sayede çevre koşullarına ve yıkamaya dayanıklı yüzeyler geliştirilebilmekte; kokular gizlenebilmekte, sağlığa zararlı maddeler güvenli olarak taşınabilmekte ve ürünlere kontrollü salım özelliği kazandırılabilir (Topbaş, 2011).

Mikrokapsülasyonda kullanılacak polimerler Tablo 1.1’de verilmiştir. Genellikle 1 μm ’den küçük kapsüller nanokapsül, 1000 μm ’den büyük kapsüller ise makrokapsül olarak ifade edilmektedir (Erkan 2008).

Tablo 1.1 Mikrokapsüllemede kullanılan polimerlere örnekler (Erkan 2008)

Doğal Polimerler		Sentetik Polimerler	
Agar	Selüloz	Akrilik Polimerler	Polistiren
Albumin	Kazein	Alifatik Polimerler	Polivinil Alkol
Alijnat	Pektin	Polietilen Glikol	Silikonlar
Arap Zamkı	Kitosan	Poliamidler	Selüloz Türevleri
Nişasta	Dekstran	Poliüretanlar	Polilizin
Jelatin			

1.2.1 Mikrokapsülasyon Teknikleri

Literatürde birçok kapsül oluşturma yöntemi bulunmaktadır. Tablo 1.2’de sık kullanılan kimyasal ve mekanik mikrokapsülasyon teknikleri verilmiştir. Tekniğin seçiminde çekirdek ve kabuk malzemelerinin özellikleri önemlidir. İstenilen etkiye göre mikrokapsülasyon yöntemi seçilmelidir (Topbaş 2011).

Tablo 1.2 Yaygın olarak kullanılan mikrokapsülasyon teknikleri (Topbaş 2011; Türkoğlu 2013)

Kimyasal Yöntemler	Mekanik Yöntemler
Ara Yüzey Polimerizasyonu	Püskürterek Kurutma Yöntemi
Emülsiyon Polimerizasyonu	Püskürterek Soğutma Yöntemi
Misel Polimerizasyonu	Dönel Süspansiyon Ayırma Yöntemi
Radikal Zincir Polimerizasyonu	Akışkan Yatak Yöntemi
Polikondenzasyon Polimerizasyonu	Elektrostatik Depozisyon Yöntemi
<i>İn Situ</i> Polimerizasyonu	Santrifüj Yöntemi
Koaseervasyon (Faz Ayrımı) Yöntemi	Sıvı-Gaz yada Katı-Gaz Ara Yüzey Polimerizasyonu
Basit Koaservasyon	Sıcak Eriyik Yöntem
Kompleks Koaservasyon	
Süperkritik Akışkan Yöntemi	
Isıl ve İyonik Jelleşme Yöntemi	

Tez çalışmasında kapsül oluşturma aşamasında koaservasyon yöntemi kullanıldığından bu bölümde bu yöntem hakkında bilgi verilmiştir.

1.2.1.1 Koaservasyon (Faz Ayrımı) Yöntemi

"Koaservasyon", kontrollü koşullar altında ortam ortamının (pH, iyonik kuvvet, sıcaklık, çözünürlük) modifikasyonu ile indüklenen birleştirici fazı ayırma işlemini belirtmek için kolloidal kimyada kullanılan bir terimdir. Bu süreçte, kolloid

açısından zengin olan faz koaservat faz olarak bilinirken, çok az miktarda kolloid içeren faz ise denge fazı olarak bilinir; karıştırma etkisi ile polimer madde etken maddenin etrafını sarmaktadır (Timilsena vd., 2019). Koaservasyon veya faz ayrımı, basit koaservasyon ve kompleks koaservasyon olarak ikiye ayrılır. Çözünmüş polimer ile düşük moleküler ağırlıklı madde arasındaki reaksiyon, basit koaservasyona yol açar. Kompleks koaservasyonda ise mikrokapsül kabuğunu oluşturmak için karşılıklı zıt yüklere sahip iki polimer etkileşime girer (Bayryamov 2020).

Tuz ve alkol gibi suya ilgisi yüksek olan maddelerin eklenmesi ile basit koaservasyon meydana gelmektedir. Sulu polimer çözeltisi uygun sıcaklık, çözücü, pH veya tuz oranı ile basit koaservasyona uğramaktadır. Eklenen maddelerle kolloidal damlacıklar açısından zengin ve seyreltik olmak üzere iki faz oluşmaktadır. Fazların ayrılması ile polimer katılarak çekirdek maddenin çevresini sarmaktadır. Kullanılan polimer ve sisteme göre seçilen çapraz bağlayıcılar ile mikroparçacıkların çeperi sertleştirilmektedir (Erkan, 2008, Türkoğlu 2013).

Kompleks koaservasyon süreçlerinde, iki veya daha fazla zıt yüklü polimer, genellikle proteinler ve polisakkaritler arasındaki iyonik etkileşimler koaservat oluşumuna ve faz ayrılmasına yol açar. Kompleks koaservasyon için ana itici faktör, reaksiyon ortamında bulunan yüklü makromoleküller arasındaki elektrostatik etkileşimdir. Bununla birlikte, van der Waals moleküller arası kuvvet, dipolar proteinlerdeki hidrofobik etkileşim ve moleküller arası hidrojen bağına bağlı nükleik asit konformasyon değişiklikleri de kompleks koaservasyon mekanizmasında önemli rol oynamaktadır (Timilsena vd, 2019; Muhozza vd., 2020).

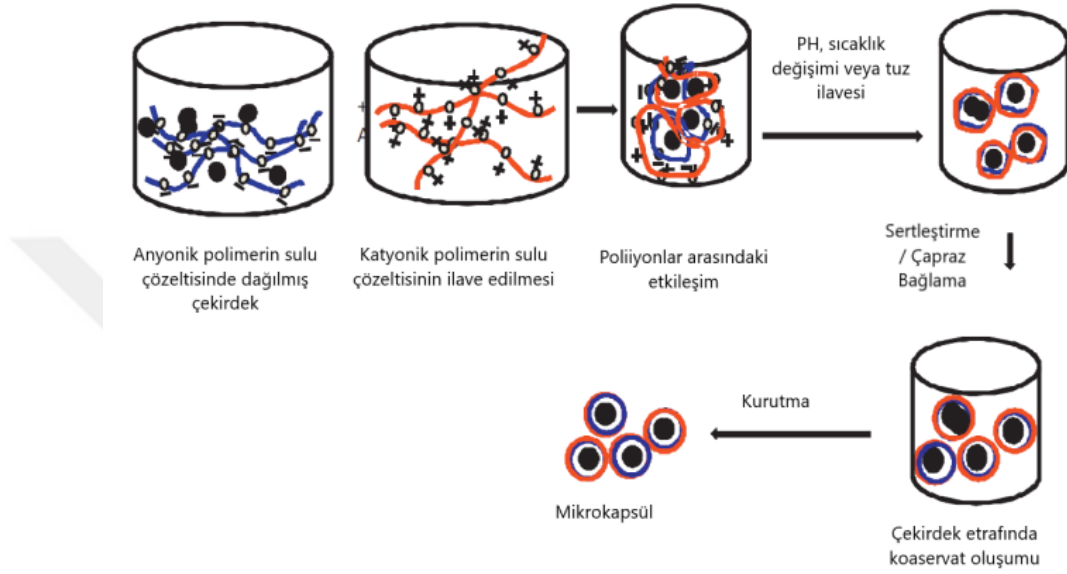
Bu işlem üç aşamada gerçekleşir:

1) çekirdek malzemenin, en yaygın haliyle bir yağın, polimerin sulu çözeltisi içinde dağıtılmasıyla bir emülsiyon hazırlama;

2) ikinci bir sulu polimer solüsyonu ve ardından tuz ilavesi ile pH, ortamın sıcaklığı veya seyreltisinin değiştirilmesi yoluyla kabuk materyalinin çekirdek malzemesi etrafına sarılması;

3) mikrokapsülleri çapraz bağlama, tuz ile pH değişimi veya bir sıcaklık değişikliği ile işleme tabi tutma yoluyla stabilize etme (Bayryamov 2020).

Kompleks koaservasyon yöntemi gıda, farmasötik, tarım, tekstil ve elektronik sektörlerinde çeşitli uygulama alanları bulmuştur ve yöntemin şematik gösterimi Şekil 1.2’de yer almaktadır.



Şekil 1.2 Kompleks koaservasyon yönteminin şematik gösterimi (Timilsena vd., 2019)

1.3 Mikrokapsüllerin Kumaşa Fiksaj Yöntemleri

1.3.1 Isıl Fiksaj

Tekstil endüstrisinde ısı işlemleri genellikle kumaş üzerinde su ve organik bileşiklerin uzaklaşması için kurutma ve uygulanan kimyasalın polimerizasyonunu sağlayarak yüzeye fiks olmasını sağlamak için kullanılmaktadır. Üretim hızları, konvansiyonel malzemenin bileşimi ve uygulama kalınlığı, fırın sıcaklığı, kabinde kalma süresi ve sıcak hava akışı ile belirlenir (Yurdakul ve Atav, 2006).

Geleneksel yöntemlerde kapsüller tekstil mamullerine bir binder aracılığı ile yüksek sıcaklıklar kullanılarak aktarılır. Isıl fiksaj bağlayıcının polimerleştiği sıcaklığa bağlı olarak 130-170 C’de 1-10 dakika arasında gerçekleşir. Böylece polimerleşen ağısı yapı ile kapsüller kumaş yüzeyine tutunmaktadır (Pektaş 2016).

Konvansiyonel yöntemlerde ısı transferi materyalin dış yüzeyinden başlamakta ve daha sonra soğuk iç yüzeylere doğru yayılım yapmaktadır. Bu nedenle işlem süresinin diğer alternatif teknolojilere (UV kürleme ve mikrodalga enerjisi) göre daha uzun olması söz konusudur (Haggag vd., 2014). Ayrıca enerji tüketiminin daha yüksek olması, kapsül kabuk materyalinin kırılması, çekirdek maddenin buharlaşması, çekirdek maddesinin hızlı salınması, hava kirliliği yöntemin dezavantajlarındandır (Pektaş 2016).

Bu çalışma kapsamında ısıfiksajın yanında malzemenin hacmi boyunca enerji aktarılması ile işlem süresini azaltma ve verimliliği artırma potansiyeli bulunan mikrodalga fiksajının etkinliği de incelenmiştir.

1.3.2 UV Fiksaj

UV kürleme teknolojisi, ısıfiksaj yerine kullanılabilen alternatif bir teknolojidir. UV ışık kaynağı ile çeşitli kimyasalların ve boyarmaddelerin tekstil yüzeyine fiks edilmesine dayanan bu teknoloji, hızlı olması, yüksek sıcaklıklar gerektirmemesi, çevreci bir yöntem oluşu ve maliyetlerinin ısıfiksaja göre düşük olması nedeniyle geliştirilmeye açık bir teknolojidir (Pektaş vd., 2022; Bahria ve Erbil, 2016).

UV kürleme sistemleri genel olarak foto başlatıcı kimyasalların kullanıldığı UV ışık yardımıyla başlanmaktadır. Foto başlatıcılar, ışığı absorblayarak reaktif hale gelirler ve reçine bileşenindeki monomer ve oligomerlerle tepkime verip polimerleşmeyi başlatırlar (Pektaş vd., 2022).

UV ışınlarıyla yapılan çalışmaların avantajları; ekonomik olmaları, düşük enerji gereksinimi, çapraz bağlanmanın çok hızlı bir şekilde gerçekleşebilmesi, yüksek sıcaklıklara gereksinim duymadan oda sıcaklığında uygulanabilmesi ve sağlığa zararlı uçucu organik yapı ve solvent içermemesi, yüksek başlangıç maliyetleri gerektirmemesi gibi sıralanabilir. Ayrıca ilk yatırım maliyetinin de düşük olması sayesinde her işletmede kullanılabilecek bir sistem olma avantajına sahiptir (Baysal vd., 2019).

Literatürde tekstil yüzeylerine fonksiyonel özellik kazandırma amaçlı kapsül aktarma uygulaması, su iticilik, süper hidrofobik özellik, kendi kendini iyileştirebilme (self healing), antibakteriyellik, güç tutuşurluk, boncuklanma azaltmanın yanı sıra kumaş baskısı ve kaplama gibi uygulama alanları bulunmaktadır. Ghayempour ve Montazer, 2017; Baştürk ve Kahraman, 2016; Ferrero ve Tempestini, 2017).

1.3.3 Mikrodalga ile Fiksaj

Tekstil işletmelerinde ısı işlemleri büyük miktarda enerji tüketmektedir. Isı radyasyon, iletim ve konveksiyon ile materyale aktarılabilmektedir. Isı transferinin bu üç yolu ayrı ayrı veya kombinasyon halinde kullanılabilir (Haggag vd., 2014). Zamandan ve enerjiden tasarruf etmek bütün sektörlerde olduğu gibi tekstil endüstrisi için oldukça önemlidir. Daha az enerjinin kullanılmasını mümkün kılan teknolojinin geliştirilmesi ve buna yönelik tekniklerin kullanılması oldukça önemli bir faaliyet alanıdır.

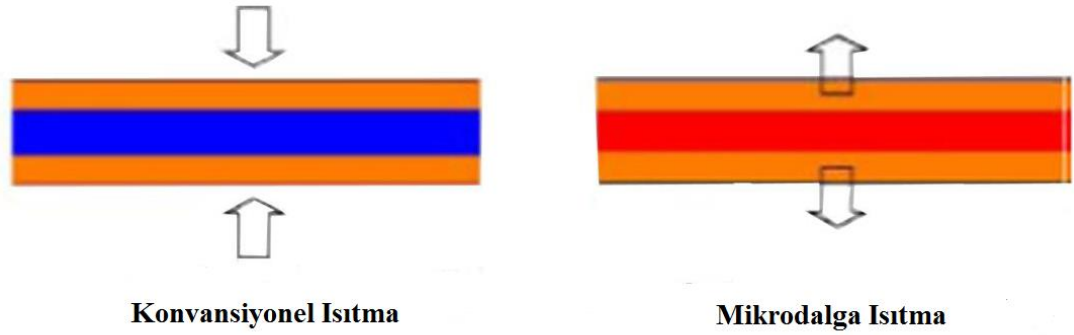
Mikrodalgalar esasen yüksek frekanslı radyo dalgalarıdır. Mikrodalga frekansı 30 MHz-30.000 MHz arasında yer almaktadır (Özerdem vd., 2008).

Mikrodalga fiksajının esas; temel elemanı olan aplikatörde beslenen elektromanyetik enerjinin, kurutulacak materyali tarafından absorbe edilmesine dayanır. (Özerdem vd., 2008).

Mikrodalga teknolojisinin en göze çarpan avantajlarından biri, aşırı kurutmadan kaynaklanan hasarı en aza indiren hacimsel ısıtmadır. Tekstil mamullerinin mikrodalgada ısıtılması malzeme boyunca neredeyse anlıktır, böylece kumaş ortamı onu yüzeyden ısı kaybına karşı yalıtır ve kürlenmeye izin verir (Budimir vd., 2012). Bu nedenle mikrodalga teknolojisi enerji tasarrufunun yanında hızlı, düzgün ve lokalize bir ısıtma sağlayan uygulamalardır (Bhat ve Kale 2012).

Yüklü gruplar içeren materyal alternatif elektrik alanında polarize olabilmektedir. Polarizasyonun etkisiyle moleküler sürtünme gerçekleşmekte ve materyal içinde ısı oluşmaktadır (Özerdem vd., 2008)

Mikrodalga enerjisinin elektromanyetik alanla moleküler etkileşim yoluyla doğrudan malzemelere iletilmesi ile mikrodalga ısıtması, elektromanyetik enerjinin termal enerjiye aktarılmasıyla gerçekleşir ve konvansiyonel sistemlerdeki ısı transferi yerine enerji dönüşümü söz konusudur. Enerjinin iletilme şeklindeki bu fark, malzemelerin kurutulmasında mikrodalgaların kullanılmasında birçok potansiyel avantaj sunmaktadır. Mikrodalgaların nüfuz edeceği malzemeler enerji depolayabildiği için, malzemenin hacmi boyunca ısı üretilebilmektedir (Haggag vd., 2014).



Şekil 1.3 Mikrodalga ısıtma (hacimsel) ile konvansiyonel ısıtma (yüzey) karşılaştırması (Haggag vd., 2014)

1.4 Seboreik Dermatit

Seboreik dermatit, çoğunlukla kafa derisi, nazolabial kıvrımlar, kulaklar, kaşlar ve göğüste kırmızı, dökülme, yağlı bölgelerin ortaya çıkması ile karakterizedir. Hastalar eritem, pullanma derecesi ve lezyonların “yağlı” görünümüne göre değişiklik göstermektedir (Gupta ve Bluhm 2004). Saçlı deri, yüz, göğüs gibi vücudun çeşitli yerlerinde görülen kronik ve inflamatuvar bir deri hastalığı olan Seboreik Dermatit hastalığı bebeklerde ilk 3 ayda görülmektedir (Özdemir 2010; Parsad, 2001; Aksoy vd., 2012). Infant seboreik dermatiti ya da genel olarak bebek konağı olarak bilinen

bu hastalık saçlı kafa derisinde yağlı, sarı pullu bölgeler olarak tanımlanır (Aksoy, 2012; Blincoe, 2006).



Şekil 1.4 Bebeklerde görülen seboreik dermatit görüntüleri (Nationaleczema, 2022)

İlk araştırmacılar Seboreik Dermatit in sebebinin *Malassezia* mayaları (daha sonra *Pityrosporum* mayaları olarak bilinir) olduğunu belirtmişlerdir. Ancak *Malassezia* türleri normal insan derisi komensalları olduğundan, daha sonra araştırmacılar bu maya türlerinin seboreik dermatitte patojenik bir rol oynadığı olasılığını reddetmişlerdir. Seboreik dermatit hastalarının *malassezia* sayımlarının normal kontrollerden daha yüksek olup olmadığı belirsizdir, ancak maya yoğunluğu ve seboreik dermatitin şiddeti arasında bir korelasyon bildirilmiştir (Gupta ve Bluhm 2004). Dolayısı ile SD tedavisinde temel amaç, lezyonları ve fungal kolonizasyonu baskılamak ve sekonder enfeksiyonlara karşı önlem almaktır (Kaçar ve Özoğuz, 2016).

Seboreik dermatitin konvansiyonel tedavisinde hastalığın şiddetine bağlı olarak ketokonazol içerikli şampuanlar, kortikosteroid içeren merhemler ve özellikle bebekler için doğal bitki özlerinden oluşan saç spreyleri ve şampuanlar kullanılmaktadır (Kaçar ve Özoğuz, 2016). Ancak bitkisel içerikli formülasyonların bebeğe banyo yaparken uygulanması, uygulama açısından kısıtlı kalınmasına ve döküntülerin iyileşme süresinin uzamasına neden olmaktadır. Ayrıca saçlı deriye sıkılan spreylerin bebeğin dokunması ile ellerine bulaşması ve dolayısıyla oral yolla spreynin bulaşma riski taşımaktadır. Bone veya başlık olarak tasarlanan bu ürünle riskin de ortadan kaldırılması ve ürünün tekrarlı kullanımı ile sürdürülebilir olması hedeflenmektedir.

Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar ışığında, tekstil tabanlı bir yüzey geliştirilerek kullanımı pratik, maliyeti düşük ve hastalığa ait semptomları azaltarak ve tedavisini destekleyerek bebeğin yaşam kalitesini yükselten bir ürün elde edilmek istenmiştir. Antibakteriyel etkinliğe sahip olan bu ürünler ile oluşabilecek sekonder enfeksiyonlara karşı önlem alınmış olacaktır.

1.5 Çalışmada Kullanılan Maddelerle İlgili Genel Bilgiler

1.5.1 Kitosan

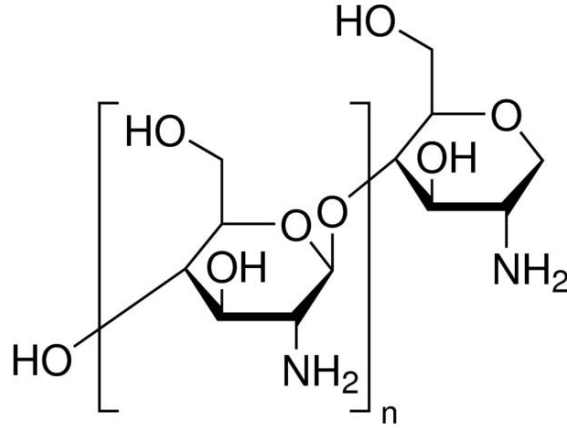
Kitosan, kabukluların, mantarların ve böceklerin dış iskeletlerinden elde edilen katyonik bir polisakkarittir. Genellikle deniz kabuklu canlılarından elde edilen kitinin deasetillasyonu ile elde edilirler. Kitin kısmen deasetillendiğinde ve kitosana dönüştürüldüğünde amino gruplarının miktarı ve suda çözünürlüğü artar. Kitosan, kristal yapıya ve birkaç hidrojen bağına sahip olmasına rağmen genellikle asitlerde çözünür (Ahmadi vd., 2015).

Kitosan polimeri; toksisitesi olmayan biyoyouyumlu ve biyobozunur özelliğe sahip, hidrofilik bir yapıya sahiptir. Aynı zamanda antibakteriyel etkinliği de bulunmaktadır.

Antibakteriyel aktivite etkinliği katyonik formdaki kitosanın mikroorganizmaların anyonik bileşenleri ile elektrostatik etkileşim meydana getirmekte ve etkileşim sonucu hücre yüzeyine yük dağılımının farklılaşmasından dolayı membran stabilitesi bozulmakta ve geçirgenliği değişmektedir. Geçirgenliğin değişmesi ile besin maddeleri hücre içerisine girememekte ya da hücre içi bileşenler hücre dışına sızmakta ve hücre ölümü gerçekleşmektedir. Bu özellikleri ile kitosan farmasötik, tıp, doku mühendisliği, kozmetik, tarım ve gıda endüstrileri dahil olmak üzere birçok farklı alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Ahmedi vd., 2015; Yıldırım vd, 2016).

Kitosanın çapraz bağlanma özellikleri stabilite ve dayanım açısından önem arz etmektedir. Kitosan bazlı hidrojel ağları, hazırlama ve çapraz bağlama yöntemine göre kategorize edilir. Polisakkarit zincirleri arasındaki moleküler kuvvetler ve

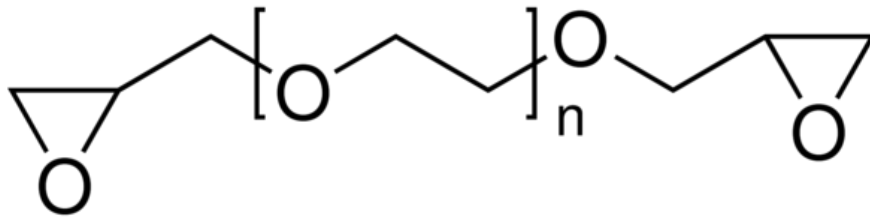
iyonik etkileşimler moleküler ağırlık ve iyonik kuvvetten etkilenmektedir (Ahmedi vd., 2015).



Şekil 1.5 Kitosanın kimyasal yapısı (Sigma Aldrich, 2022)

1.5.2 Poli (etilen glikol) Diglisidil Eter

Poli(etilen glikol) diglisidil eter (PEGDGE), amin, hidroksil veya karboksil grupları taşıyan polimerlerin çapraz bağlanması için yaygın olarak kullanılan bir çapraz bağlayıcıdır (Vasylieva vd., 2011; Nguyen vd., 2019). Toksik olmayan bu çapraz bağlayıcılar, biyomateryallerin çapraz bağlanması, kontrollü salım yapan sistemler, biyosensörler vb. gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Türkoğlu 2020). PEGDGE kimyasal yapısı Şekil 1.6’da gösterilmektedir.



Şekil 1.6 Poli(etilenglikol) diglisidil eterin kimyasal yapısı (Sigma Aldrich, 2022)

1.5.3 Kuşburnu ve Hindistan Cevizi Yağı

Kuşburnu (*Rosa canina* L.), Gülgiller ailesinin bir üyesidir. *Rosa canina* tohumları yaklaşık %15 ham yağ içerir. Tohumlardan yağları çıkarmak için farklı

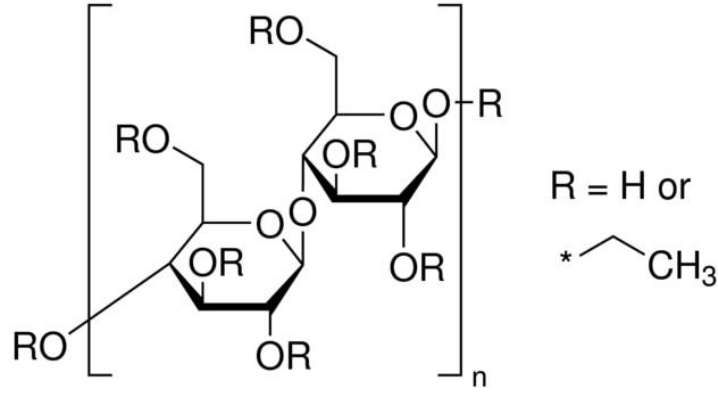
ekstraksiyon teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Geleneksel ekstraksiyon teknikleri iki temel sınıfa ayrılır: (I) presleme ve (II) solvent ekstraksiyon yöntemi. Ultrason, mikrodalga, kritik altı ve süper kritik sıvı ekstraksiyonu gibi modern ekstraksiyon teknikleri, kuşburnu tohumlarından yağı çıkarmak için kullanılan diğer faydalı yöntemlerdir. Kuşburnu yağı, esansiyel yağ asitleri, tokoferoller, steroller ve fonksiyonel özelliklere sahip fenolikler içerdiğinden değerli bir yağ olarak kabul edilir. Başlıca esansiyel yağ asitleri linoleik, linolenik ve oleik asitlerdir. Kuşburnu yağının sağlığı geliştirici etkileri arasında kansere karşı etkisi ilk sırada yer almaktadır. Ayrıca doymamış yağ asitleri bakımından zengin kuşburnu yağı, cilt rahatsızlıkları üzerindeki tedavi edici etkisi nedeniyle genellikle kozmetikte kullanımı tercih edilmektedir (Kıralan ve Yıldırım 2019). Tıp alanında, kuşburnu yağı uzun yıllardır yaraları ve/veya yara izlerini tedavi etmek için kullanılmaktadır. Bu yağın faydalı etkisi, hücre zarlarının geçirgenliğinde ve yaralanma onarım mekanizmalarında önemli bir rol oynayan esansiyel yağ ve doymamış asitlerin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Valeron-Almazan vd., 2015).

Saf hindistancevizi yağı (VCO), taze, olgun hindistan cevizi çekirdeğinden elde edilen işlenmiş doğal yağdır. *In vivo* olarak antikanser, antimikrobiyal, analjezik, ateş düşürücü ve iltihap önleyici özellikler gibi çeşitli biyolojik aktiviteler gösterir. Geleneksel olarak hindistancevizi yağı cildi nemlendirmek ve cilt enfeksiyonlarını tedavi etmek için kullanılır. Hindistan cevizi yağının yumuşatıcı etkisi atopik dermatit hastalarında başarılı bir şekilde kanıtlanmıştır, böylece hindistancevizi yağının kseroz tedavisinde kullanılacak güçlü bir doğal yumuşatıcı/nemlendirici olduğu gösterilmiştir. Terapötik nemlendirici olarak uygulanması VCO'nun etkinliğini ve güvenli kullanımını göstermiştir (Varma vd., 2019).

1.5.4 Etil Selüloz

Etil klorür ve alkali selülozun reaksiyonu sonucu meydana gelen selüloz eterine etil selüloz denilmektedir. Sert, sıcaklığı dayanıklı, hidrofob bir termoplastik polimer olan etil selüloz (EC), alkali ve tuzlara ve suya karşı dayanıklıdır. Mukavemetini ve

esnekliğini koruyan etil selüloz kapsül duvar materyali olarak sıkça kullanılmaktadır. Kimyasal yapısı Şekil 1.7 de görülmektedir (Erkan 2008; Türkoğlu 2011).



Şekil 1.7 Etil selülozun kimyasal yapısı (Sigma Aldrich, 2022)

1.6 Ön Çalışmalar

Bu bölümde koaservasyon yöntemi ve tekstil uygulamaları, Seboreik dermatitin tedavisine yönelik tekstil esaslı uygulamalar ve mikrodalga fiksajının etkinliğine yönelik yapılan ön çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

Türkoğlu vd., (2020) çalışmasında sivrisinek kovucu tekstil yüzeyi geliştirmeyi amaçlamıştır. Bu amaçla biyo-bazlı ve sentetik sivrisinek kovucu ajanları karşılaştırmak için limonen ve permetrin çekirdek, etil selüloz ise kabuk materyali olarak kullanılarak koaservasyon yöntemi ile kapsüllenmiştir. Küresel ve düzgün morfolojik yapıya sahip kapsüllerin partikül dağılımının homojen olduğu belirlenmiştir. Kapsüller dar boyut dağılımı göstermiştir. Limonen ve permetrin için optimum formülasyonların ortalama parçacık boyutu sırasıyla 1 ve 1.3 µm'dir. FTIR spektrumları, kapsüllerin kimyasal yapısının kabuk malzemesi ile benzerliğini ortaya çıkarmıştır. Elde edilen partiküller pamuklu yüzeye aktarılmış ve 20 yıkama dayanımına karşı test edilmiştir. İnsektisit aktivitesi, Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) koni biyo-tahlili ile ilgili olarak, yaygın ev sivrisineklerine (*Culex pipiens*) karşı değerlendirilmiştir. Sivrisinekler, işlem görmüş kumaşlardan uzak durma eğiliminde ve limonen ve permetrin için sivrisineklerin ölüm oranları sırasıyla %41

ve %54 olarak kaydedilmiştir. Artan yıkama sayısı ile kumaşların etkinliği azalmasına rağmen, kumaşların 20 yıkama sonunda hala iticilik gösterdiği görülmüştür. Bu çalışma, geliştirilen ürünün sivrisinek kaynaklı hastalıklardan korunmak için piyasadaki diğer ürünlere alternatif olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Fiedler vd., (2019) çalışmada Aloe Vera'yı mısır nişastası kabuk materyali ile basit koaservasyon yöntemine göre kapsüllemiştir. Çalışmada kapsüllerin pamuklu dokusuz yüzeylere aktarılması için bütan tetrakarboksilik asit (BTCA) kullanılmıştır. Elde edilen mikrokapsüllerin morfolojisini incelemek için optik ve taramalı elektron mikroskopisi; mikrokapsüllerin termal bozunmasının anlaşılması için termogravimetri; dokusuz yüzey ve mikrokapsül arasındaki etkileşimi kanıtlamak için FTIR ve son olarak CIE WI beyaz indeksi kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre basit koaservasyonun, uçucu yağların kapsüllemesi için iyi sonuçlar veren basit bir yöntem olduğu sonucu çıkarılmıştır.

Beşen (2020), çalışmada çay ağacı yağı/etil selüloz (TTO/EC) mikrokapsüllerini kullanarak tek kullanımlık antimikrobiyal pamuklu kumaşlar elde etmiştir. Bu amaçla, TTO/EC mikrokapsülleri hazırlanmış ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve Fourier dönüşümü kızılötesi yayıflatılmış toplam yansıma (FTIR-ATR) analizleri ile karakterize edilmiştir. Karakterize edilen mikrokapsüller daha sonra %100 pamuklu kumaş örneklerine emdirme yöntemi ile aktarılmıştır. Ayrıca TTO, TTO/EC mikrokapsülleri ve kumaş örneklerinin antibakteriyel aktiviteleri de *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* bakterilerine karşı değerlendirilmiştir. Sonuçlar mikrokapsüllerin başarıyla hazırlandığını ve kumaş örneklerine uygulandığını göstermiştir. Ayrıca tekstil yüzeylerinde hedeflenen antimikrobiyal aktivitelerin kabul edilebilir seviyelerde olduğu belirtilmiştir.

Bouaziz vd., (2021), çalışmada tarçın yağını kitosan kabuk materyali ile basit koaservasyon yöntemini kullanarak kapsüllemiş ve elde edilen kapsüller pamuklu kumaşlar üzerinde immobilize edilmiştir Biyo-fonksiyonel yüzey eldesi için selülozik liflere aşılınması amaçlanmıştır. Mikrokapsül morfolojisi optik mikroskop

ile karakterize edilmiştir. Dimetiloldihidroksietilen üre reçinesi (DMDHEU), selülozik liflerin yüzeyinde mikrokapsülleri aşlamak için bir bağlayıcı ajan olarak kullanılmıştır. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile görüntü analizi ve Attenuated Total Reflectance-Fourier Transformed Infrared (ATR-FTIR) analizleri, selülozik lifler ve mikrokapsüller arasındaki etkileşimi kanıtlamak için yapılmıştır. Ayrıca, kumaşların mekanik mukavemet, hava geçirgenliği, yıkama dayanımı gibi özellikleri de değerlendirilmiştir. Son olarak, liflerin *Escherichia coli* (*E. coli*) ve *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) bakterilerine karşı antibakteriyel aktivitesi değerlendirilmiştir. Sonuçlar, işlem görmüş kumaşların bakteri büyümesinin inhibisyonunu indüklemeye kabiliyetini kanıtlamaktadır. Koaservasyon yönteminin, selülozik elyaf yüzeyine tarçın esansiyel yağı aktarılması için basit bir işlem olduğu belirtilmiştir. Uçucu yağların aktif ajan olarak kullanılması, antimikrobiyal maskeler, bakteriyostatik kumaşlar ve sağlık tekstilleri gibi birçok koruyucu tekstil substratı için umut verici bir araç olduğubildirilmiştir.

Agrawal ve Goel (2022); çalışmasında sitronella yağı etken maddesini, sodyum aljinat kabuk materyalini kullanarak basit koaservasyon yöntemi ile kapsüllemiştir. Çalışmalarında 1:1; 1:2; 2:1; 1:3 ve 3:1 kabuk materyali:çekirdek oranlarında mikrokapsüller üretilmiş ve optimum duvar:çekirdek madde oranı olarak 2:1 seçilmiştir. Elde edilen mikrokapsüller emdirme yöntemi ile pamuklu kumaşlara aktarılmış; 80-85°C'de 5 dk ısıfiksajı yapılmıştır. Elde edilen yüzeylerin giysi olarak kullanımını araştırmışlar ve ürünün aromaterapide kullanılabileceği belirtilmiştir.

Huong vd., (2022), tarçın uçucu yağını poli etil akrilat-ko-metil metakrilat-ko-trimetilamonyoetil metakrilat klorür kabuk materyali ile solvent uzaklaştırma tekniği kullanarak kapsüllemiştir. Mikrokapsülasyon işleminde, tarçın yağı içeriği 0.15, 0.25, 0.35 ve 0.45 g olmak üzere dört farklı oranda çekirdek- kabuk oranı değiştirilirken diğer bileşenler değişmeden sabit tutulmuştur. Çekirdek-kabuk oranına bağlı olarak şekil ve morfoloji, boyut ve boyut dağılımı, mikrokapsülleme etkinliği gibi mikrokapsül özellikleri araştırılmıştır. Karakterize edilen mikropartiküller interlok örme kumaşa aktarılmış ve kumaşın antimikrobiyal

aktivitesi ve koku dayanımı değerlendirilmiştir. Sonuçlar, tarçın yağının küresel yapıda başarılı bir şekilde kapsüllendiğini göstermiştir. Tarçın yağı içeriği arttığında, mikrokapsül boyutu küçülmüş ve parçacık boyut dağılımı genişlemiş, mikrokapsüller daha gözenekli hale gelmiş ve agregat oluşturmuştur. Mikrokapsül aktarılmış kumaşın koku yoğunluğu artarken *E. coli* bakterilerine karşı aktivitesi azalmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, aromatik ve antimikrobiyal tekstillerde uygulanması için 0.15 g tarçın yağı kullanılan formülasyonun uygun olduğu belirtilmiştir.

Bayramov (2020) çalışmasında kapsülleme yöntemlerinin kısa bir incelemesine dayanarak, fizikokimyasal yöntemleri ve özellikle farklı yağların kapsülasyonu için en uygun yöntemler olarak basit ve kompleks koaservasyonu seçmiştir. Bu yöntemler kolay uygulanabilir olması, düşük maliyetli ekipmana ihtiyaç duyulması ve çevreye duyarlı malzemelerin kullanılması gibi avantajları nedeniyle tercih edilmiştir. Bu amaçla, gül yağı, lavanta ve yasemin yağının kapsülasyonu basit ve kompleks koaservasyon yöntemi kullanılarak başarıyla gerçekleştirilmiştir. Kabuk maddesi olarak basit koaservasyonda sadece jelatin, kompleks koaservasyon yönteminde ise jelatin ve aljinat biyopolimerleri kullanılmıştır. Çalışmada mikrokapsüllerin duvar materyalinin parçacıkların mekanik dayanımı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Bhargavi vd., (2020) çalışmalarında jelatin (Type A) ve akasyanın polianyon bileşeni olarak potansiyel kullanımını incelemişlerdir. Zeta potansiyelinin, iki zıt yüklü polimerin pH, polimerik kütle oranı ve toplam biyopolimer konsantrasyonu gibi değişen parametrelerin kompleks koaservasyon verimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Sonuç olarak en yüksek koaservat veriminin (65 ± 0.9) 2: 1 akasya: jelatin oranı ve pH 4.2 için olduğu belirtilmiştir. Uygulamalar için %3'lük toplam biyopolimer konsantrasyonunun uygun olduğu belirlenmiştir.

Ocak (2020), çalışmasında 2: 1, 1: 1 ve 1: 2 oranlarda arap zımkı (GA) ve deri eti atığından çıkarılan kolajen hidrolizati (CH) *Origanum onites* L. uçucu yağını (OOEO) kompleks koaservasyon yöntemiyle kapsüllemek için duvar malzemesi olarak kullanmıştır. Elde edilen OOEO kapsüllerinin kapsülleme verimi ve etkinliği,

fonksiyonel grup bileşimi, parçacık boyutu, morfolojisi ve termal stabilitesi karakterize edilmiştir. Elde edilen mikrokapsüllerin yüksek kapsülleme verimi, verimliliğinin yanı sıra tek tip morfoloji ve düşük su aktivitesi gibi iyi fonksiyonel özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir. Biyopolimerler için en iyi kütle oranı (GA: CH) 1: 1 olarak belirlenmiştir. Taramalı elektron mikroskobu analizi, OOEO mikrokapsül örneklerinin küresel bir şekle sahip olduğunu göstermiştir. GA ve CH arasındaki moleküler etkileşimleri doğrulayan elde edilen kapsüller üzerinde FTIR analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, kompleks koaservasyon yöntemi ile uçucu yağların mikrokapsüllemesi için GA ve CH kullanılarak ideal bir duvar malzemesi olabileceğini belirtilmiştir.

Ferreria ve Nicoletti (2021) çalışmasında jelatin/arap zımkı biyopolimerlerini kullanarak zencefil yağının kapsülasyonu ile atomize işleminin kompleks koaservasyon üzerine etkisini incelemişlerdir. Jelatin: arap zımkı oranının etkisi atomizasyon ile kapsül oluşumu açısından incelenmiştir. Jelatin: arap zımkı oranının, kapsül oluşumunda oldukça etkili bir parametre olduğu belirtilmiştir. Jelatin konsantrasyonu, her iki yöntem için kapsüllerin boyutunu etkilerken, jelatin konsantrasyonundaki artış, atomize kapsüller için kapsülleme parametrelerini etkilememiştir. Mikrokapsüllerin çapı 57 ila 85 um arasında değişmiştir, atomize kapsüllerin verimi %89,74 ile 98,7 arasında değişmiştir ve konvansiyonel yöntemle üretilen kapsüllerin verimi %21 ila 88 arasında değişmiştir. Atomizasyon işlemi ile daha yüksek kapsül verimi elde edilmiştir.

Julaeha vd., (2020) çalışmalarında misket limonunu jelatin ve aljinat biyopolimerlerini CaCl_2 ile çapraz bağlayarak kompleks koaservasyon tekniğiyle kapsüllemişlerdir. Çekirdek / kabuk oranı, karıştırma hızı ve sıcaklığı optimizasyonu yapılmıştır. Mikrokapsüllerin yapısı ve şekli, parçacık boyutu analizi ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile karakterize edilmiştir. Mikrokapsüllerin verimi, partikül boyutu dağılımı, yağ içeriği, yağ yükü ve kapsülleme verimliliği gibi özellikleri de belirlenmiştir. Optimum çekirdek / kabuk oranı 0.49, karıştırma hızı 600 rpm ve sıcaklığı 35 °C'de %46 verim ile %78 yağ içeriğe sahip mikrokapsüllerin elde edildiği belirtilmiştir.

Rungwasantisuk ve Raibhu (2020) çalışmalarında lavanta uçucu yağı içeren mikrokapsüllü bir vernik ile serigrafi baskı yoluyla hoş kokulu ambalaj kâğıdı elde etmeyi amaçlamışlardır. Ticari olarak temin edilen, genel kullanımlı Lavanta (*Lavandula Angustifolia*) uçucu yağı; jelatin ve arap zımkı ile kompleks koaservasyon tekniğı ile kapsüllenmiştir. Kapsülleme sürecindeki faktörler, mikrokapsülün mekanik dayanımı, salımı ve morfolojisi incelenmiştir. Kontrol faktörlerinin ve kapsülleme için en iyi performans gösteren koşulların belirlenmesinde varyans analizi, ana etki grafiğı gibi istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. UV ile kürlenene bir vernikle karıştırılarak elde edilen kapsüllü verniklerin, uçucu yağ yükleme kapasitesi, parmaklarla ovalayarak ayrılma, zamansız salınma karşı koruma ve taşıma, depolama ve nakliye sırasında yüke dayanıklılık açısından değerlendirilerek ve optimize edilmiştir. Elde edilen ürünlerin özel sipariş veya özelleştirilmiş, küçük hacimli hediye ambalaj kağıtları ve benzeri uygulamalarda kullanılabileceğı belirtilmiştir.

Gauger vd., (2003) yaptıkları çalışmada gümüş içerikli tekstillerin (Podycare®) Atopik Egzama üzerindeki etkileri klinik olarak incelenmiştir. 2 hafta boyunca dirseklerde kullanılan ürünlerin etkinliğı SCORAD indeksi ile incelenmiştir. Kullanımdan 2 gün sonra *S.aureus* kolonizasyonunda oldukça önemli azalma meydana gelmiştir. Klinik araştırmanın bitmesinden 7 gün sonra bile *S.aureus* yoğunluğu taban çizgisine göre önemli ölçüde düşük kalmıştır.

Yokoyama vd., (2009) yaptıkları çalışmada etilen vinil alkol (EVOH) lifinden yapılan iç çamaşırların atopik dermatitli çocuklarda etkisini incelemiştir. Seçilen atopik dermatitli 21 çocuğun 11'i EVOH liflerinden yapılmış iç çamaşırlarını, kalanları ise pamuklu iç çamaşır giymiştir. Atopik Dermatit Skoruna (SCORAD) ve fizyolojik fonksiyonlarına göre AD şiddeti değerlendirilmiştir. SCORAD skoru ($P < 0.01$) ve idrar kortizol seviyeleri ($P < 0.05$) sadece EVOH grubunda azalmıştır. EVOH lifli iç çamaşırının atopik dermatitli çocuklar için yararlı olabileceğı sonucuna varılmıştır.

Lee ve Lee (2008) yaptıkları çalışmada ZnO / poli (vinil alkol) (PVA) nano lifli membranların antimikrobiyal özelliklerini *in vitro* denemelerle değerlendirmiş ve gerçek kullanım durumlarında aşınma denemeleri yaparak bakterilerin azaltılmasında etkinliği ve sürdürülebilirliği araştırmışlardır. Polipropilen nonwoven substratlar üzerine katmanlanmış çok ince bir ZnO / PVA nano lifli membran tabakası bulunan kumaş sistemlerini ayakkabı tabanlarına uygulanmıştır. 8 sağlıklı erkek üzerinde denemeler yapılmış olup 2 saat boyunca basketbol oynamışlardır. Tekrarlı denemeler sonucu aşınma denemeleri yapılmıştır. Aşınma deneyi sonuçları ultra ince, esnek ve son derece gözenekli antimikrobiyal işlevli ZnO / PVA nano lifli membranların spor / dış mekân ve medikal tekstillerde kullanım potansiyeline sahip olduğunu belirtilmiştir.

Park vd., (2012) yaptıkları çalışmada hafif ve orta şiddette atopik dermatiti olan denekler klinik kontrol çalışması bir tarafı SkinDoctor®(Ventex Co., Ltd., Korea) kumaştan, diğer yarısı % 100 pamuktan yapılmış kumaşlar kullanarak atopik dermatit üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Tedavi etkinliği, modifiye edilmiş SCORing Atopic Dermatitis (mSCORAD) indeksi, transepidermal su kaybı (TEWL) ve hastaların öznel izlenimleri ile ölçülmüştür. Cildin korunmasını destekleyen, nem kontrol sistemine sahip, deniz yosunu, gümüş yüklü selüloz esaslı SkinDoctor'un atopik dermatit üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir.

Wiegand vd., (2013) çalışmalarında, ZnO ile işlevselleştirilmiş tekstil liflerinin, AD'de *in vitro* ve *in vivo* oksidatif stresin kontrolündeki rolünü araştırmıştır. AD şiddetinde, pruritusta ve subjektif uyku kalitesinde hızlı bir iyileşme olduğu belirtilmiştir. Bunun sebebinin ZnO tekstilinin yüksek antioksidan kapasitesinin yanı sıra güçlü antibakteriyel aktiviteden kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Kullanılan Benevit Zink+ ®(Benevit Van Clewe, Dingden, Germany), 74% Lyocell, 19% SmartCell sensitive fiber, ve 7% spandex karışımdan meydana gelmektedir. Sonuç olarak yapılan çalışma sonucu antioksidan kapasitesi yüksek, antibakteriyel (*Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*) ve biyoyumlu ürün geliştirilmiştir.

Ricci vd., (2004) yaptıkları çalışmada akut lezyonlu AD'den etkilenen küçük çocukların tedavisinde özel bir ipek kumaşın (MICROAIR DermaSilk®) etkinliğini değerlendirmişlerdir. Seçilen 46 atopik dermatitli çocuk üzerinde yapılan klinik araştırmada 31 çocuğun özel ipek giysiyi giydiği, 15 çocuğun ise kontrol grubu olarak pamuklu giysi giydiği belirtilmiştir. Tüm hastalar tedavinin başlangıcında ve 7 gün sonunda değerlendirilmiştir. Hastalığın genel şiddeti SCORAD indeksi ile incelenmiş ve özel ipekli giysi giyen çocuklarda AD şiddetinde anlamlı bir azalma gözlemlenmiştir (ortalama SCORAD, 43'ten 30'a inmiştir). Özel ipek kıyafetlerin kullanımının, çocuklarda AD yönetiminde faydalı olabileceğini belirtilmiştir.

Krishnaveni ve Aparna (2014) yaptıkları çalışmada Aloe vera etkin maddesini kullanarak atopik dermatit'in tedavisi için tedavi edici bir kumaş geliştirmek istemişlerdir. Kabuk materyali olarak akasya zamkı kullanılmış ve kapsüller püskürterek kurutma yöntemi kullanılarak hazırlanmıştır. %20 ve %40 oranında etkin madde miktarına sahip olan kapsüllerden %40 oranındaki kapsül seçilmiştir. Kapsüller emdirme yöntemi ile kumaşa aktarılmıştır. SEM, FTIR, antimikrobiyal etkinlik (gram +, gram - → *S. Aureus*, *E.coli*) ve yıkama dayanımı belirlenmiştir. %40 Aloe vera içeren kapsüllerin 20 yıkama sonunda da kumaş üzerinde olduğu görülmüştür.

Ganesan ve Vardhini (2015) yaptıkları çalışmada neem, sinameki, kına ve papaya etkin maddelerini çeperde akasya zamkı kullanarak ara yüzey polimerizasyonu yöntemi ile kapsüllemişlerdir. Etkin maddeler doğrudan ve kapsüllü olarak kumaş üzerine emdirilerek aktarılmıştır. SEM, antimikrobiyal etkinlik (*Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli*), yıkama dayanımı gibi analizler uygulanmıştır. İlk yapılan antibakteriyellik testlerinde doğrudan etkin maddelerin uygulandığı kumaşların antibakteriyellik seviyelerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ancak yıkama dayanımı sonunda doğrudan aplike edilen kumaşlarda antibakteriyel etki gözlemlenmezken kapsüllü kumaşlar 15 yıkama sonrası etkinlik göstermiştir.

Gauger vd., (2006) yaptıkları çalışmada gümüş içerikli tekstillerin atopik dermatit üzerindeki etkisinin araştırmışlardır. 68 atopik egzama hastası üzerinde yapılan

linik araştırmada hastaların yarısı gümüş kaplı (Podycare®) giysiler kullanırken kontrol grubu pamuklu giysi giymişlerdir. Gümüş kaplı tekstil ürünlerin AE'nin objektif ve subjektif semptomlarını 2 hafta içinde önemli ölçüde iyileştirerek, pamukla kıyaslanabilecek kullanım rahatlığına ve işlevselliğe sahip olduğu belirtilmiştir.

Fluhr vd., (2010) yaptıkları çalışmada atopik dermatitli 37 hasta üzerinde tekstillerin epidermal cilt fizyolojisi üzerindeki etkilerini analiz etmişlerdir. SeaCell Active® (SeaCell GmbH, Rudolstadt, Almanya) gümüş yüklü deniz yosunu lifi tişörtleri ve pamuklu tişörtler 8 hafta boyunca kullanılmıştır. Gümüş içeren tişörtlerde *S. aureus* kolonizasyonunun pamuklu tişörtlerdekine göre daha düşük olduğu belirtilmiştir. Test edilen gümüş yüklü deniz yosunu lifi, pozitif *in vivo* aktivitesine dayanarak atopik dermatitte ve biyo-aktif tekstillerde uygulanmaya uygun olarak güvenli kabul edilmiştir.

Alves vd., (2016) yaptıkları bu çalışmada kitosan (Cs), poli (vinil alkol) (PVA) ve sığır kemik tozu (BBP) bazlı biyo-kompozit filmlerin AD benzeri cilt lezyonları üzerindeki koruyucu etkinliğini değerlendirmiştir. Biyo-kompozit film solvent casting metodu ile elde edilmiştir. *In vivo* testler 2,4-dinitroklorobenzen (DNCB) tarafından indüklenen fare modeli kullanılarak gerçekteştirilmiştir. BBP bazlı biyo-kompozitin AD benzeri bir modelde DNCB'nin neden olduğu deri lezyonlarını önemli ölçüde zayıflatıldığını ve tedavi ettiğini göstermiştir. *In vivo* analizler, Cs / PVA / BBP biyo-bileşiklerinin, AD lezyonlarını zayıflatmak ve tedavi etmek için etkili terapötik ajanlar olarak yararlı olabileceğini göstermiştir.

Radulescu vd., (2016) çalışmasında. çinko oksit nanoyapıları ve portakal yağı (ZnO @ OO) ile yeni bir nano modifiye kaplama modeli sunmuşlardır. Modifiye kaplamalar transmisyon elektron mikroskobu (TEM), SEM, seçilen alan elektron difraksiyonu (SAED), TGA, X-ışını difraktometresi (XRD) ve FT-IR ile karakterize edilmiştir. ZnO nano parçacıklarından (NP'ler) meydana gelen kaplamalar *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli*'ye karşı kontrol antibiyotiklerinden daha üstün antimikrobiyal aktivite sergilemiştir. Nanoyapılı biyoaktif kaplamaların, tıbbi

alanda daha iyi biyoaktif yara örtüleri ve protez cihazları elde etmek için, aynı zamanda gıda ambalajı ve kozmetik endüstrisinde uygulamalar bulabileceği belirtilmiştir.

Thangamani vd., (2017) çalışmasında neem ve sarımsak ekstratlarını çekirdek malzeme, β –CD ve aljinatı ise kabuk materyali olarak kullanarak püskürterek kurutma yöntemine göre kapsüllemişlerdir. Elde edilen kapsülleri binder yardımıyla selüloz esaslı dokusuz yüzeye aktarmışlardır. Gram-pozitif (*S. aureus*) ve Gram-negatif (*E. coli*) bakterilere karşı koloni sayma yöntemi) kullanılarak kantitatif antibakteriyel aktivite, SEM ve FTIR analizleri yapılmıştır. Bitkisel özlü kaplanmış tekstil bandaj, *S. Aureus* ve *E.Coli*'ye karşı antibakteriyel aktivite sergilemiştir. Geliştirilen yüzeyin performansı iki haftalık bir sürede klinik olarak gözlemlenmiştir. Klinik çalışma, iki haftalık bir sürede iyileşmede önemli bir gelişme olduğunu göstermiştir.

Juenger vd., (2006), yaptıkları çalışmada akut atopik dermatitli hastaların tedavisinde gümüş içeren tekstillerin klinik etkinliği ve güvenilirliğini araştırmışlardır. Hastalarda gümüş kaplı poliamid (X-Static (Noble Fiber Technologies, Scranton, PA, ABD)) kumaş kullanılmıştır. 30 hasta üzerinde yapılan çalışmada 3 grup oluşturulmuştur. 1. Grup gümüş kaplı poliamid kumaşları, 2. Grup gümüş içermeyen pamuklu kumaşları, 3. Grup ise tedavide topikal olarak kullanılan merhemi kullanmışlardır. 14. günün sonunda bütün gruplar 2 hafta boyunca gümüş içerikli tekstilleri kullanmışlardır. Hastalar klinik araştırmanın son 2 haftasında ise sadece acil durumlarda kontrollü olarak merhem kullanmışlardır. Çalışmanın sonunda deriye doğrudan temas eden elastik gümüş içerikli tekstiller ile AD'nin etkileyici bir şekilde iyileştiği ve merhem kullanımının azaldığı belirtilmiştir.

Hipler vd., (2006) yaptıkları çalışmada SeaCell® Active'in *in vitro* test sisteminde antifungal ve antibakteriyel etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla aşağıda verilen kumaşlar;

SCA 100: SeaCell® Active 100%

SCA 100nw: SeaCell® Active 100% nonwoven

SCA 5–20: SeaCell® Active 5–20%

LC 100: LyoCell® (gümüş içermeyen kontrol kumaş)

SC 100: SeaCell® (gümüş içermeyen kontrol kumaş) kullanılmıştır. Çalışma sonunda elde edilen veriler incelendiğinde SCA 100: SeaCell® Active 100%’ ün daha yüksek antibakteriyel ve antifungal etki gösterdiği belirtilmiştir.

Kanehara vd., (2007) yaptıkları çalışmada Hodan yağını organik pamuklu kumaş üzerine kaplayarak kimyasal olarak çapraz bağlamıştır. 1-10 yaş arasında değişen 31 atopik dermatitli çocukla gerçekleştirilen deneyde 2 hafta boyunca Hodan yağı kaplı iç çamaşır giydirilmiştir. Hodan yağlı çamaşır kullanılan atopik dermatitli çocukların eritem ve kaşıntılarında istatistiksel olarak anlamlı olan iyileşmeler göstermiştir. Transepidermal su kaybı azalmıştır. Hodan yağı ile kaplanmış olan çamaşırların istatistiksel olarak etkili olduğu ve hafif atopik dermatitli çocuklar üzerinde yan etkileri olmadığı tespit edilmiştir. Kumaşların 60 yıkamaya dayanıklı olduğu görülmüştür. Sağlıklı yetişkinlerde yapılan yama testi de olumsuz etki göstermemiştir.

Wang vd., (2016) yaptıkları çalışmada Poloxamer 407 ve Sodyum Karboksimetil Selüloz (CMCs) kullanarak kompozit hidrojel elde etmişlerdir. CMCs’un Poloxamer’in ilaç yüklemesini daha uygun hale getirdiği bulunmuştur. Emisyon taramalı elektron mikroskopisi (FE-SEM), reolojik özellikler, diyaliz yöntemi ile sitotoksisite testi ile *in vitro* salınım ile yüzey morfolojisi değerlendirilmiştir. Transdermal ilaç salım davranışından, P407 / CMCs’lerin istenen perkütan performansı gösterdiği görülmüştür. Sitotoksisite analizi, P407 / CMC bileşik kompozit hidrojelinin klinik denemeler için yüksek güvenli bir terapi yöntemi olduğu ve böylece AD’yi cilt nemlendirme ve ilaçla tedavi etmenin mümkün olduğu öne sürülmüştür.

Budimir vd., (2012) yaptıkları çalışmada sitrik aside dayalı antibakteriyel bitim işleminin pamuklu tıbbi tekstiller üzerindeki antibakteriyel ve antifungal etkinliğini incelemişlerdir. Çalışmada sitrik asit (CA) ve dietil-tetradesil- [3 – (trimetoksisilil) – propil] amonyum klorür (Quat) kullanılmıştır. Isıl fiksaj ve mikrodalga fiksajın

etkinliğinin incelendiği çalışmada emdirme işlemi uygulanan pamuklu kumaşlar 110 °C’de 3 dk kurutulmuş ve ardından 180 °C’de 90 s kuru ısı ile fikse edilmiştir. Mikrodalga fiksajının etkinliği için ise tek adımda kurutma ve kürlleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Kumaşlar mikrodalga cihazında 750 W güç ile 20 dk boyunca kürlenmiştir. Bitmiş ürünlerin antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesi, yıkamadan önce ve 10 yıkama sonunda ISO 20743: 2007 standardına göre yapılmıştır. Antibakteriyel aktivite, gram negatif bakteriler, *Escherichia coli*, gram-pozitif-*Staphylococcus aureus* ve maya, *Candida albicans*’a karşı test edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre sitrik asit ile nozokomiyal enfeksiyonların önlenebileceği ve iki kürlleme yöntemi (konveksiyon ve mikrodalga) için de başarılı sonuçların elde edildiği belirtilmiştir. Elde edilen yüzeyin 10 yıkamaya karşı dayanıklı olduğu belirtilmiştir. Seçilen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etkinliğinin *S. aureus*’a karşı en iyi olduğu kanıtlanmıştır. Ayrıca elde edilen yüzeyin buruşmayakarşı da 10 yıkamaya kadar dayanıklı olduğu belirtilmiştir. Sadece bakterilere değil, aynı zamanda mantarlara karşı çok iyi etki gösteren kuaterner amonyum bileşiklerinin, selüloz lifleri ile çapraz bağlanamadığı ve yıkamaya karşı dayanımının zayıf olduğu belirtilmiştir.

Fouda vd., (2009) çalışmalarında pamuklu kumaşın formaldehit içermeyen aprelerle, yani glioksal, glutaraldehit ve 1,2,3,4 bütantetrakarboksilik asit (BTCA) ile çapraz bağlanmasını incelemek için mikrodalga kürlleme sistemini kullanmıştır. Bakım kolaylığı özelliklerine ek olarak kumaşa antibakteriyel aktivite kazandırmak için apre flottesine suda çözünür kitosan eklenmiştir. Glioksal’in en iyi çapraz bağlayıcı olduğu kanıtlanmış ve bu nedenle kitosan konsantrasyonları, mikrodalga kürlleme gücü ve süresi dahil olmak üzere çeşitli koşullar altında kitosan ile birlikte çalışılmıştır. Bitim işlemi gören kumaşların buruşmazlık ve mukavemet özelliklerinin yanı sıra, %N, antibakteriyel aktivite açısından izlenmiş ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve FTIR spektrumları kullanılarak karakterize edilmiştir. Konvansiyonel kürlleme sistemi ile mukavemet özelliklerinde yüksek kayıplar olmaksızın bakımı kolay antibakteriyel özelliklere sahip pamuklu kumaşların üretiminde mikrodalga kürlleme sistemi (200W – 2dk) alternatif bir yöntem olarak sunulmuştur.

Ghayempour ve Mortazavi (2015) çalışmalarında mikrokapsüllerin tekstil yüzeylerine aplikasyonunda alternatif bir yöntem olan mikrodalga fiksajının etkinliğini incelemişlerdir. Nane yağı etken maddesi sodyum aljinat kabuk materyali kullanarak kapsüllenmiş ve üç farklı bağlayıcı ile birlikte pamuklu yüzeye aktarılmıştır. Elde edilen yüzeyler farklı sürelerde 800 W güç ile kürlenmiştir. Aplikasyon sonrası pamuklu kumaşın antimikrobiyal aktivitesine etki eden parametreler, iyi bir antimikrobiyal etki ve kokulu tekstil elde etmek için optimize edilmiştir. Pamuklu kumaş üzerinde nanokapsüllerin varlığını belirlemede FT-IR spektroskopisi ve TGA kullanılmıştır. Ayrıca, nanokapsüllerin tekstil lifleri üzerindeki yüzey dağılımı, varlığı ve konumu SEM görüntüleri ile incelenmiştir. GC-MS analizi ile ölçülen farklı yıkama döngülerinde pamuklu kumaştan nane yağının salım davranışı, 25 yıkama döngüsünden sonra nane yağı yüzdesinin %16'ya ulaştığını göstermiştir. Kumaşın antimikrobiyal aktivitesi, optimum koşullarda hem *E. coli* hem de *S. aureus* bakterileri için %100 bakteri azalması göstermiştir.

Li vd., (2008) çalışmasında limonen kokulu yıkama dayanımı yüksek aromatik tekstiller için alternatif bir yöntem olarak mikrodalga fiksajının etkinliğini incelemişlerdir. Çalışma kapsamında üç farklı çapraz bağlayıcı olarak poliüretan, akrilik binder ve DMDHEU kullanılmıştır. Ardından çeşitli parametrelerde (sıcaklık, süre vb.) termal, infrared ve mikrodalga ile fikse edilen yüzeylerin özellikleri değerlendirilmiştir. Tüm fiksaj yöntemleri için en iyi bağlanma akrilik binder ile sağlanmıştır. Mikrodalga fiksajında moleküler seviyede hızla ısınma meydana geldiği için kabuk maddesi kırılmış ve koku hızla buharlaşmıştır. Bu sebeple işlem koşullarına dikkat edilmesi önerilmiştir. Çalışma kapsamında 25 yıkamaya dayanıklı yüzeyler geliştirilmiş olup kızılötesi ve mikrodalga fiksajının etkinliği kanıtlanmıştır.

Zhao vd., (2011) çalışmalarında kitosan biguanidin hidroklorür ile işlem görmüş yünü kumaşın antimikrobiyal aktivitesini incelemek için alternatif bir kürleme yöntemi olan mikrodalga kürleme sistemi kullanılmıştır. Farklı ısınlama gücü ve işlem sürelerinde mikrodalga fiksajın yünü kumaşların fiziksel özellikleri ve kitosan biguanidin hidroklorürün yünü kumaşlardaki adsorpsiyon hızı na etkileri

incelenmiştir. Konvansiyonel olarak kürlenmiş yünlü kumaş ile kitosan biguanidin hidroklorür ile işlenmiş mikrodalgada kürlenmiş yünlü kumaş karşılaştırılarak mikrodalga kürlemenin çapraz bağlamanın verimliliği üzerine etkisi, Taramalı elektron mikroskobu ve Fourier dönüşüm kızılötesi spektroskopisi kullanılarak incelenmiştir. Mikrodalga ile kürlenen numuneler, mukavemet özelliklerinde yüksek kayıplar olmaksızın konvansiyonel olarak termal kürlenen numunelerden daha yüksek derecede çapraz bağlanma göstermiştir. Tekrarlanan yıkama sonuçlarına bağlı olarak antimikrobiyal özellikler ve aprenin dayanıklılığı da mikrodalga kürlemesiyle daha yüksek derecede çapraz bağlanma meydana geldiğini desteklemiştir.

Bu çalışmada basit koaservasyon yöntemi ile hindistan cevizi yağı kuşburnu yağı kapsüllenmiştir. Elde edilen partiküller çapraz bağlanmamış kitosan çözeltisine eklenmiştir. Çapraz bağlanma etkinliğinin incelenebilmesi için iki farklı çapraz bağlayıcı kullanılacak olup termal ve alternatif bir fiksaj metodu olan mikrodalga fiksajının etkinliği incelenmiştir. Çalışma sonunda anti oksidan, nemlendirici ve cilt yenileyici özelliğe sahip antibakteriyel tekstil yüzeylerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

BÖLÜM İKİ

MATERYAL VE METOD

2.1 Materyal

2.1.1 Kullanılan Kimyasal Maddeler

Çalışma kapsamında kullanılan kimyasal maddeler Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1 Çalışmada kullanılan kimyasal maddeler

Hindistan Cevizi Yağı	Naturalya Kimya, Türkiye
Kuşburnu Yağı	Naturalya Kimya, Türkiye
Kitosan (Orta Moleküler Ağırlıklı)	Sigma-Aldrich, ABD
Etil Selüloz	Sigma-Aldrich, ABD
Etil Asetat	Sigma-Aldrich, ABD
Poli (etilen glikol) diglisidil Eter 600	Polyscineces, Almanya
1,4 bütandiol diglisidil eter	Sigma-Aldrich, ABD
Tween 20	Sigma-Aldrich, ABD
Asetik Asit	Merck, Almanya

2.1.2 Kullanılan Cihazlar

Bu çalışmada kullanılan cihazlar Tablo 2.2 de verilmiştir.

Tablo 2.2 Çalışmada kullanılan cihazlar

Yüksek Devirli Karıştırıcı	Silverson, Massachusetts, ABD
Manyetik Karıştırıcı	ISOLAB, Wertheim, Almanya
Çalkalamalı Su Banyosu	PMI Labotechnik, Grafstal, İsviçre
Hassas Terazı	Ohaus, Nänikon, İsviçre
Mikrodalga Cihazı	Samsung, İzmir, Türkiye
Çalkalamalı Inkubatör	Infors HT Ekotron, İsviçre

Tablo 2.2 Devamı

Santrifüj	Elektro-mag, İstanbul, Türkiye
FT-IR Spektrofotometre	Perkin Elmer Frontier, ABD
Diferansiyel Taramalı Kalorimetre	Perkin Elmer Diamond, ABD
Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)	Carl Zeiss 300VP, Almanya
Parçacık Boyut Analizörü	Malvern Mastersizer, İngiltere
Hava Geçirgenlik Test Cihazı	ATI Textest FX 3300, ABD
Su Buharı Geçirgenlik Test Cihazı	SDL Atlas, Stockport, İngiltere
Yıkama Haslığı Test Cihazı	SDL Atlas, Stockport, İngiltere
Ters Ozmoz Saf Su Cihazı	EUROSAN, İstanbul, Türkiye
Doku Profil Analiz Cihazı	TA Instruments, Delaware, ABD
Reometre	Thermo Scientific, Massachusetts, ABD
GC-MS cihazı	Agilent Technologies, Kaliforniya, ABD
Etüv	Nüve, Ankara, Türkiye

2.1.3 Kullanılan Kumaş

Bu tez çalışmasında kullanılan örme ve dokusuz yüzey esaslı kumaşların özellikleri Tablo 2.3. de verilmektedir.

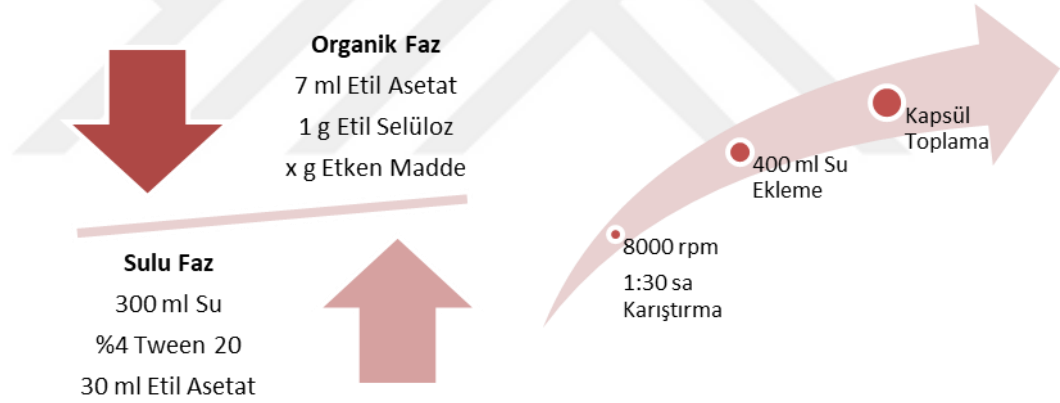
Tablo 2.3 Çalışmada kullanılan cihazlar

Kumaş Yapısı	Örme Kumaş	Dokusuz Yüzey
Hammaddesi	%100 Pamuk	%100 Viskoz
Örgü Yapısı	İnterlok	-
Üretim Yöntemi	-	Flat Spunlace
Gramaj	160 g/m ²	40 g/m ²

2.2 Metod

2.2.1 Basit Koaservasyon Yöntemi

Çalışma kapsamında basit koaservasyon yöntemi ile kuşburnu ve hindistan cevizi yağının mikrokapsülasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Kabuk materyali olarak etil selüloz kullanılmış olup kabuk:çekirdek madde (etil eelüloz: kuşburnu yağı veya hindistan cevizi yağı) oranı 10:1, 4:1 ve 2:1 (w/w) olarak çalışılmıştır. Karıştırma hızı 8000 d/dk olacak şekilde ayarlanmıştır. 8000 d/dk ile karışan sulu faza organik faz pastör pipeti yardımı ile dökülmüş ve 90 dk karışmaya bırakılmıştır. Ardından 400 mL saf su eklenmiş ve deney tamamlanmıştır. Kaba filtre kağıdından geçirilen kapsül çözeltisine santrifüjleme işlemi yapılmış ve kapsüller toplanmıştır. İş akışı Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1 Koaservasyon yöntemi ile kapsül üretimi akış şeması

2.2.2 Hidrojellerin Hazırlanması

Kitosan jel çözeltilerinin hazırlanması için, %3 (w/v) oranında orta moleküler ağırlıklı (MMW, 200.000 g/mol) kitosan, %2’lik (w/v) asetik asit çözeltisine yavaş yavaş ilave edilmiş ve manyetik karıştırıcıda 25 °C’de homojen olana kadar karıştırılmıştır (Türkoğlu 2020).

- *Hidrojellerin çapraz bağlanma etkilerinin incelenmesi*

Çalışma kapsamında ön denemelerde iki farklı çapraz bağlayıcı kullanılmıştır. Çapraz bağlayıcı olarak 1,4 bütandiol diglisidil eter ve polietilen glikol diglisidil eter seçilmiştir. 25°C’de manyetik karıştırıcıda karıştırılan kitosan çözeltisine 5:1; 1:1 ve 1:5 (w/w) (polimer:çapraz bağlayıcı) oranında çapraz bağlayıcı eklenmiş ve 10 dk karıştırılmıştır. 40 °C ve 60 °C’de 24 saat inkübatörde bekletilerek termal fiksajın etkinliği değerlendirilmiştir.

Aynı polimer oranlarında hazırlanan kitosan çözeltileri; 300-600 ve 800W güç ile 15-30 ve 45 sn mikrodalga enerjisi ile kürlenmiş ve kitosan çözeltisinin çapraz bağlanma etkisi incelenmiştir (Tablo 2.4.).

Tablo 2.4 Kitosan çözeltisinin farklı çapraz bağlayıcı türleri, oranları ve yöntemleri kullanılarak çapraz bağlanma etkisinin incelenme koşulları

Bağlayıcı Tipi	Polimer: Çapraz Bağlayıcı Oranı (w/w)		
1,4 bütandiol diglisidil eter			
Polietilen glikol diglisidil eter	5:1	1:1	1:5
Fiksaj Yöntemi	İşlem koşulları		
Termal Fiksaj	40 °C	60 °C	
	24 saat	24 saat	
Mikrodalga Fiksajı	300 W	600 W	800 W
	15 sn	15 sn	15 sn
	30 sn	30 sn	30 sn
	45 sn	45 sn	45 sn

2.2.3 Kapsül Katkılı Hidrojellerin Kumaşa Aktarılması

Çalışma kapsamında 20g/L kuşburnu ve 20g/L hindistan cevizi yağı kapsülleri %3 (w/v) oranında hazırlanan kitosan çözeltisine eklenmiştir. Ardından karışıma %1 (w/v) oranında yüzey aktif madde eklenmiş ve 2 saat boyunca 1500 devirde manyetik karıştırıcı ile karıştırılmıştır. Ardından karıştırılan çözeltiye 1:5 (w/w) oranında çapraz bağlayıcı eklenmiş ve 15 dk daha karıştırılmıştır. Elde edilen kapsül

katkılı çözelti selüloz esaslı kumaşlara dökme (casting) metodu ile aktarılmıştır. Elde edilen yüzeylerin termal (40°C-24 saat) ve mikrodalga (600W- 30s) fiksajı yapılmıştır. Fikse işleminin ardından yüzeyler inkübatörde kurutulmuştur. Mikrokapsül konsantrasyonunun belirlenmesinde ticari kapsül üreten firmalarla iletişime geçilmiş ve önerilerine istinaden 40g/L olacak şekilde reçete oluşturulmuştur.

Reçete;

20 g/L Kuşburnu yağı kapsülleri

20g/L Hindistan cevizi yağı kapsülleri

%1 (w/v)Yüzey aktif madde (Tween 20)

%3 (w/v) X mL Kitosan çözeltisi

1:5 (w/w) oranında çapraz bağlayıcı (kitosan: PEG DGE 600)

Karakterizasyon çalışmaları kapsamında incelenen numuneler kodlanarak açıklamaları ile Tablo 2.5'te verilmiştir.

Tablo 2.5 Numune kodları ve açıklamaları

Numune Kodu	Açıklaması
K	%3'lük çapraz bağlanmamış kitosan çözeltisi
ÇB-K Termal	1:5 oranında çapraz termal çapraz bağlanmış kitosan
ÇB-K Mikrodalga	1:5 oranında mikrodalga fiksajıyla çapraz bağlanmış kitosan
K-ÇB-K Termal	Kapsül eklenmiş, termal çapraz bağlanmış kitosan
K-ÇB-K Mikrodalga	Kapsül eklenmiş, mikrodalga fiksajıyla çapraz bağlanmış kitosan
N	İşlem görmemiş dokusuz yüzey
MN	Mikrodalga fiksajı yapılmış kapsül katkılı çapraz bağlanmış dokusuz yüzey
TN	Termal fiksajı yapılmış kapsül katkılı çapraz bağlanmış dokusuz yüzey
Ö	İşlem görmemiş örme kumaş
MÖ	Mikrodalga fiksajı yapılmış kapsül katkılı çapraz bağlanmış örme kumaş
TÖ	Termal fiksajı yapılmış kapsül katkılı çapraz bağlanmış örme kumaş

2.3 Değerlendirmede Kullanılan Yöntemler

2.3.1 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi

Mikrokapsüllerin ve kapsül aktarılmış ürünlerin morfolojik özelliklerinin incelenmesi için taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile görüntüleme yapılmıştır. Katip Çelebi Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarları'nda gerçekleştirilen analizde Carl Zeiss 300VP marka cihaz kullanarak elde edilen partiküllerin ve tekstil yüzeylerinin morfolojileri incelenmiştir. Numuneler analiz edilmeden önce Quorum Q150 RES kaplama cihazı kullanılarak altın ile kaplanmıştır. Numunelerin 500-10.000 X büyütme görüntüleri elde edilmiştir.

2.3.2 Partikül Boyut Analizi

Elde edilen kapsüllerin boyutlarının belirlenebilmesi amacı ile Katip Çelebi Üniversitesi Laboratuvarı'nda partikül boyut analizi gerçekleştirilmiştir. Ölçüm öncesi mikrokapsüller sulu ortamda karışmaya bırakılarak homojen hale gelmesi sağlanmaktadır. Makineye beslenen kapsül çözeltisinden ışık geçirilerek lazer ışının kırılması ve yansıması ile ölçüm alınmaktadır. MasterSizer marka Hydro 3000 model cihaz, partikül boyutunu ve dağılımını tayin etmek için kullanılmıştır.

2.3.3 Fourier Transform Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR)

Çalışma kapsamında kızılötesi spektrumun değişimi ile kapsül içindeki aktif maddenin varlığının ve kapsülasyon işleminin gerçekleşme durumunun belirlenebilmesi için FTIR analizi kullanılmıştır. Analiz Dokuz Eylül Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Laboratuvarları'nda gerçekleştirilmiştir. 4000-650 cm^{-1} dalga boyları arasında, çözünürlüğü 1.0 cm^{-1} ve tarama hızı 20 olacak tarama gerçekleştirilerek kızılötesi spektrumları elde edilmiştir.

2.3.4 Diferansiyel Taramalı Kalorimetrisi (DSC)

Çalışma kapsamında etkin madde ve polimerlerin termal özelliklerini incelemek amacıyla diferansiyel tarama kalorimetresinden (DSC) yararlanılmıştır. DSC analizi için Perkin Elmer marka cihaz kullanılmıştır. Analizler azot atmosferinde; 5°C/dk tarama hızında, 25-325°C aralığında gerçekleştirilmiştir.

2.3.5 Hidrojellerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler

Kitosan jel çözeltilerinin hazırlanması için, %3 (w/v) oranında orta moleküler ağırlıklı (MMW, 200.000 g/mol) kitosan, %2'lik (w/v) asetik asit çözeltisine yavaş yavaş ilave edilmiş ve manyetik karıştırıcıda 25 °C'de homojen olana kadar karıştırılmıştır. Hazırlanan çapraz bağlanmamış kitosan çözeltisi farklı işlem koşullarında termal ve mikrodalga enerjisi ile fikselenmiştir. Çapraz bağlanma özellikleri görsel olarak değerlendirilmiştir. Seçilen formülasyon ve optimum işlem koşullarında çapraz bağlanan hidrojelin karakterizasyonu için reolojik ve doku profili analizleri kullanılmıştır.

2.3.6 Doku Profil (Tekstür Profil) Analizi

Hazırlanan çapraz bağlanmamış jeller, eşit miktarda alınarak (40 mL) behere dökülmüş; ardından 1:5 (w/w) oranında çapraz bağlayıcı eklenmiş ve behere aktarılmıştır. Son olarak 40g/L mikrokapsül eklenen çözeltiler 40 °C sıcaklıkta 24 saat termal fiksaj için bırakılmıştır. Çözeltilerin 600W güç ile 30 sn mikrodalga fiksajı yapılmış ve doku profil analizi gerçekleştirilmiştir.

Jellerin mekanik özelliklerinin belirlenebilmesi için kullanılan doku profil analizi (TPA), Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Laboratuvarı'nda bulunan TA-XT Plus, Stable Micro System cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çapraz bağlanmamış, termal ve mikrodalga fiksajı ile çapraz bağlanmış ve kapsül eklenerek termal ve mikrodalga fiksajı yapılmış hidrojeller 37°C sıcaklığa getirilmiştir. Cihazın probu çözelti içine sabit hızla daldırılmış ve jellerin yüzeyine geri çekilmiştir. Aynı işlem

ikinci kez tekrarlanmış ve analiz sonlandırılmıştır. Elde edilen kuvvet-zaman grafiği kullanılarak jel çözeltilerinin sertlik, koheziflik, ve sıkıştırılabilirlik değerleri elde edilmiş ve varyans analizi (%95 güven aralığında) ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Testin gerçekleştirilmesinde aşağıda belirtilen parametreler kullanılmıştır.

Test Parametreleri

Prob: Perspex (Ø:10 mm)

Test öncesi prob hızı: 1.0 mm/s

Test sırasında prob hızı: 5.0 mm/s

Test sonrasında prob hızı: 5.0 mm/s

Hedef modu: Mesafe

Probun jel çözeltisine batma mesafesi: 10.0 mm

Probun ikinci batmadan önce bekleme süresi: 5.0 s

Teste başlamak için probun hissetmesi gereken kuvvet: 2,9 mN

2.3.7 Reolojik Analiz

Hazırlanan çapraz bağlanmamış jeller, eşit miktarda alınarak (20 mL) petri kaplarına dökülmüş; ardından 1:5 oranında çapraz bağlayıcı eklenmiş ve 20 mL petri kaplarına aktarılmıştır. Son olarak 40 g/L mikrokapsül eklenen jel çözeltileri 40 °C sıcaklıkta 24 saat termal kürlenmesi için bırakılmıştır. Çözeltiler 600 W güç ile 30 s mikrodalga kürlemesi yapılmıştır. Akış özelliklerinin incelenmesi için reolojik analiz kullanılmış ve analiz Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Laboratuvarı'nda Thermo Scientific marka Haake Mars model cihaz kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen hidrojelilerin viskozitesi, kayma gerilimi ve kayma oranı incelenmiştir.

2.3.8 Antibakteriyel Etkinlik Tayini

Yüzeylerin antibakteriyel etkinlikleri incelenmiştir. Dinamik temas koşulları altında antimikrobiyal maddelerin antimikrobiyal aktivitesinin belirlenmesi için

ASTM E2149 standardı kullanılarak kantitatif analiz yapılmıştır. Analizler Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Testlerde gram pozitif bakteri olarak *Staphylococcus aureus*, gram negatif bakteri olarak *Escherichia coli* kullanılmıştır.

Antibakteriyel etkinlik hesaplanması için aşağıdaki formüller kullanılmıştır.

$$\text{Toplam Ant. Etk} = \log cfu(\text{Kontrol})0 \text{ saat} - \log cfu (\text{Numune})6 \text{ saat} \quad (2.1)$$

$$\text{Bakteri azalma oranı (\%)} = \left[\frac{A - B}{A} \right] \times 100 \quad (2.2)$$

A: “0” temas anında test numunesinden elde edilen bakteri sayısı

B: 24 saat süresince inkübe edilen test numunelerinden elde edilen bakteri sayısı

2.3.9 Gaz Kromatografi-Kütle Spektroskopisi (GC-MS)

Çalışma kapsamında geliştirilen yüzeylerde etken maddenin varlığının tespiti için gaz kromatografisi kullanılmıştır. GC ile gaz fazında bulunabilen veya gazlaştırılabilen numunelerin içerikleri, kütleli olarak ayrıştırılarak tayin edilebilmektedir. Analiz, Ege Üniversitesi Merkezi Araştırma Test ve Analiz Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarları'nda gerçekleştirilmiştir.

Numuneler üzerine hekzan:metanol (8:2) çözeltisinden 5 mL eklenerek 15 dk ultrasonik banyoda karıştırıldıktan sonra sonar GC-MS sistemine enjekte edilmiştir.

Bileşenler, MSD 5977 A'ya serili kütle spektrometresine bağlı 7890 B kromatografisi (HP-5 MS) ve kapiler kolon (0.25 um film, 0.320 mm çap ve 30 m uzunluk) kullanılarak analiz edilmiştir. Taşıyıcı helyum gazının akış hızı 0.7 mL/dk'dır. GC için sıcaklık; 50 °C başlangıç sıcaklığı, 240 °C 4 °C/dk ile 1 dakika tutulur ve ardından 2 dakika süreyle tutularak 10 °C/dk ile 260 °C sıcaklık artışı

olacak şekilde programlanmıştır. Enjeksiyon, bölünmüş modda (1:50) gerçekleştirilmiştir. Enjeksiyon hacmi 1.0 µL'dir. GC-MS arayüzü 250 °C'de ısıtılmış ve gerçek sıcaklık MS kaynağında 180 °C'ye ve MS-dört kutupluda 150 °C'ye ulaşmıştır. Elektron çarpma enerjisi 70 eV'ye ayarlanmış ve veriler 50-500 atomik kütle birimi (amu) aralığında toplanmıştır. Bileşiklerin tanımlanması, MS spektrum veri tabanı Wiley ile karşılaştırılarak kütle spektrumlarına dayandırılmıştır. Entegrasyonlar MassHunter yazılımı ile yapılmıştır.

2.3.10 Hava Geçirgenliği Testi

Hava geçirgenliği analizi, Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Laboratuvarları'nda WSP 070.1.R3 standardı kullanılarak Textest FX 3300 Air Permeability Tester III cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 20 cm² cihaz başlığı kullanılmış ve 100 Pascal hava basıncı altında çalışılmıştır. Hava geçirgenliği birimi cm³/cm²/s cinsinden kaydedilmiştir.

2.3.11 Su Buharı Geçirgenliği Testi

Su buharı geçirgenliği testi Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Laboratuvarları'nda BS 7209-90 standardı kullanılarak uygulanmıştır. Yöntemde test kapları, 1 ve 24 saat sonunda tartılır. Her iki tartım sonucunda test kabında meydana gelen azalma miktarından su buharı geçirgenlik değerleri hesaplanmaktadır. Su buharı geçirgenliği g/m²/gün birimi cinsinden kaydedilmiştir.

$$WPS = \frac{24.M}{A.t} \quad (2.3)$$

WVP = Su buharı geçirgenliği (g/m²/gün)

M = Tartımlar arası ağırlık kaybı

A = Örnek Alanı

t = Tartımlar arasındaki zaman (saat)

2.3.12 Yıkama Dayanımı

Hidrojel ve kapsül aktarılmış örme kumaşların yıkamaya karşı dayanımlarının belirlenebilmesi için Atlas Linitest cihazında TS EN ISO 105-C06: Tekstil – Renk Haslığı Deneyleri Bölüm C06 Evsel Yıkamaya ve Ticari Müesseselerde Yıkamaya Karşı Renk Haslığı Tayini standardına göre yıkamalar yapılmıştır. 5 yıkama sonunda yüzeylerin antibakteriyel aktiviteleri ve etkinlikleri incelenmiştir.



BÖLÜM ÜÇ

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

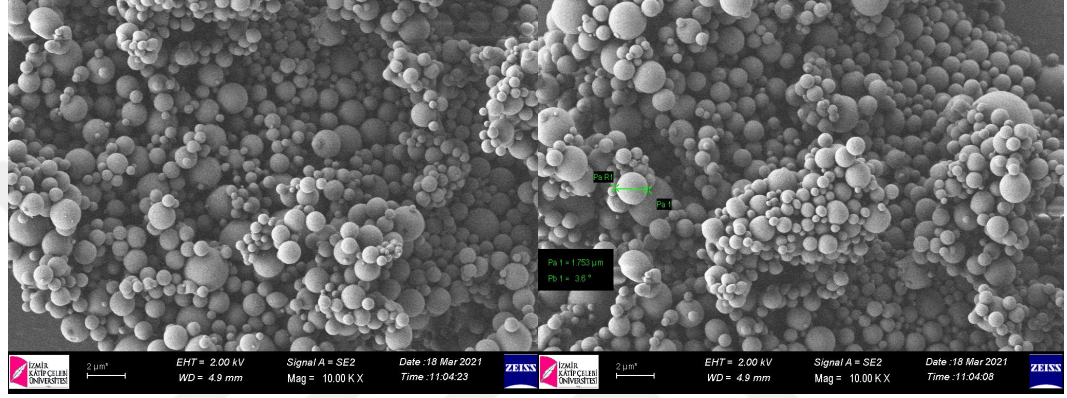
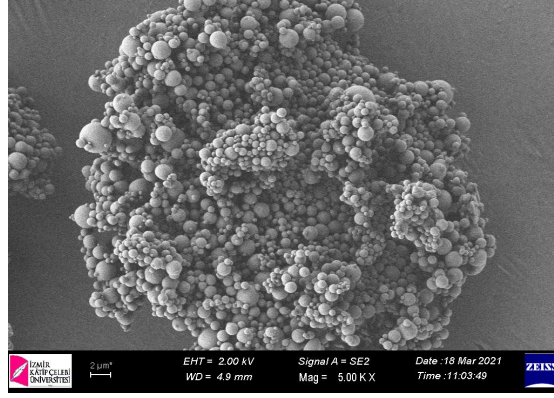
3.1 Kapsül Üretimine Ait Sonuçların Değerlendirilmesi

3.1.1 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi

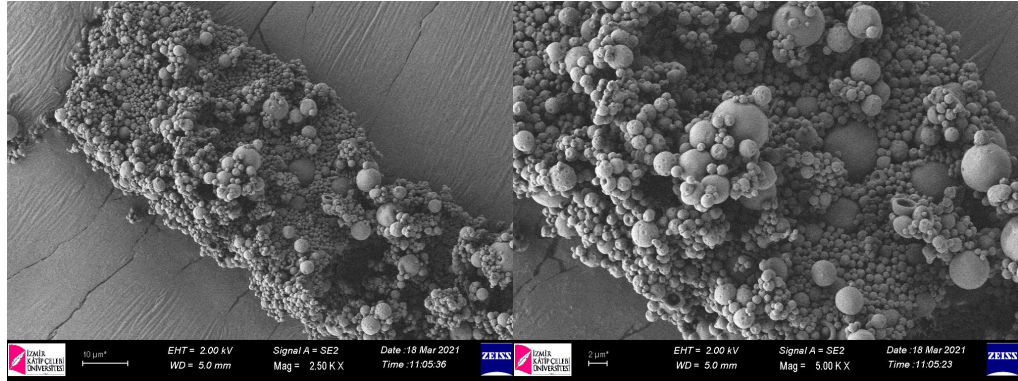
Kuşburnu ve hindistan cevizi yağı basit koaservasyon yöntemi kullanılarak kapsüllenmiştir. Duvar materyali olarak etil selüloz kullanılmış olup duvar:çekirdek oranı 10:1, 4:1 ve 2:1 oranında çalışılmıştır. Morfolojik özelliklerinin incelenmesi için SEM analizi gerçekleştirilmiştir.

Şekil 3.1, 3.2 ve 3.3'te verilen kuşburnu yağına ait partiküllerin morfolojik yapısı incelendiğinde istenilen pürüzsüz küresel yapının 10:1 (w/w) oranında kabuk:çekirdek ve 4:1 kabuk:çekirdek oranı (w/w) ile elde edildiği görülmüştür. Elde edilen SEM görüntüleri incelendiğinde 4:1 (w/w) oranındaki kapsüllerin partikül boyut dağılımının geniş olduğu görülmüştür. 10:1 (w/w) oranındaki kapsüllerde ise partikül boyut dağılımı daha homojen görülmektedir. Deneysel çalışmalar sırasında 4:1 (w/w) oranında üretilen kapsüllerde aglomerasyon meydana geldiği görülmüştür. Bu nedenle çalışmaya 10:1 (w/w) oranı ile devam edilmiştir.

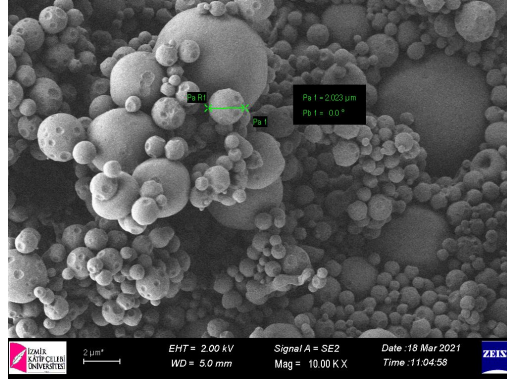
Şekil 3.4, 3.5 ve 3.6'da verilen hindistan cevizi yapına ait partiküllerin morfolojik yapısı incelendiğinde ise pürüzsüz küresel yapının 10:1 (w/w) oranında kabuk:çekirdek oranı ile elde edildiği görülmüştür. Partiküllerin dağılımı incelendiğinde ise 4:1 (w/w) oranında üretilen partiküllerin daha homojen yapıda olduğu görülmüştür. Ancak kapsül duvarında meydana gelen deformasyonlar ve çöküklükten dolayı tercih edilmemiştir. Çalışmaya 10:1 (w/w) oranı ile devam edilmiştir.



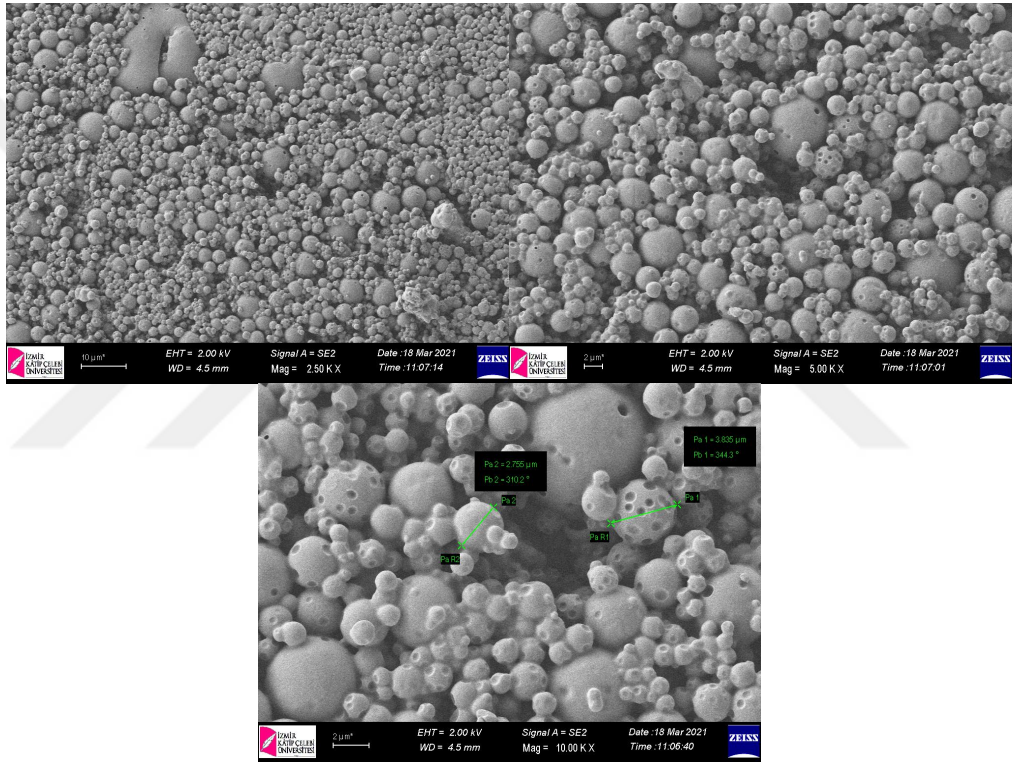
Şekil 3.1 10:1 oranında kuşburnu yağı içeren partiküllerin 2500-5000-10000X büyütme SEM görüntüsü



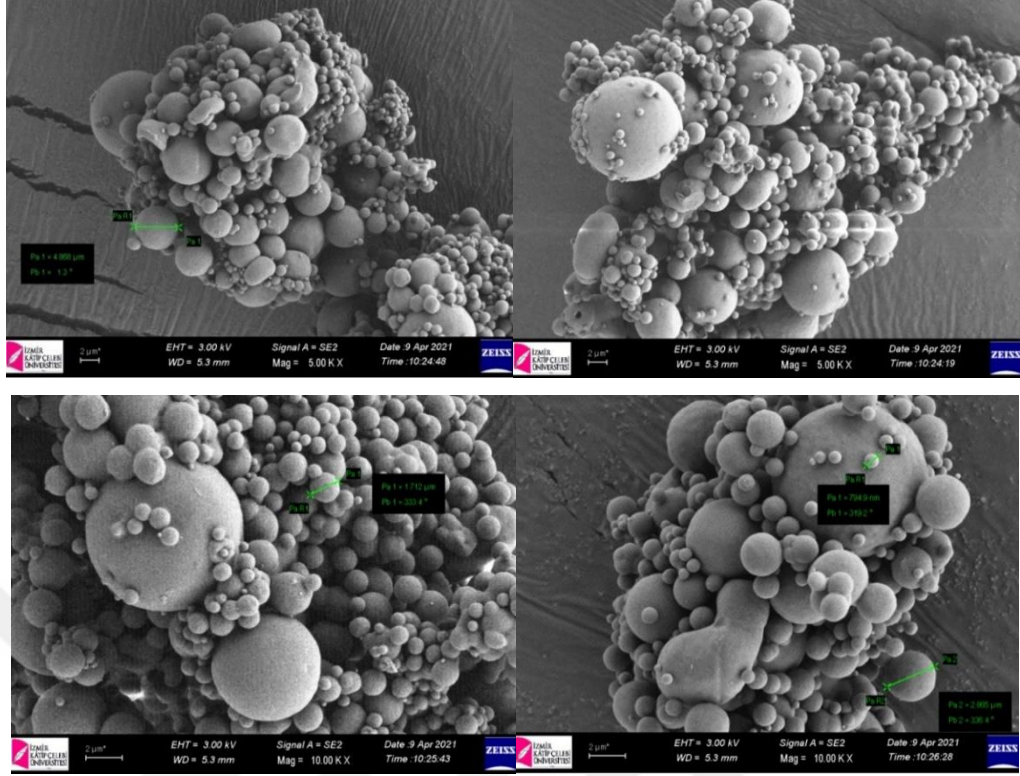
Şekil 3.2 4:1 oranında kuşburnu yağı içeren partiküllerin 2500-5000-10000X büyütme SEM görüntüsü



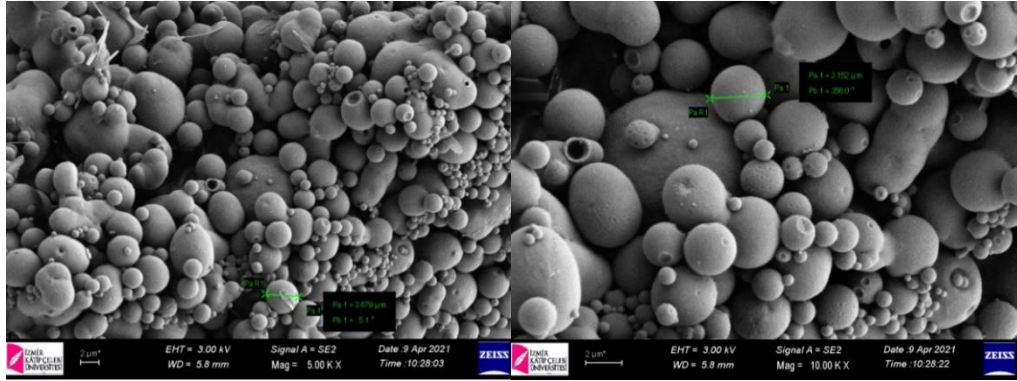
Şekil 3.2 Devamı



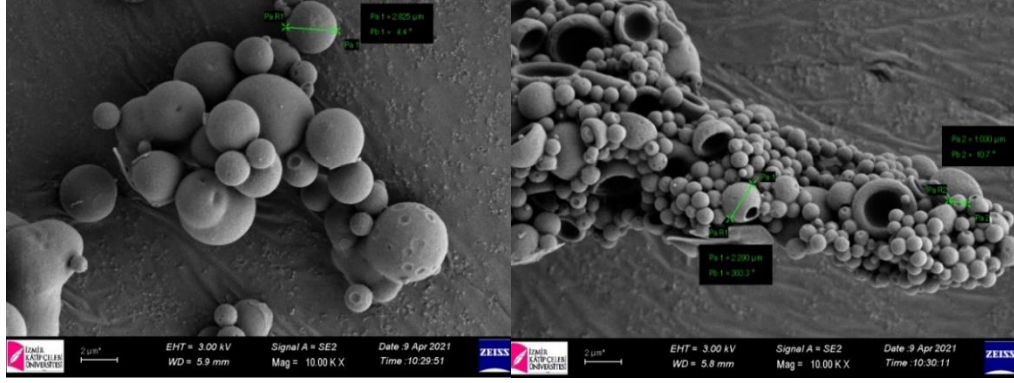
Şekil 3.3 2:1 oranında kuşburnu yağı içeren partiküllerin 2500-5000-10000X büyütme SEM görüntüsü



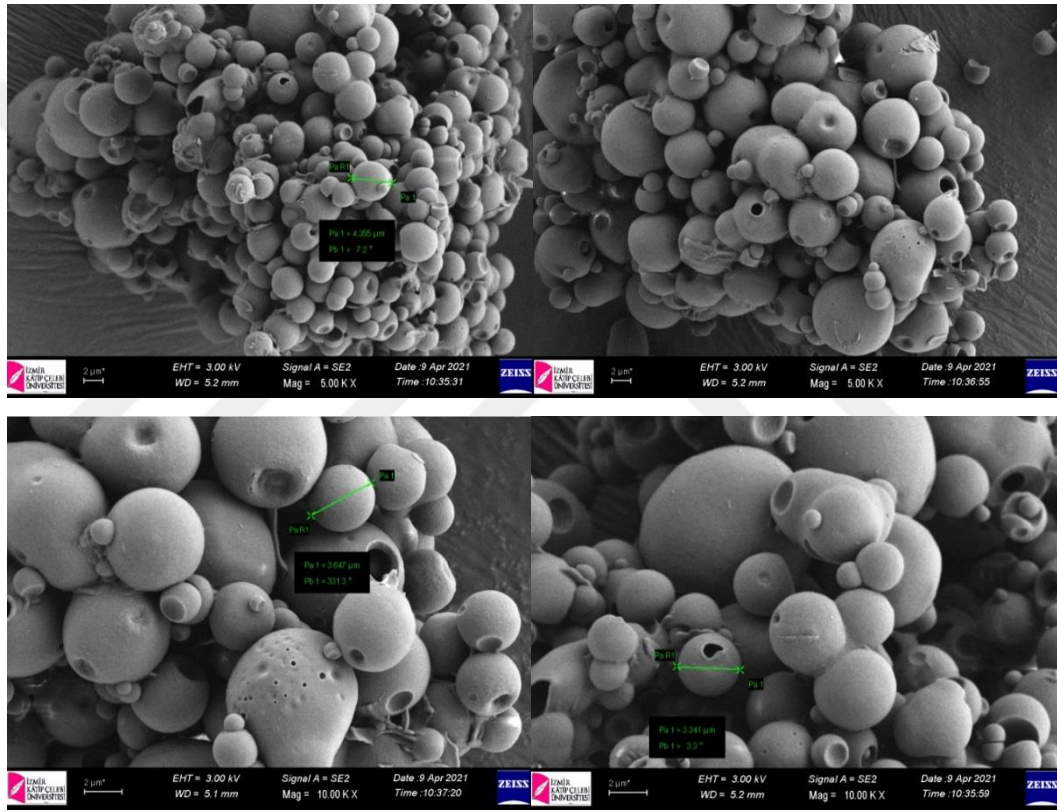
Şekil 3.4 10:1 oranında kapsüllenmiş hindistan cevizi yağına ait 5000 ve 10000X büyütmeli SEM görüntüleri



Şekil 3.5 4:1 oranında kapsüllenmiş hindistan cevizi yağına ait 5000 ve 10000X büyütmeli SEM görüntüleri



Şekil 3.5 Devamı



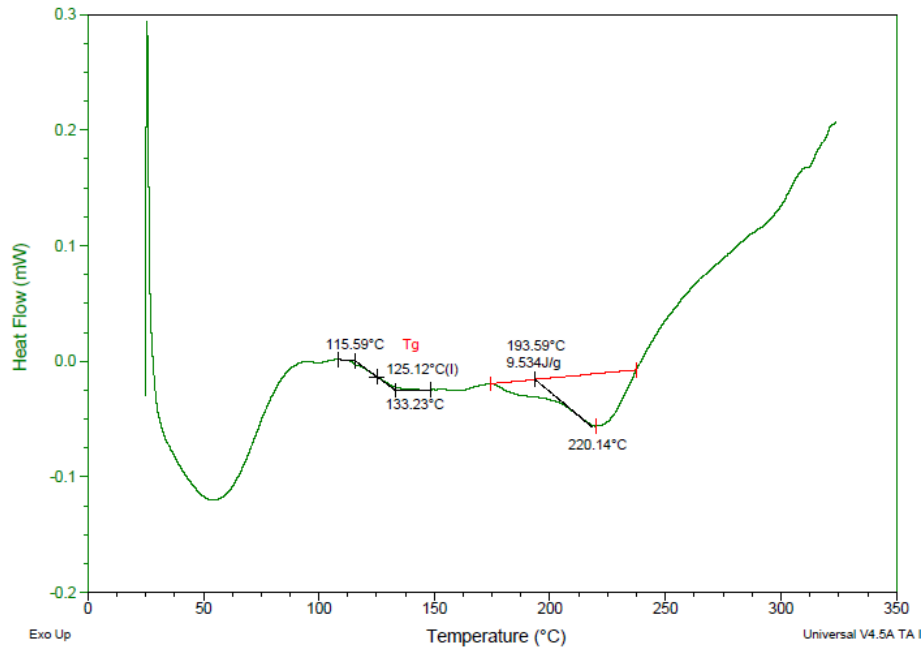
Şekil 3.6 2:1 oranında kapsüllenmiş hindistan cevizi yağına ait 5000 ve 10000X büyütme SEM görüntüleri

3.1.2 Diferansiyel Taramalı K kalorimetrisi (DSC)

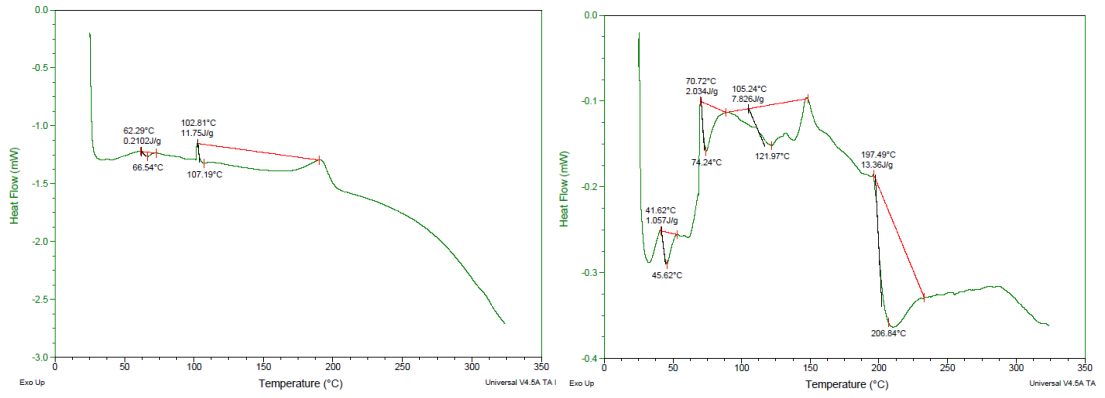
Çalışma kapsamında kullanılan çekirdek maddeler ve kapsüllere yönelik DSC analizleri gerçekleştirilmiştir. Sigma Aldrich verilerine dayanarak etil selüloza ait camsı geçiş sıcaklığı (T_g) yaklaşık 155°C civarında olması beklenmektedir. Şekil 3.7 incelendiğinde etil selüloza ait camsı geçiş sıcaklığı 125°C 'de gözlemlenmiştir.

Şekil 3.8'deki grafikler incelendiğinde hindistan cevizi yağının ve hindistan cevizi yağı kapsüllerinin erime entalpisinin, sırasıyla 62,29°C ve 105,24°C pik erime sıcaklıklarında 0,2102 ve 7,826 J/g olduğunu göstermiştir. Hindistan cevizi kapsüllerinde erime noktasına çok yakın yerde birkaç pik görülmüştür. Endotermik bir hal değişimi sonrası ortaya çıkan bu pikin kapsül formu tamamlanmamış aktif madde kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

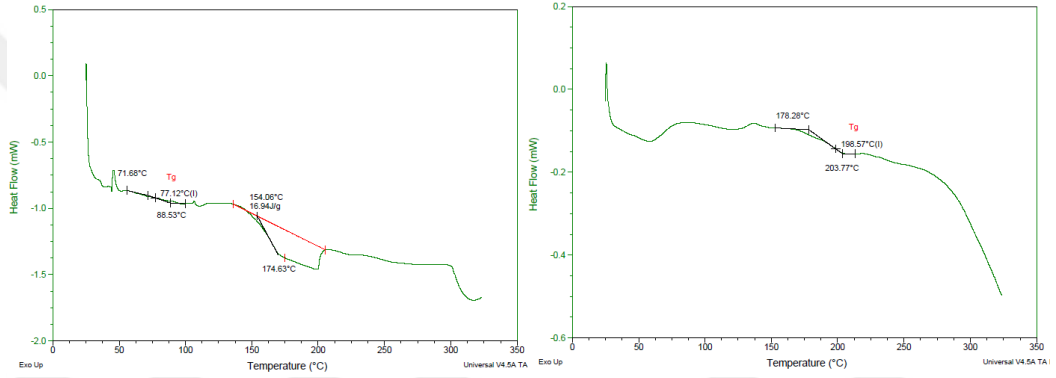
Şekil 3.9'daki grafikler incelendiğinde kuşburnu yağının ve kuşburnu yağı kapsüllerinin erime entalpisinin, sırasıyla 77,12°C ve 198,57-203°C pik erime sıcaklıklarında olduğunu göstermiştir. Kuşburnu yağı için belli belirsiz görülen endotermik hal değişimi piki kapsüllenmemiş kuşburnu yağından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Kapsülasyon işlemi ile erime entalpisinin çekirdek maddeye oranla yükseldiği görülmüştür. Etil selüloz ile çekirdek maddelerin başarılı bir şekilde kapsüllendiği düşünülmektedir.



Şekil 3.7 Etil selüloza ait DSC analizi



Şekil 3.8 Şekil 3.8. Hindistancevizi yağı (solda) ve hindistancevizi yağı kapsüllerinin (sağda) DSC grafikleri

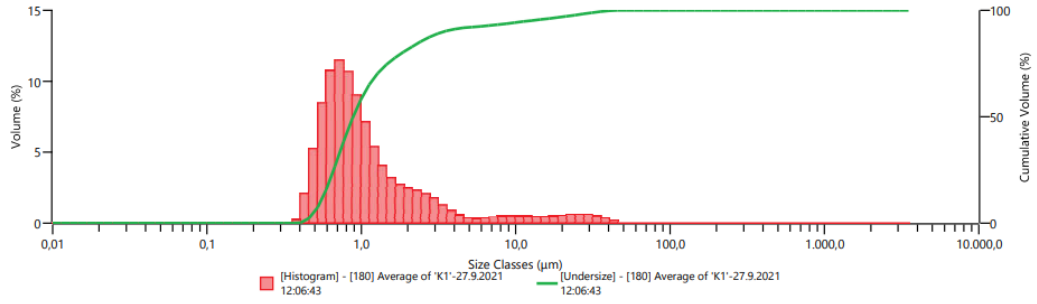


Şekil 3.9 Kuşburnu yağı (solda) ve kuşburnu yağı kapsüllerinin DSC grafikleri

3.1.3 Partikül Boyut Analizi

Seçilen 10:1 kabuk:çekirdek formülasyonunun partikül boyutu ve dağılımının belirlenmesi amacıyla Malvern marka Master Sizer cihazı kullanılmıştır. Toz halindeki mikrokapsüllerin sulu çözeltisi hazırlanmış ve içerisinden geçirilen lazer ışığının parçacıklardan yansıması ve kırılması sonucu parçacık boyutları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Şekil 3.10’da verilmiştir.

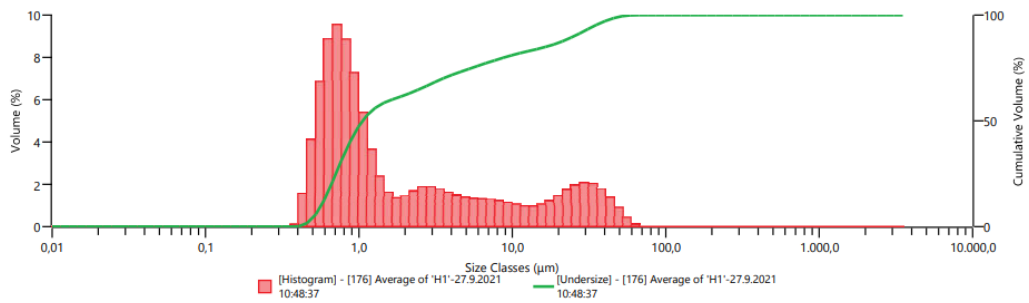
Kuşburnu yağı içeren partiküllerin boyut dağılımı 2,47 μm – 3,43 μm aralığında değişmektedir. Dv50, hacimce medyan partikül boyutu olarak tanımlanmaktadır. Numune hacminin ortalama partikül çapı 0,88 μm ’dir. Homojen partikül boyut dağılımının SEM görüntüleri ile uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 3.10 10:1 oranında kuşburnu yağı içeren mikrokapsüllerin partikül boyut dağılımı

10:1 oranında basit koaservasyon yöntemi ile üretilen hindistan cevizi yağı içeren kapsüllerin partikül boyut analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Şekil 3.11’de verilmiştir.

Partiküllerin boyut dağılımı 1,13 μm – 25,2 μm aralığında değişmektedir. Dv50, hacimce medyan partikül boyutu olarak tanımlanmaktadır. Numune hacminin ortalama partikül çapı 1,06 μm ’dir. Partikül boyut dağılımı incelendiğinde geniş aralığa yayılan küçük parçacıkların dağılımının SEM görüntülerindeki gibi olduğu tespit edilmiştir. Hindistan cevizi yağının faz değiştiren yapısından kaynaklı aglomerasyon oluşturmaya meyilli olduğu görülmüştür. Aglomerasyon sebebi ile grafik dağılımının homojensizlikler olduğu düşünülmektedir.



Şekil 3.11 10:1 oranında hindistan cevizi yağı içeren mikrokapsüllerin partikül boyut dağılımı

3.1.4 Fouier Transform Kızıkötesi Spektroskopisi

Kuşburnu yağı ve hindistancevizi yağı çekirdek maddelerinin etil selüloz kabuk materyali ile 10:1 oranında kapsüllenmesi ile elde edilen partiküllerde meydana

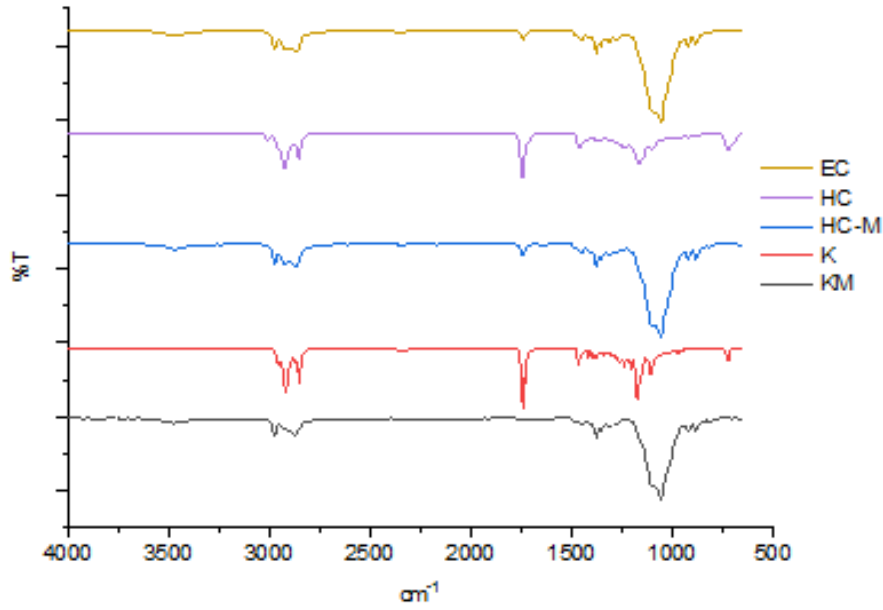
gelen kimyasal değişimlerin tahminlenmesi için 4000 – 650 cm⁻¹ dalga boyu aralığındaki kızılötesi spektrumları ölçölmüştür.

Şekil 3.12’de verilen FTIR spektrumları incelendiğinde kuşburnu ve hindistancevizi yağının, aldehit (C = O) ve esterler (CO), bükölme absorpsiyonu (metilen (CH₂) ve metil (CH₃) grupları) ve çift bağ absorpsiyonları (C = O) nedeniyle gerilme absorpsiyonunu açıklayan beş önemli piki gösterdiği görölmüştür (Yunus vd., 2009).

Etil selölözün FT-IR spektrumu incelendiğinde 1053 cm⁻¹’de –C–O–C– bandının, 2870 cm⁻¹ ve 2973 cm⁻¹’de C-H bandının karakteristik gerilme titreşimleri gözlenmektedir. C-H bükölmesi 1374 cm⁻¹’de yer almaktadır (Türkoğlu, 2013).

Kuşburnu yağının FT-IR spekturumu incelendiğinde 2923 cm⁻¹ dalga boyunda C-H germe absorpsiyonunun meydana geldiği görölmüştür. Metilen (CH₂) ve metil (CH₃) gruplarının bükölme absorpsiyonuna atfedilen iki alkan zirvesi, sırasıyla 1456 ve 1373 cm⁻¹’de göröür. 1739 ve 1161 cm⁻¹’de gözlenen iki tepe, sırasıyla aldehit (C = O) ve esterlerin (C-O) gerilme titreşiminden kaynaklandığı düşünölmektedir (Yunus vd., 2009).

Hindistan cevizi yağının FT-IR spektrumu incelendiğinde, 2916 cm⁻¹ dalga boyunda C-H germe absorpsiyonunun meydana geldiği görölmüştür. Metilen (CH₂) ve metil (CH₃) gruplarının bükölme absorpsiyonuna atfedilen iki alkan zirvesi, sırasıyla 1463 ve 1391 cm⁻¹’de görölmektedir. 1737 ve 1172 cm⁻¹’de gözlenen iki tepe, sırasıyla aldehit (C = O) ve esterlerin (C-O) gerilme titreşiminden kaynaklandığı düşünölmektedir (Yunus vd., 2009).



Şekil 3.12 Etil selüloz (EC),Hindistan cevizi (HC), kuşburnu yağı (K) ve 10:1 oranında kapsüllenmiş partiküllerin (HC-M ve KM) FT-IR spektrumu

3.2 Hidrojel Üretimine Ait Sonuçların Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında iki farklı çapraz bağlayıcı ile üç farklı oranda hidrojeller elde edilmiştir. Hidrojeller farklı sıcaklık ve sürelerde termal ve mikrodalga enerjisi ile kürlenmiştir. Elde edilen hidrojellerin çapraz bağlanma etkinlikleri görsel olarak değerlendirilmiştir. Aşağıda verilen tablolarda (-) işareti çapraz bağlanma gözlemlenmediğini; (+) ise çapraz bağlanma gözlemlendiğini belirtmektedir.

Tablo 3.1 ve 3.2’de verilen 1,4 bütandiol diglisidil eter kullanılarak oluşturulan hidrojellerde termal ve mikrodalga fiksajı sonunda istenilen çapraz bağlanma meydana gelmemiştir.

Tablo 3.1 Farklı oranlarda çapraz bağlayıcıların etkisi (40-60°C) (1,4 bütandiol diglisidil eter)

Polimer:Çapraz Bağlayıcı Oranı	30 dk	1 saat	1:30 saat	2 saat	4 saat	24 saat
5:1	-	-	-	-	-	-
1:1	-	-	-	-	-	-
1:5	-	-	-	-	-	-

Tablo 3.2 Mikrodalga fiksajının çapraz bağlanma üzerine etkisi (1,4 bütandiol diglisidil eter)

Polimer:Çapraz Bağlayıcı Oranı	300 W			600 W			800 W		
	15 sn	30 sn	45 sn	15 sn	30 sn	45 sn	15 sn	30 sn	45 sn
5:1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1:1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1:5	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 3.3'te verilen polietilen glikol diglisidil eter ile termal çapraz bağlanma etkinliği göz önüne alındığında ise 40-60 °C için 24 saatin sonunda çapraz bağlanma meydana gelmiştir. Enerji verimliliği de göz önüne alındığında çalışmaya 40 °C 24 saat ile devam edilmiştir.

Tablo 3.3 Farklı oranlarda çapraz bağlayıcıların etkisi (40-60 °C) (PEGDGE 600)

Polimer:Çapraz Bağlayıcı Oranı	30 dk	1 saat	1:30 saat	2 saat	4 saat	24 saat
5:1	-	-	-	-	-	-
1:1	-	-	-	-	-	-
1:5	-	-	-	-	-	+

Tablo 3.4'te verilen polietilen glikol diglisidil eter ile mikrodalga enerjisi ile çapraz bağlanma etkinliği göz önüne alındığında 600 W ve 800 W güç için 30 ve 45 sn sonunda çapraz bağlanma meydana gelmiştir. Enerji verimliliği de göz önüne alınarak en uygun işlem koşulunun 600 W 30 sn olduğu belirlenmiş ve çalışmaya bu işlem koşulları ile devam edilmiştir. Çalışma sonunda her iki fiksaj yöntemi için polimer: çapraz bağlayıcı oranı 1:5 seçilmiştir.

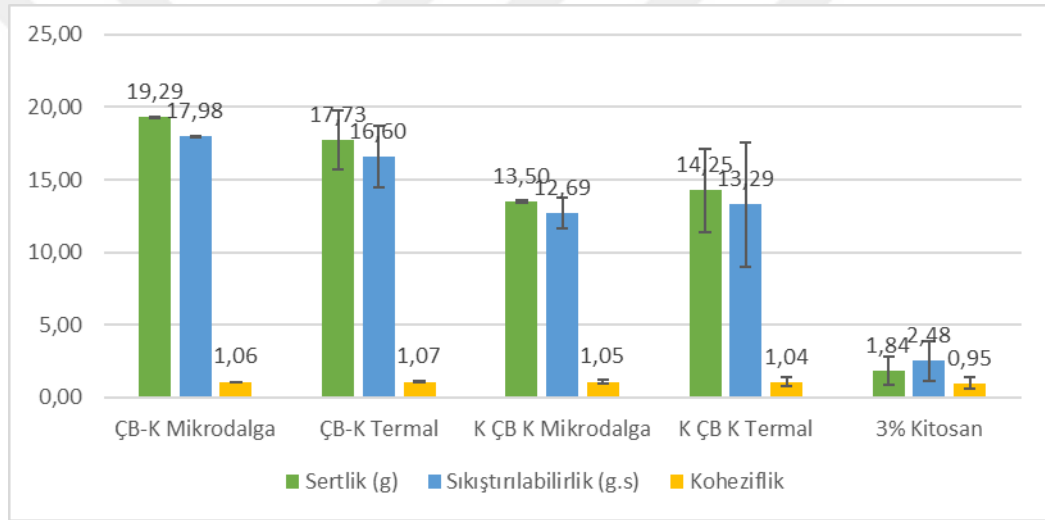
Tablo 3.4 Mikrodalga fiksajının çapraz bağlanma üzerine etkisi (polietilen glikol diglisidil eter)

Polimer:Çapraz Bağlayıcı Oranı	300 W			600 W			800 W		
	15 sn	30 sn	45 sn	15 sn	30 sn	45 sn	15 sn	30 sn	45 sn
5:1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1:1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1:5	-	-	-	-	+	+	-	+	+

Mikrodalga fiksajının termal fiksaja alternatif olarak sürdürülebilir bir fiksaj yöntemi olarak kullanılabileceği görülmüştür. Tekstil aplikasyon çalışmalarında 600 W 30 s mikrodalga kürlemesinin kullanılabileceği düşünülmüştür.

3.2.1 Doku Profil (Tekstür Profil) Analizi

Çalışma kapsamında hidrojellerin mekanik özelliklerinin incelenmesi ve karakterizasyonu için TPA analizi uygulanmıştır. Sertlik, jeli deforme etmek için gereken kuvveti göstermekte ve jelin tekstil yüzeyine uygulanabilirliği için önemlidir. Jellerin homojen bir şekilde kolaylıkla uygulanabilmesi için sertlik değerinin düşük olması istenmektedir. Sıkıştırılabilirlik, bir ürünü belirli bir mesafeden sıkıştırmak için gereken kuvvettir. Yapışkanlık değeri, uygulama sonrasında jelin bölgedeki konumunu koruyacağını göstermektedir (Türkoğlu 2020).

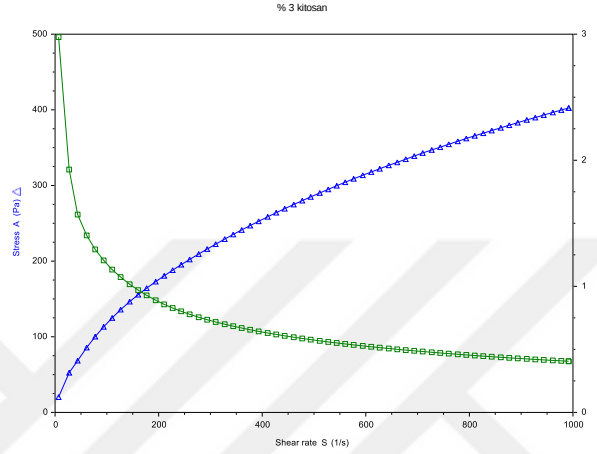


Şekil 3.13 Kapsüllü çapraz bağlı kitosanın (K-ÇB-K); çapraz bağlı kitosanın (ÇB-K) ve çapraz bağlanmamış kitosanın sertlik, sıkıştırılabilirlik ve koheziflik değerleri

Kapsül eklenmiş mikrodalga ve termal fiksajlı hidrojin sertliği ve sıkıştırılabilirliği, çapraz bağlı kitosanınkinden daha azdır. Çapraz bağlı jel ve kapsül katkılı termal ve mikrodalga fiksajlı hidrojellerin kohezifliği istatistiksel olarak benzer, ancak %3 kitosan diğerlerine göre daha düşüktür.

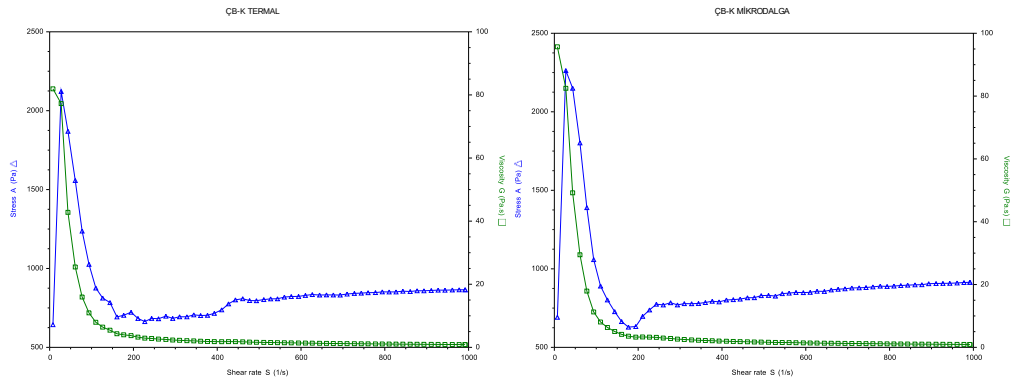
3.2.2 Reolojik Analiz

Çapraz bağlanmamış kitosan çözeltisine (Şekil 3.14) ait reogramlar incelendiğinde, kitosanın non-Newtonian/ psödoplastik akış gösterdiği görülmektedir (Türkoğlu 2020).



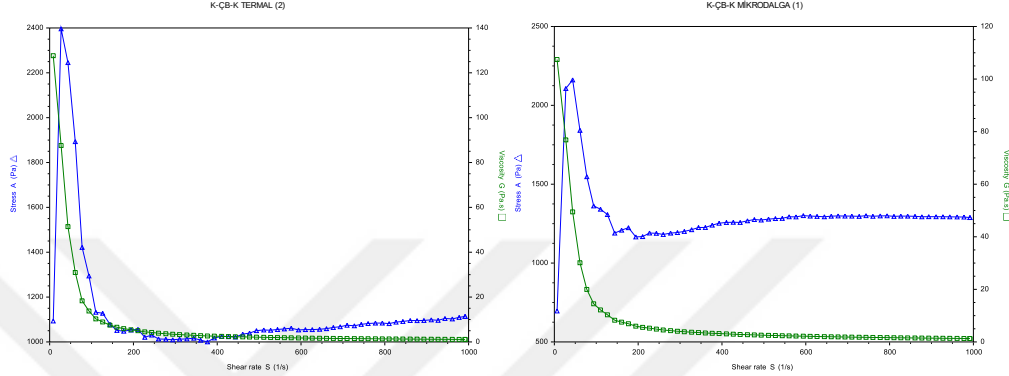
Şekil 3.14 Çapraz bağlanmamış kitosan çözeltisine ait reogram

Şekil 3.15'te verilen mikrodalga ve termal çapraz bağlanmış hidrojele ait reogramlar incelendiğinde sonuçlar birbiri ile uyumlu bulunmuştur. Mikrodalga fiksajında meydana gelen hızlı moleküler ısınmanın, 40°C'de termal fiksajı yapılmış hidrojele göre reolojik özelliklerini olumsuz etkilemediği ve deneysel çalışmada optimum işlem koşullarının elde edildiği düşünülmektedir. Çapraz bağlı hidrojellerin sertlik değerleri de bulguyu desteklemektedir.



Şekil 3.15 Termal (solda) ve mikrodalga (sağda) fiksajı ile çapraz bağlanmış hidrojele ait reogram

Şekil 3.16’da mikrokapsül eklenmiş, termal ve mikrodalga fiksajı yapılmış hidrojelere ait reogramlar verilmiştir. Her iki hidrojin viskozitesi benzerdir. Mikrodalga fiksajı yapılmış kapsüllü hidrojellerin ise kayma gerilimi daha yüksektir. Ayrıca tüm çapraz bağlayıcı eklenmiş formülasyonlarda jelleşmeden dolayı çapraz bağlanmamış hidrojele göre viskoziteleri artmıştır.

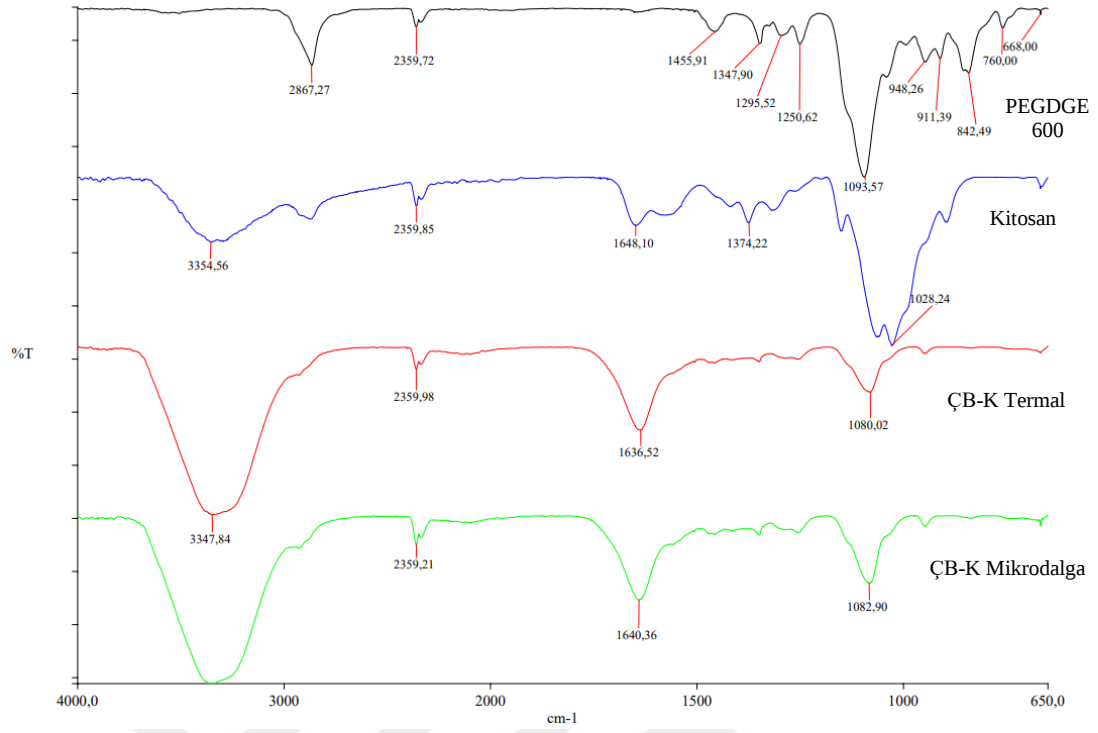


Şekil 3.16 Mikrokapsül eklenmiş ve termal (solda); mikrodalga (sağda) çapraz bağlanmış hidrojele ait reogram

3.2.3 Fourier Transform Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR)

Çalışma kapsamında polimer:çapraz bağlayıcı oranı 1:5 olan formülasyonlarda meydana gelen kimyasal değişikliklerin tahminlenmesi için FTIR analizi yapılmıştır.

Şekil 3.17’de verilen kitosan örneklerinin spektrumları incelendiğinde 1648 cm^{-1} ve 1374 cm^{-1} ’de tespit edilen transmisyon bantları, amid I grubunun karbonil bağlarının ($\text{C}=\text{O}$) titreşimlerine, eğilme titreşimlerinin ise amid I grubuna aittir. Sırasıyla amid III’ün $\text{N}-\text{H}$ grubu (amid II) ve $\text{C}-\text{N}$ gerilmesi. 1374 cm^{-1} ’deki tepe, metil gruplarının CH_3 bükülme titreşimlerinden kaynaklanır. Kitosanda bulunan ve genellikle 1080 cm^{-1} ’de gözlenen sekonder hidroksil grubunun ($-\text{CH}-\text{OH}$ siklik alkollerde) karakteristik piki, $1080\text{--}1082\text{ cm}^{-1}$ dalga boyunda görülmüştür (Türkoğlu vd., 2020). Mikrodalga ve termal fiksaj ile formülasyonların çapraz bağlandığı düşünülmektedir.

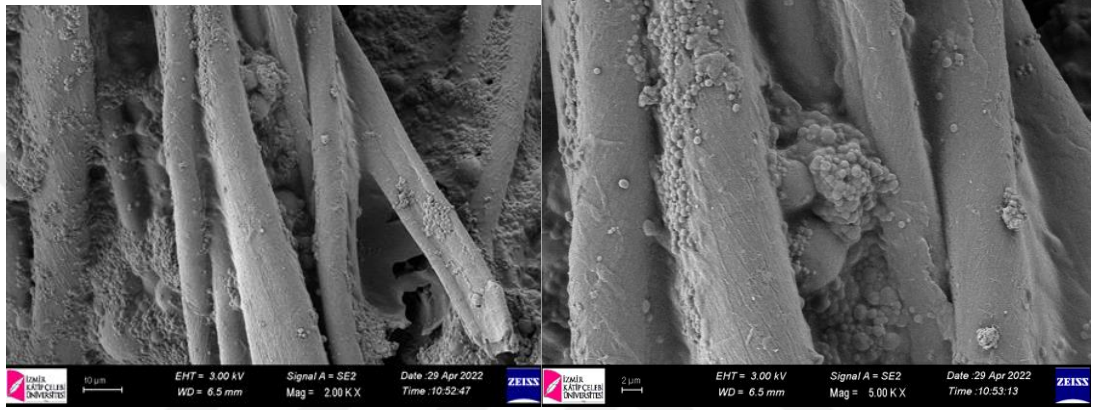
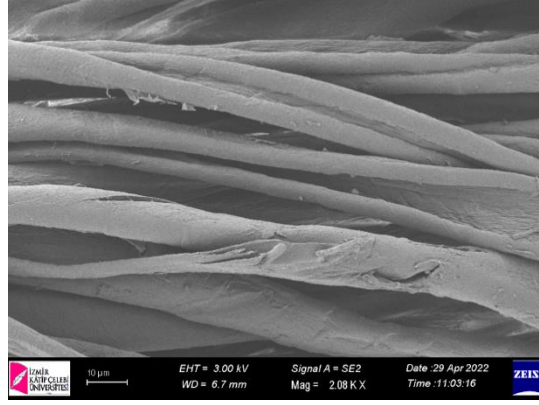


Şekil 3.17 Termal ve mikrodalga fiksajı ile çapraz bağlanmış hidrojelilerin FTIR spektrumu

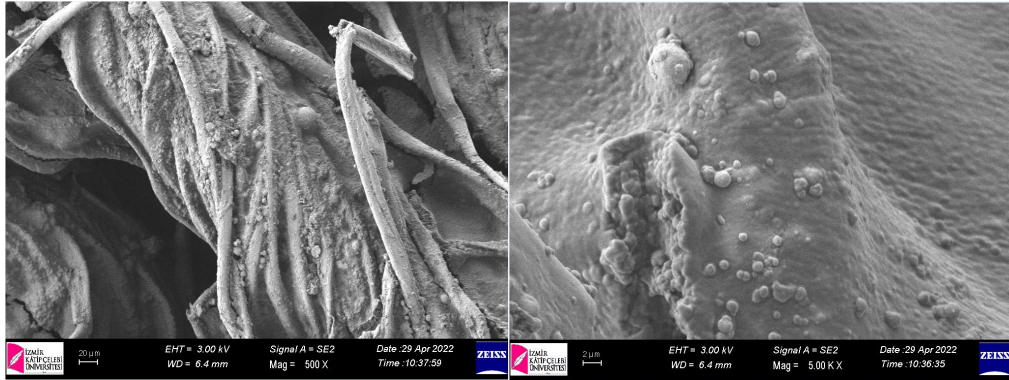
3.3 Kapsül ve Hidrojel İçeren Ürünlere Ait Sonuçların İncelenmesi

3.3.1 Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) Analizi

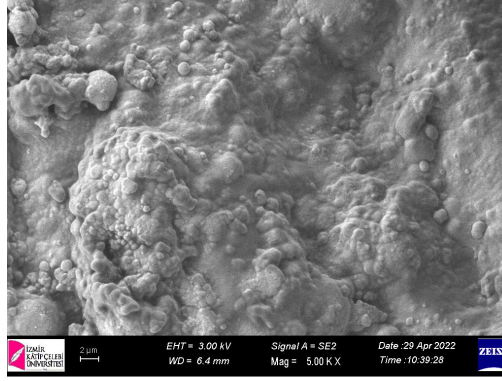
Çalışma kapsamında termal ve mikrodalga fiksajı yapılmış kumaşların morfolojik özelliklerinin değerlendirilmesi için taramalı elektron mikroskopu ile görüntü analizi yapılmıştır. Şekil 3.18’de işlem görmemiş örme kumaşlar ile termal fiksajı yapılmış örme kumaşların, Şekil 3.19’de mikrodalga fiksajı yapılmış örme kumaşların ve Şekil 3.20’de ise işlem görmemiş dokusuz yüzeyler ile termal ve mikrodalga fiksajı yapılmış ürünlerin SEM görüntüleri verilmiştir.



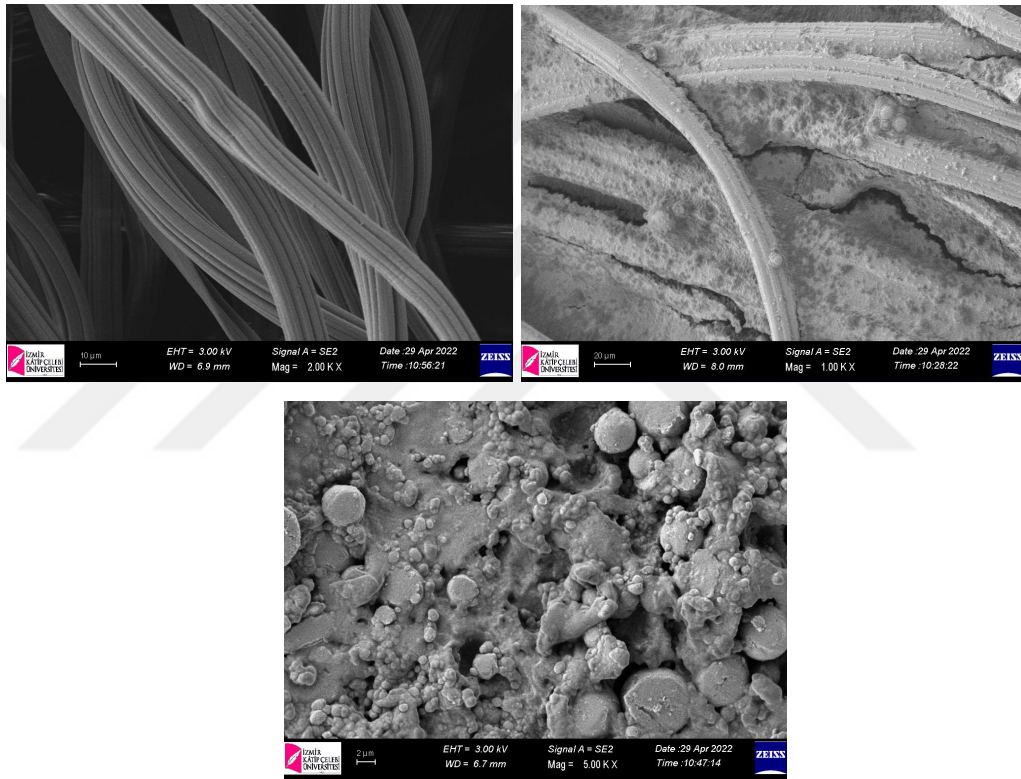
Şekil 3.18 İşlem görmemiş örme kumaş (sol üstte), kapsüllü termal çapraz bağlı hidrojel aktarılmış kumaşlara (sağ üst,alt) ait 2000-5000X büyütmeli SEM görüntüleri



Şekil 3.19 Mikroalga çapraz bağlı hidrojel aktarılmış örme kumaşlara ait 500-5000X büyütmeli SEM görüntüleri



Şekil 3.19 Devamı

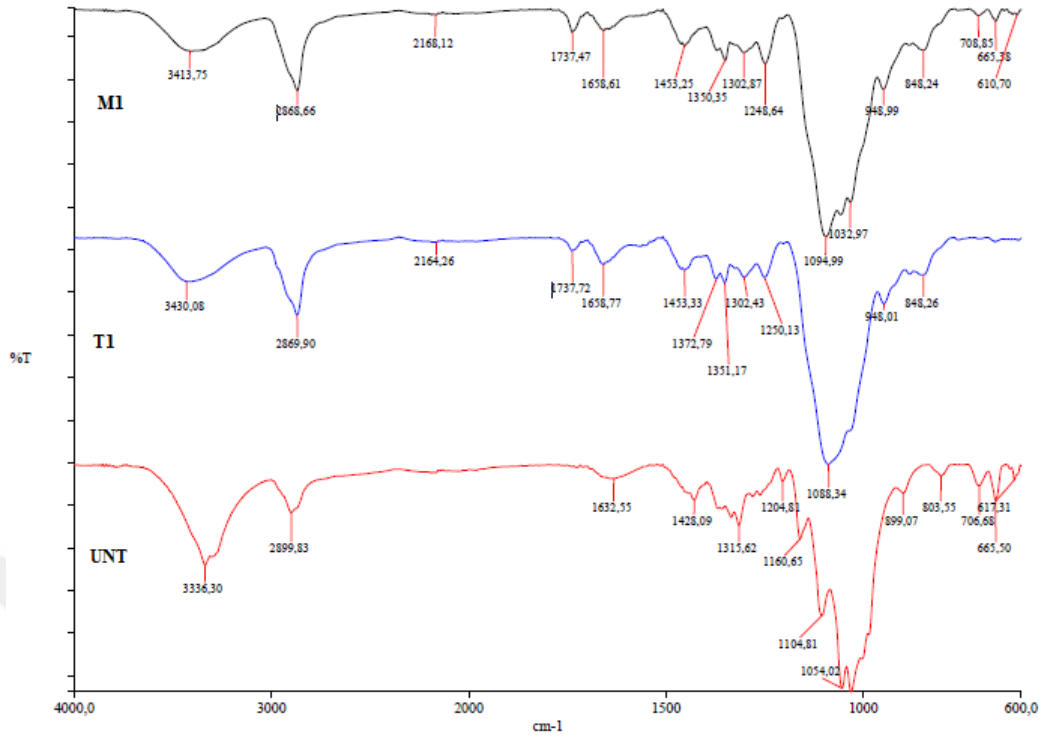


Şekil 3.20 İşlem görmemiş dokusuz yüzey (sol üstte), kapsüllü termal çapraz bağlı hidrojel aktarılmış dokusuz yüzey (sağ üst), kapsüllü mikrodalga çapraz bağlı hidrojel aktarılmış dokusuz yüzeye (alt) ait 2000-5000X büyütme SEM görüntüleri

Mikrodalga ve termal fiksaj yöntemleri ile kumaşlara kapsül katkıli hidrojellerin başarılı bir şekilde aktarıldığı görülmektedir.

3.3.2 *Fouier Transform Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR)*

Şekil 3.21’de işlem görmemiş; mikrodalga ve termal fiksajı yapılmış örme örme kumaşların FT-IR spektrumları görülmektedir. Kitosan örneklerinin spektrumları incelendiğinde 1648 cm^{-1} ve 1351 cm^{-1} ’de tespit edilen transmisyon bantları, amid I grubunun karbonil bağlarının ($\text{C}=\text{O}$) titreşimlerine, eğilme titreşimlerinin ise amid I grubuna aittir. M1 ve T1 kodlu spektrumlarda da görülmektedir. Sırasıyla amid III’ün $\text{N}-\text{H}$ grubu (amid II) ve $\text{C}-\text{N}$ gerilmesi. 1350 cm^{-1} ’deki tepe, metil gruplarının CH_3 bükülme titreşimlerinden kaynaklanır. Kitosanda bulunan ve genellikle 1080 cm^{-1} ’de gözlenen sekonder hidroksil grubunun ($-\text{CH}-\text{OH}$ siklik alkollerde) karakteristik piki, $1080\text{-}1082\text{ cm}^{-1}$ dalga boyunda görülmüştür (Türkoğlu vd., 2020). $3300\text{ -}3400\text{ cm}^{-1}$ dalga boylarında selülozik yapısındaki hidroksil (OH) grubunu göstermektedir. Hidroksil piklerindeki derinliğin fiksaj yapılmış yüzeylerde (M1-T1) azalmasının sebebinin ısı ile işlemle kumaşta nem kaybı meydana geldiği düşünülmüştür. 2164 ve 2168 cm^{-1} dalga boylarında meydana gelen piklerin PEGDGE ve kitosana ait FTIR spektrumları ile uyumlu olduğu görülmüştür. Mikrodalga ve termal fiksaj ile formülasyonların çapraz bağlandığı düşünülmektedir.



Şekil 3.21 Mikrodalga fiksajı (M1), termal fiksajı (T1) ve işlem görmemiş örme (UNT) kumaşların kızılötesi spektrumu

3.3.3 Antibakteriyel Etkinlik Tayini

Çalışma kapsamında ASTM E2149 standardı kullanılarak elde edilen yüzeylerin gram pozitif *Staphylococcus aureus* ve gram negatif *Escherichia coli* bakterilerine karşı kantitatif antibakteriyel özellikleri değerlendirilmiştir. Termal ve mikrodalga fiksajı yapılan kapsüllü örme kumaşların yıkama dayanımının tayin edilmesi için 5 yıkama yapılmış ve antibakteriyel etkinlikleri incelenmiştir. Ürünler MY-Ö ve TY-Ö olarak kodlanmıştır (Tablo 3.5 ve 3.6).

Tablo 3.5 ve 3.6'daki veriler incelendiğinde mikrodalga ve termal fiksajı yapılmış yüzeylerin *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* bakterileri için antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. 24 saat sonunda *Staphylococcus aureus*'a karşı MN, TN, MÖ ve TÖ ürünleri için antibakteriyel aktivite sırası ile %98,75, %98,73, %70,54 ve %95,54'tür. 24 saat sonunda *Escherichia coli*'ye karşı MN, TN, MÖ ve TÖ ürünleri için antibakteriyel aktivite %100'dür.

MY-Ö ve TY-Ö numuneleri incelendiğinde ise 5 yıkama sonunda *Staphylococcus aureus*'a karşı sırası ile %95,54, %94,59 antibakteriyel etkinlik tespit edilmiştir. MY-Ö ve TY-Ö numuneleri incelendiğinde ise 5 yıkama sonunda *Escherichia coli*'ye karşı sırası ile %52,17, %45,65 antibakteriyel etkinlik tespit edilmiştir

Tablo 3.5 *Staphylococcus aureus*'a karşı antibakteriyel aktivite sonuçları

Numune Kodu	3 saat	24 saat
	<i>Staphylococcus aureus</i> - Bakteri artması/azalması (%)	
N	98,42	309,09
Ö	99,29	398,18
MN	-94,82	-98,75
MÖ	-99,29	-98,73
TN	-60,71	-70,54
TÖ	-57,14	-95,54
MY-Ö (5 yıkama)	-94,05	-95,95
TY-Ö (5 yıkama)	-93,51	-94,59

Tablo 3.6 *Escherichia coli*'ye karşı antibakteriyel aktivite sonuçları

Numune Kodu	3 saat	24 saat
	<i>Escherichia coli</i> - Bakteri artması/azalması (%)	
N	267,27	297,03
Ö	290,91	368,14
MN	-100	-100
MÖ	-100	-100
TN	-100	-100
TÖ	-100	-100
MY-Ö (5 yıkama)	-32,61	-52,17
TY-Ö (5 yıkama)	-30,43	-45,65

Çalışma kapsamında elde edilen tüm yüzeylerde antibakteriyel etkinlik tespit edilmiştir. 5 yıkamaya dayanıklı *Seboric Dermatin* ikincil enfeksiyonlarını önleyebilecek tekstil yüzeyleri başarılı bir şekilde geliştirilmiştir.

3.3.4 Gaz Kromatografi-Kütle Spektroskopisi (GC-MS)

Çalışma kapsamında elde edilen yüzeylerde etken madde varlığının tespiti için gaz kromatografisinden faydalanılmıştır. Bu amaçla yağ ve kapsüle alan karşılaştırılması yapılmıştır. Hindistan cevizi yağı ve Kuşburnu yağı için alıkonma zamanları sırasıyla 53.239 dakika ve 41.810 dakikadır. Hindistan cevizi yağı için;

53.239 dk'da meydana gelen pikin birim alanı 519703322'dır. Kuşburnu yağı için ise 41.810 dk'da meydana gelen pikin birim alanı 1152533241'dır. Elde edilen yüzeyler üzerindeki yağ alanları Tablo 3.7'de verilmiştir. Termal ve mikrodalga fiksajı yapılmış örme ve dokusuz yüzeylerde etken maddenin varlığı yağ alanlarının karşılaştırılması ile tespit edilmiştir. 5 yıkaması yapılan termal (TY-Ö) fiksajı yapılmış numunede hindistan cevizi ve kuşburnu yağının varlığı tespit edilememiştir.

Hindistan cevizi yağı kapsülü ve kuşburnu yağı kapsülü için alıkonma zamanları sırasıyla 18.289 dakika ve 21.131 dakikadır. Hindistan cevizi yağı kapsülü için 18.289 dk'da meydana gelen pikin birim alanı 82865115'tir. Kuşburnu yağı kapsülü için 21.131 dk'da meydana gelen pikin birim alanı 95932605'tir. Elde edilen yüzeylerde mikrokapsüllerin birim alanları aynı alıkonma zamanları için Tablo 3.8'de verilmiştir.

Değerler incelendiğinde mikrodalga ve termal fiksajı yapılmış tüm yüzeylerde kapsüle alan tespit edilmiştir. Hindistan cevizi için kapsüle alanın yıkama ile azaldığı görülmüştür. 5 yıkaması yapılan termal (TY-Ö) ve mikrodalga (MY-Ö) fiksajı yapılmış kumaşlarda kuşburnu kapsülünün varlığı tespit edilememiştir.

5 yıkaması yapılan ürünler için elde edilen bulguların Şekil 3.26 ve 3.27'de verilen kromatograflar ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Tablo 3.7 Hindistan cevizi ve kuşburnu yağı alan karşılaştırması

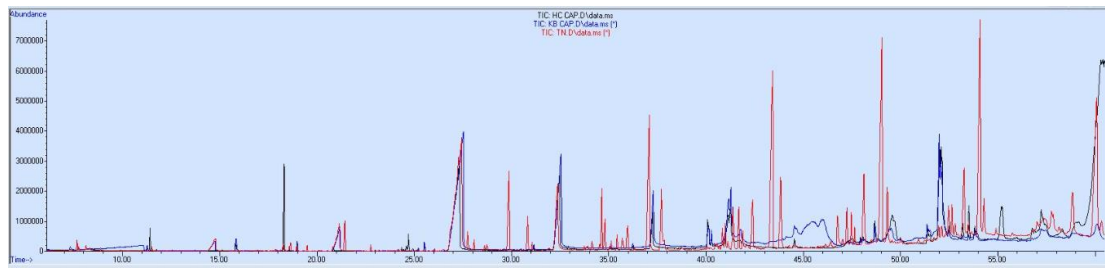
Numune Kodları	Hindistan Cevizi Yağı	Alan Yüzdesi	Kuşburnu Yağı	Alan Yüzdesi
MN	117971628	%23	17250111	%1
MÖ	103306841	%20	15637539	%1
MY-Ö	11783314	%2	7922535	%1
TN	140855180	%27	19248569	%2
TÖ	94861971	%18	14522468	%1
TY-Ö	ND*saptanmamıştır		ND*saptanmamıştır	
Yağ Alanları	519703322		1152533241	

Tablo 3.8 Hindistan cevizi ve kuşburnu yağı kapsüle alan karşılaştırması

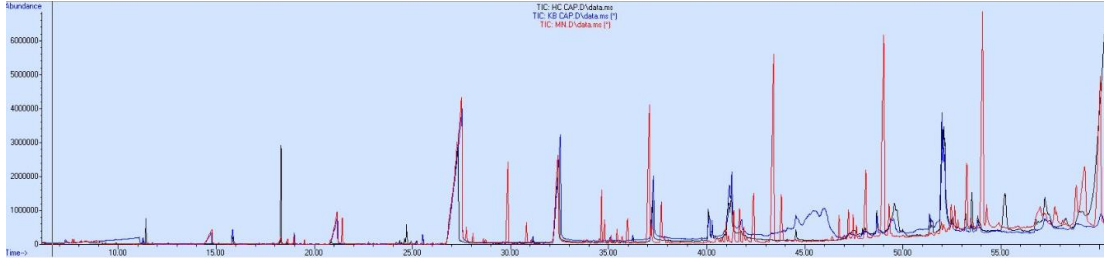
Numune Kodları	Hindistan Cevizi Kapsülü	Alan Yüzdesi	Kuşburnu Yağı Kapsülü	Alan Yüzdesi
MN	8315763	%10	109106968	%114
MÖ	13560882	%16	113730562	%119
MY-Ö	663040	%1	ND*saptanmamıştır	
TN	8821755	%11	97344219	%101
TÖ	12861354	%16	84372735	%88
TY-Ö	560286	%1	ND*saptanmamıştır	
Kapsüle alanları	82865115		95932605	

Şekil 3.22 incelendiğinde Hindistancevizi yağı, kuşburnu yağı kapsüllerinin aktarıldığı kumaşların üzerinde çekirdek maddenin varlığı tayin edilmiştir. Zamana bağlı olarak verilen her grafikte etken maddelerin karakteristik pikleri görülmektedir. Kumaş üzerinde pik yüksekliklerinin azaldığı görülmektedir. MN, TN, TÖ ve MÖ kodlu; mikrodalga ve termal fiksajı yapılmış kumaşlar üzerinde etken maddenin varlığı tespit edilmiştir. Yüzeylerin alan karşılaştırmaları, morfolojik analiz sonuçları ve antibakteriyel etkinlikleri de bulguyu desteklemektedir.

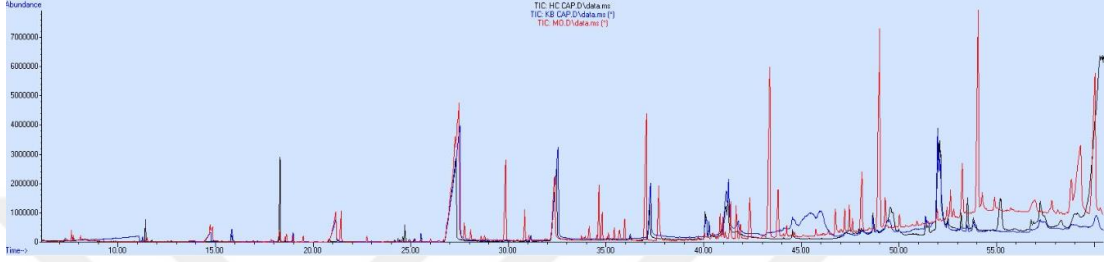
Şekil 3.26 ve 3.27’de 5 yıkaması yapılan mikrodalga (MY-Ö) ve termal (TY-Ö) fiksajı yapılmış numunelerde de etken madde varlığı tespit edilememiştir.



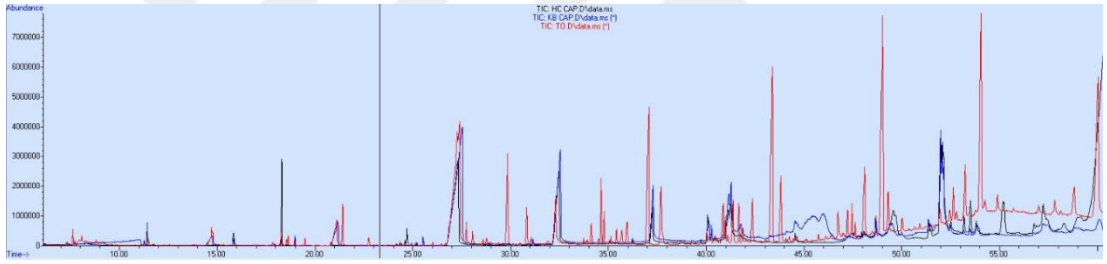
Şekil 3.22 TN (kırmızı); kuşburnu yağı kapsülü (mavi); HC kapsülü (siyah) kütle spektrometresi



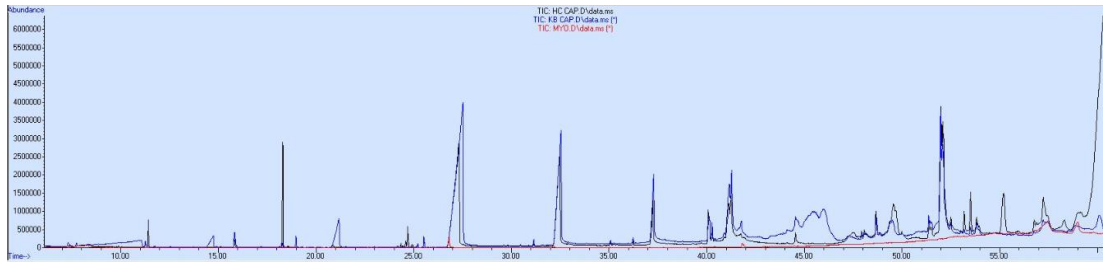
Şekil 3.23 MN (kırmızı); kuşburnu yağı kapsülü (mavi); HC kapsülü (siyah) kütle spektrometresi



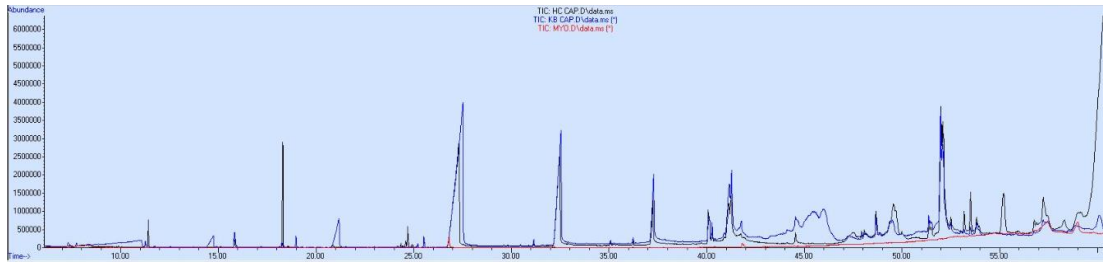
Şekil 3.24 MÖ (kırmızı); kuşburnu yağı kapsülü (mavi); HC kapsülü (siyah) kütle spektrometresi



Şekil 3.25 TÖ (kırmızı); kuşburnu yağı kapsülü (mavi); HC kapsülü (siyah) kütle spektrometresi



Şekil 3.26 MY-Ö (kırmızı); kuşburnu yağı kapsülü (mavi); HC kapsülü (siyah) kütle spektrometresi



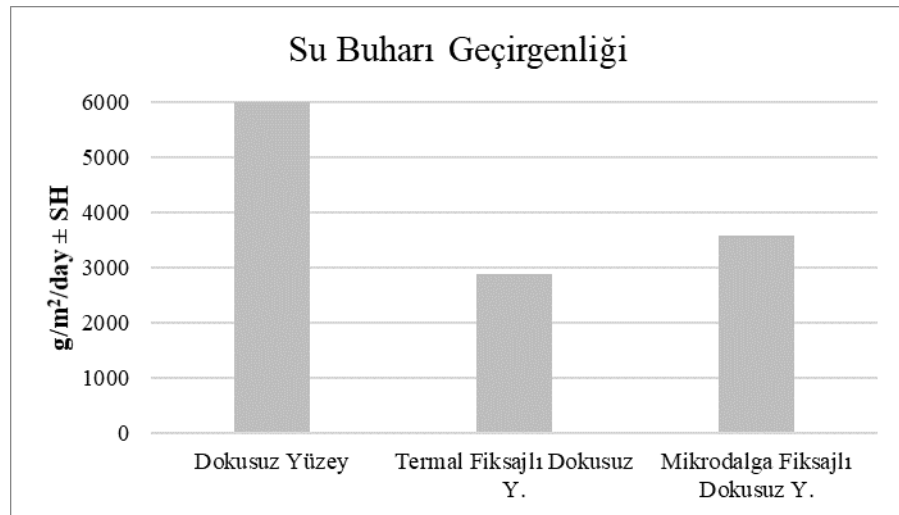
Şekil 3.27 TY-Ö (kırmızı); kuşburnu yağı kapsülü (mavi); HC kapsülü (siyah) kütle spektrometresi

3.3.5 Hava Geçirgenliği Testi

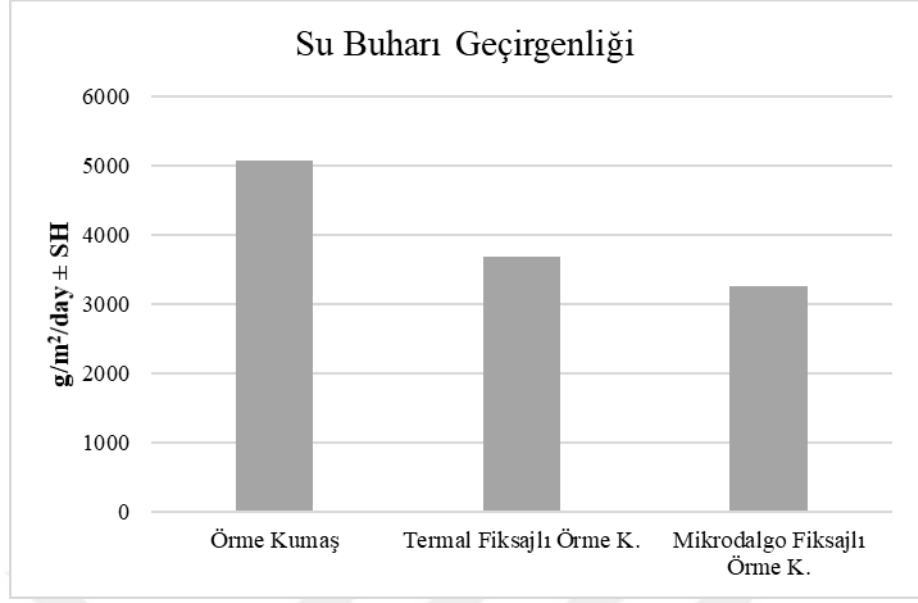
Çalışma kapsamında elde edilen tekstil yüzeylerinin termofizyolojik konfor parametreleri incelenmiştir. İşlem görmemiş örme kumaş ile termal ve mikrodalga fiksajı yapılan kumaların hava geçirgenlikleri sırası ile 543,5; 5,07 ve 5,06 L/m²/s olarak ölçülmüştür. İşlem görmemiş dokusuz yüzey ile termal ve mikrodalga fiksajı yapılan kumaşların hava geçirgenlik değerleri ise sırası ile 1791; 5,03 ve 5,04 L/m²/s olarak kaydedilmiştir. Kumaş yapısı fark etmeksizin jellerin çapraz bağlanması ile hava geçirgenliği önemli ölçüde azalmıştır.

3.3.6 Su Buharı Geçirgenliği Testi

Ancak Şekil 3.28 ve 3.29’da sırası ile dokusuz yüzey ve örme kumaşlara ait su buharı geçirgenliği sonuçları yer almaktadır. Şekil 3.28 ve 3.29’daki değerler incelendiğinde su buharı geçirgenlikleri yaklaşık %50 oranında azalmıştır. Bu sayede hava geçirgenliği düşük ancak su buharı geçirgenliği yüksek biyo membranlar geliştirildiği düşünülmektedir.



Şekil 3.28 İşlem görmemiş ve fiksaj işlemi görmüş dokusuz yüzeylere ait su buharı geçirgenliği grafiği



Şekil 3.29 İşlem görmemiş ve fiksaj işlemi görmüş örme kumaşlara ait su buharı geçirgenliği grafiği

BÖLÜM DÖRT

SONUÇLAR

Bu tez çalışması kapsamında saçlı deri, yüz, göğüs gibi vücudun çeşitli yerlerinde görülen kronik ve inflamatuvar bir deri hastalığı olan Seboreik Dermatit'in (SD) tedavisini desteklemek üzere tekstil esaslı yüzeylerin geliştirilmesi hedeflenmektedir. SD tedavisinde temel amaç, lezyonları ve fungal kolonizasyonu baskılamak ve sekonder enfeksiyonlara karşı önlem almaktır. Bu amaçla doğal yağ ve polimer içeren tekstil tabanlı bir yüzey geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Çalışma kapsamında basit koaservasyon yöntemi ile kuşburnu ve hindistan cevizi yağının mikrokapsülasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Kabuk materyali olarak etil selüloz kullanılmış olup kabuk:çekirdek madde (Etil Selüloz: Kuşburnu Yağı veya Hindistan Cevizi Yağı) oranı 10:1, 4:1 ve 2:1 (w/w) olarak çalışılmıştır. Kuşburnu yağı için 10:1 (w/w) ve 4:1 (w/w) oranında üretilen kapsüllerin pürüzsüz ve küresel yapıda olduğu görülmüştür. Ancak 4:1 (w/w) oranında üretilen kapsüllerin partikül dağılımının homojen olmadığı görülmüştür. Deneysel çalışmalar sırasında gözlemlenen aglomerasyondan kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Hindistan cevizi yağı kapsüllerinde ise 10:1 (w/w) ve 4:1 (w/w) kabuk:çekirdek oranlarında üretilen kapsüllerde istenilen küresel formlar görülmüştür. Ancak 4:1 oranında kabuk materyalinin deforme olması sebebi ile homojen dağılım göstermesine rağmen tercih edilmemiştir. 10:1 (w/w) oranında üretilen kapsüllerde pürüzsüz küresel yapı elde edilirken homojen parçacık dağılımı gözlemlenmemiştir. Bunun sebebinin faz değiştirme özelliğinden dolayı hindistan cevizi yağının aglomerasyon oluşturduğu düşünülmektedir. Bulgular partikül boyut analizi sonuçlarına benzer ve destekler niteliktedir. Elde edilen bulgulara göre optimum formülasyonun 10:1 (w/w) EC:Çekirdek madde oranı ile elde edildiği için çalışmaya her iki yağ için bu oran ile devam edilmiştir.

Seçilen formülasyonların karakterizasyonu için DSC, FTIR, partikül boyut analizi kullanılmıştır. Etil selüloza ait DSC analizinde 125 °C de gözlemlenmiştir. Hindistancevizi yağının ve Hindistan cevizi yağı kapsüllerinin erime entalpisinin,

sırasıyla 62,29°C ve 105,24°C pik erime sıcaklıklarında 0,2102 ve 7,826 J/g olduğunu göstermiştir. Kuşburnu yağının ve kuşburnu yağı kapsüllerinin erime entalpisinin, sırasıyla 77,12°C ve 198,57-203°C pik erime sıcaklıklarında olduğunu göstermiştir. Çekirdek maddelerinin erime sıcaklıklarının ve entalpilerinin yükselmesinden dolayı etil selüloz ile başarılı bir şekilde kapsüle edildiği düşünülmektedir. Kapsüllere ait FTIR spektrumları incelendiğinde kuşburnu ve hindistancevizi yağının, aldehit (C = O) ve esterler (CO), bükülme absorpsiyonu (metilen (CH₂) ve metil (CH₃) grupları) ve çift bağ absorpsiyonları (C = O) nedeniyle gerilme absorpsiyonunu açıklayan beş önemli piki gösterdiği görülmüştür. EC karakteristik pikleri de elde edilmiştir. Mikrokapsülasyonun başarı ile gerçekleştirildiği görülmektedir.

Kuşburnu yağı içeren partiküllerin boyut dağılımı 2,47 µm – 3,43 µm aralığında değişmektedir. Dv50, hacimce medyan partikül boyutu olarak tanımlanmaktadır. Numune hacminin ortalama partikül çapı 0,88 µm'dir. Hindistancevizi yağı partiküllerinin boyut dağılımı 1,13 µm – 25,2 µm aralığında değişmektedir. Dv50, hacimce medyan partikül boyutu olarak tanımlanmaktadır. Numune hacminin ortalama partikül çapı 1,06 µm'dir.

Elde edilen mikrokapsüllerin karakterizasyon çalışmalarından sonra çapraz bağlı hidrojellerin geliştirilmesi için çalışmalar yürütülmüştür. Üç farklı oranda (1:5; 5:1;1:1) (w/w) iki farklı çapraz bağlayıcının (1,4 bütandiol diglisidil eter, polietilen glikol diglisidil eter) çapraz bağlanma etkinlikleri hem termal hem de mikrodalga fiksajı ile incelenmiştir. Termal fiksaj için hidrojeller 40-60°C sıcaklıkta 24 saat inkübatörde bekletilmiş ve fiziksel olarak kontrol edilmiştir. Mikrodalga fiksajı için ise 300-600-800W güç ile 15-30-45 sn kürleme yapılmıştır. 1,4 bütandiol glisidil eter kullanılan formülasyonlarda çapraz bağlanma gözlemlenmemiştir. Çalışma kapsamında polietilen glikol diglisidil eter ile termal fiksaj için 40°C 24 saat; mikrodalga için ise 600W 30 sn fiksaj parametreleri olarak belirlenmiştir. Hidrojellerin karakterizasyonu için TPA ve reolojik analizler uygulanmıştır. Bu amaçla çapraz bağlanmamış kitosan çözeltisi; çapraz bağlanmış kitosan çözeltileri (termal-mikrodalga) ve kapsül eklenerek çapraz bağlanmış kitosan çözeltileri

(termal-mikrodalga) aynı anda analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir. Kapsül eklenmiş mikrodalga ve termal fiksajlı hidrojin sertliği ve sıkıştırılabilirliği, çapraz bağlı kitosanınkinden daha azdır. Çapraz bağlı jel ve kapsül katkılı termal ve mikrodalga fiksajlı hidrojinlerin kohezifliği istatistiksel olarak benzer, ancak %3 (w/v) kitosan diğerlerine göre daha düşük bulunmuştur. Reolojik analiz yardımı ile mikrodalga ve termal çapraz bağlanmış hidrojele ait reogramlar incelendiğinde sonuçlar birbiri ile uyumlu bulunmuştur. Çapraz bağlanmamış kitosan çözeltisine ait reogramlar incelendiğinde non-Newtoinan/ psödoplastik akış gösterdiği görülmüştür. Mikrodalga ve termal çapraz bağlanmış hidrojele ait reogramlar incelendiğinde sonuçlar birbiri ile uyumlu bulunmuştur. Mikrodalga fiksajında meydana gelen hızlı moleküler ısınmanın, 40°C’de termal fiksajı yapılmış hidrojele göre reolojik özelliklerini olumsuz etkilemediği ve deneysel çalışmada optimum işlem koşullarının elde edildiği düşünülmektedir. Formülasyonlara mikropartikül eklenmesi ile de viskozitenin tüm formülasyonlarda arttığı görülmüştür. Çapraz bağlanma sırasında meydana gelen değişiklikleri inceleyebilmek için FTIR analizi yapılmış ve literatür ile uyumlu sonuçlar elde edilmiştir. Çalışma kapsamında çapraz bağlı hidrojinler başarılı bir şekilde geliştirilmiştir.

Çalışma kapsamında 10:1 (w/w) oranında üretilen hindistancevizi ve kuşburnu yağı kapsülleri çapraz bağlanmamış kitosan çözeltisine eklenerek karıştırılmıştır. Çapraz bağlayıcı eklenen çözelti dökme metodu ile selüloz esaslı örme ve dokuma yüzeylere aktarılmıştır. Termal ve mikrodalga fiksajının ardından yüzeyler karakterize edilmiştir. Karakterizasyon çalışmaları için FTIR, SEM, yıkama dayanımı, antibakteriyel etkinlik, etkin madde tayini, hava ve su buharı geçirgenliği gibi testler uygulanmıştır. Kumaşların morfolojik özellikleri incelendiğinde mikrokapsüller ve kitosan hidrojel tabakası görülmektedir. FTIR analizi ile hidrojel ve kapsüllerin yüzeye tutunduğu düşünülmektedir. Bulguların da literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür. Gaz kromatografisi yardımı ile elde edilen yüzeylerde ve 5 yıkaması yapılan örme kumaşlarda etken maddenin yıkama ile kısmi uzaklaşsa da varlığı gösterilmiştir.

Mikrodalga ve termal fiksajı yapılmış yüzeylerin *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* bakterileri için antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. 24 saat sonunda *Staphylococcus aureus*'a karşı MN, TN, MÖ ve TÖ ürünleri için antibakteriyel aktivite sırası ile %98,75, %98,73, %70,54 ve %95,54'tür. 24 saat sonunda *Escherichia coli*'ye karşı MN, TN, MÖ ve TÖ ürünleri için antibakteriyel aktivite %100'dür. MY-Ö ve TY-Ö numuneleri incelendiğinde ise 5 yıkama sonunda *Staphylococcus aureus*'a karşı sırası ile %95,54, %94,59 antibakteriyel etkinlik tespit edilmiştir. MY-Ö ve TY-Ö numuneleri incelendiğinde ise 5 yıkama sonunda *Escherichia coli*'ye karşı sırası ile %52,17, %45,65 antibakteriyel etkinlik tespit edilmiştir. 5 yıkamaya dayanıklı antibakteriyel yüzeylerin başarılı bir şekilde geliştirildiği görülmüştür.

Elde edilen yüzeylerin hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği tayin edilmiştir. Ürünlerin hava geçirgenliği değerleri önemli ölçüde azalmışken su buharı geçirgenliğinde ise kısmi bir kayıp söz konusudur. Kitosan çözeltisine eklenen mikrokapsüllerin çapraz bağlanma sırasında mikro gözenek oluşturduğu ve bu sebeple yüzeyin membran özelliği gösterdiği düşünülmektedir.

Bu tez çalışması kapsamında bebeklerde sıkça görülen Infant Seboreik Dermatit'in ikincil enfeksiyonlarını önleme amacı ile nemlendirme, cilt yenileme özelliğine sahip, 5 yıkamaya kadar dayanıklı antibakteriyel tekstil yüzeyleri başarılı bir şekilde geliştirilmiştir. Geliştirilen ürünün bebek bonesi/şapkası olarak kullanılma potansiyeli olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Agrawal, M. ve Goel A., (2022). Microencapsulation Of Citronella Oil For Fragrant Cotton Fabrics. *IJNRD-International Journal of Novel Research and Development (IJNRD)*, 7(3), 205-210.
- Ahmadi F, Oveisi Z, Samani SM. ve Amoozgar Z., (2015). Chitosan based hydrogels: characteristics and pharmaceutical applications. *Res Pharm Sci.*, 10(1):1-16.
- Aksoy, M., Özkorumak, E., Bahadır, S., Yaylı, S. ve Arıca, D. (2012). Seboreik dermatit hastalarında yaşam kalitesi, anksiyete ve depresyon düzeyleri, *Türkderm*, 46(1): 39-43.
- Alves, N. O., Silva, G. T., Weber, D. M., Luchese, C., Wilhelm, E. A. ve Fajardo, A. R. (2016). Chitosan/poly (vinyl alcohol)/bovine bone powder biocomposites: A potential biomaterial for the treatment of atopic dermatitis-like skin lesions. *Carbohydrate polymers*, 148, 115-124.
- Bahria, H. ve Erbil, Y. (2016). UV technology for use in textile dyeing and printing: Photocured applications. *Dyes and Pigments*, 134, 442-447.
- Baştürk, E. ve Kahraman, M. V. (2016). Photocrosslinked biobased phase change material for thermal energy storage. *Journal of Applied Polymer Science*, 133(32).
- Bayryamov, G., (2020), Microencapsulation of natural oils by a coacervation technique using gelatin as shell material, *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 55, 6, 1985-1989.
- Baysal, G., Kalav, B. ve Karagüzel Kayaoğlu, B. (2019). Colour and gloss properties of pigment-printed synthetic leather using an ultraviolet-curable water-borne

- polyurethane acrylate binder and two photoinitiators at different ratios. *Coloration Technology*, 135(2), 133-142.
- Beşen, B. S. (2020). Tea Tree Oil/Ethyl Cellulose Microcapsule Loaded Antimicrobial Textiles. *AATCC Journal of Research*, 7(2), 1-6.
- Bhargavia N., Dhathathreyanb A. ve K.J. Sreeram K.J., (2020). Design of pH-Induced complex coacervates of gelatin and wattle, *Colloids and Surfaces A*, 602,125-148.
- Bhat, N. V. ve Kale, M. J. (2012). Interaction of microwave radiation with polyester yarn to enhance its textile properties. *Fibers and Polymers*, 13(7), 936-942.
- Blincoe, A.J. (2006). Caring for neonatal skin and common infant skin problems, *British Journal of Midwifery*, 14 (4), 213-216.
- Bouaziz, A., Dridi, D., Gargoubi, S., Zouari, A., Majdoub, H., Boudokhane, C., vd., (2021). Study on the Grafting of Chitosan-Essential Oil Microcapsules onto Cellulosic Fibers to Obtain Bio Functional Material. *Coatings*, 11(6), 637.
- Budimir, A., Bischof Vukusic, S. ve Grgac F, S. (2012). Study of antimicrobial properties of cotton medical textiles treated with citric acid and dried/cured by microwaves. *Cellulose*, 19(1), 289-296.
- Erkan, G. (2008). *Bazı antifungal ajanların mikrokapsülasyonu ve tekstil materyallerine uygulaması*, [Doktora Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Ferreira S. ve Nicoletti V.R., (2021) Microencapsulation of ginger oil by complex coacervation using atomization: Effects of polymer ratio and wall material concentration, *Journal of Food Engineering*, 291, 110214.

- Ferrero, F., Periolatto, ve M., Tempestini, L. (2017). Water and oil repellent finishing of textiles by UV curing: Evaluation of the influence of scaled-up process parameters. *Coatings*, 7(5), 60.
- Fiedler, J. O., Carmona, Ó. G., Carmona, C. G., Lis, M. J., Plath, A. M. S., Samulewski, R. B., vd., (2019). Application of Aloe vera microcapsules in cotton nonwovens to obtain biofunctional textiles. *The Journal of the Textile Institute*.
- Fluhr, J. W., Breternitz, M., Kowatzki, D., Bauer, A., Bossert, J., Elsner, P., vd., (2010). Silver-loaded seaweed-based cellulosic fiber improves epidermal skin physiology in atopic dermatitis: safety assessment, mode of action and controlled, randomized single-blinded exploratory in vivo study. *Experimental Dermatology*, 19(8), 9-15.
- Fouda, M. M., El Shafei, A., Sharaf, S. ve Hebeish, A. (2009). Microwave curing for producing cotton fabrics with easy care and antibacterial properties. *Carbohydrate Polymers*, 77(3), 651-655.
- Ganesan, P. ve Vardhini, K., (2015). Herbal treated microbial resistant fabrics for healthcare textiles, *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 6(3), 227-230.
- Garg, S. ve Garg, A. (2016). Hydrogel: Classification, properties, preparation and technical Features. *Asian Journal of Biomaterial Research*, 2(6), 163-170.
- Gauger, A., Fischer, S., Mempel, M., Schaefer, T., Foelster-Holst, R., Abeck, D., vd., (2006). Efficacy and functionality of silver-coated textiles in patients with atopic eczema. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 20(5), 534-541.

- Ghayempour, S. ve Montazer, M. (2017). Herbal products on cellulosic fabric with controlled release: comparison of in situ encapsulation and UV curing of the prepared nanocapsules. *Cellulose*, 24(9), 4033-4043.
- Ghayempour, S. ve Mortazavi, S. M. (2015). Microwave curing for applying polymeric nanocapsules containing essential oils on cotton fabric to produce antimicrobial and fragrant textiles. *Cellulose*, 22(6), 4065-4075.
- Gokarneshan, N., Rachel, D. A., Rajendran, V., Lavanya, B. ve Ghoshal, A. (2015). *Emerging research trends in medical textiles*. Singapore: Springer.
- Gupta, A.K. ve Bluhm, G. (2004). Seborrheic dermatitis, *The Journal European Academy of Dermatology and Venereology*, 18, 13–26.
- Haggag K., Ragheb, A., Nassar, S.H., Hashem, M., El Sayed, M. ve Abd El-Thalouth, I., (2014). *Microwave Irradiation and its Application in Textile Industries*. Science Publishing Group.
- Hipler, U. C., Elsner, P. ve Fluhr, J. W. (2006). Antifungal and antibacterial properties of a silver-loaded cellulosic fiber. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 77(1), 156-163.
- Huong, C. D., Thuy, D. T. C. ve Trinh, N. T. T. (2022) The influence of core-shell ratio on characteristics of microcapsules containing cinnamon essential oil applied to aromatherapeutic textiles. *Fibres and Textiles* 29(2), 2-8.
- Juenger, M., Ladwig, A., Staecker, S., Arnold, A., Kramer, A., Daeschlein, G., vd., (2006). Efficacy and safety of silver textile in the treatment of atopic dermatitis (AD), *Current Medical Research and Opinion*, 22(4) 739-750.

- Julaeha E., Nurzaman, J., Eddy, M., Kurnia, D.R., Puspita D. ve Rosandi, Y., (2020). Preparation and characterization of *citrus aurantifolia* lime oils microcapsules by complex coacervation technique, *Revista de Chimie*, 71 (12), 146-155.
- Kaçar, E. ve Özoğuz, P. (2016). Seboreik dermatitte güncel yaklaşım. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 17, 72-76.
- Kanehara, S., Ohtani, T., Uede, K. ve Furukawa, F. (2007). Clinical effects of undershirts coated with borage oil on children with atopic dermatitis: A double-blind, placebo-controlled clinical trial. *The Journal of dermatology*, 34(12), 811-815.
- Kiralan, M. ve Yildirim, G. (2019). Rosehip (*Rosa canina* L.) Oil. In: Ramadan, M. (eds) Fruit Oils: Chemistry and Functionality. *Springer, Cham* 803-814.
- Krishnaveni, V. ve Aparna, B., (2014). Microencapsulation of copper enriched Aloe gel curative garment for atopic dermatit, *Indian journal of Traditional Knowledge*, 13(4), 795-803.
- Lee, K. ve Lee, S. (2015). Electrospun zinc oxide/poly(vinyl alcohol) nanofibrous membranes: *in vitro* and weartrial evaluation of antimicrobial activity, *Textile Research Journal*, 85(19) 1999–2008.
- Li, S., Lewis, J.E., Stewart N., M., Qian L. ve Boyter H., (2008) Effect of finishing methods on washing durability of microencapsulated aroma finishing, *The Journal of The Textile Institute*, 99(2), 177-183.
- Muhoza, B., Xia, S., Wang, X., Zhang, X., Li, Y. ve Zhang, S. (2022). Microencapsulation of essential oils by complex coacervation method: Preparation, thermal stability, release properties and applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(5), 1363-1382.

National Eczema. (25 Mayıs 2022).
<https://nationaleczema.org/eczema/children/seborrheic-dermatitis/>.

Nguyen, N. T., Milani, A. H., Jennings, J., Adlam, D. J., Freemont, A. J., Hoyland, J. A., vd., (2019). Highly compressive and stretchable poly (ethylene glycol) based hydrogels synthesised using pH-responsive nanogels without free-radical chemistry. *Nanoscale*, 11(16), 7921-7930.

Ocak B., (2020) Gum arabic and collagen hydrolysate extracted from hide fleshing wastes as novel wall materials for microencapsulation of Origanum onites L. essential oil through complex coacervation, *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 42727–42737.

Özdemir, F. (2010). Seboreik dermatit ve perioral dermatit. *Türkiye klinikleri, J Dermatol-Special Topics*, 3(1):47-56.

Özerdem, A., Tarakçıoğlu, I. ve Özgüney, A. (2008). Mikrodalga enerjisinin reaktif baskılı pamuklu kumaşların fiksajında kullanılabilirliği. *Journal of Textile and Apparel/Tekstil ve Konfeksiyon*, 18(4), 289 – 296.

Park, K. Y., Jang, W. S., Yang, G. W., Rho, Y. H., Kim, B. J., Mun, S. K., vd., (2012). A pilot study of silver-loaded cellulose fabric with incorporated seaweed for the treatment of atopic dermatitis. *Clinical and Experimental Dermatology: Clinical dermatology*, 37(5), 512-515.

Parsad, D. (2001). Topical Metronidazole in Seborrheic dermatitis - a double blind study, *Dermatology*, 202, 35–37.

Pektaş, K. (2016). *Kapsül esaslı maddelerin tekstil materyallerine fiksaj işlemlerinde UV kirlenimin etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.

Pektaş, K., Sarıışık, M., Erkan, G. ve Ziyilan, A. (2022). UV curing: An alternative method for fixation of β -carotene containing microparticles substances onto cotton fabrics by acrylic binder. *Journal of Applied Polymer Science*, 139(30), 52673.

Petrulyte, S. ve Petrulis, D. (2011). *Modern textiles and biomaterials for healthcare. In Handbook of medical textiles*, (1-35). Woodhead Publishing.

Qin, Y. (2001). Advanced wound dressings. *Journal of the Textile Institute*, 92(2), 127-138.

Rădulescu, M., Andronescu, E., Cirja, A., Holban, A. M., Mogoantă, L., Bălșeanu, T. A., vd., (2016). Antimicrobial coatings based on zinc oxide and orange oil for improved bioactive wound dressings and other applications. *Rom. J. Morphol. Embryol*, 57(1), 107-114.

Ricci, G., Patrizi, A., Bendandi, B., Menna, G., Varotti, E. ve Masi, M. (2004). Clinical effectiveness of a silk fabric in the treatment of atopic dermatitis. *British Journal of Dermatology*, 150(1), 127-131.

Rungwasantisuk A. ve Raibhu S., (2020). Application of encapsulating lavender essential oil in gelatin/gum-arabic complex coacervate and varnish screen-printing in making fragrant gift-wrapping paper, *Progress in Organic Coatings*, 149,105924.

Sigma Aldrich. (26 Ağustos 2022). <http://www.sigmaaldrich.com>

Thangamani K., Sundaresan S. ve Varadharajan R., (2017). Development of curative textiles for piles, fistula and anal fissure using microencapsulated herbs in non-woven textile material, *International Research Journal of Pharmacy*, 8 (7), 89-92.

- Timilsena Y.P., Akanbi T., Khalid N., Adhikari B. ve Barrow C., (2019) Complex coacervation: Principles, mechanisms and applications in microencapsulation, *International Journal of Biological Macromolecules*, 121, 1276–1286.
- Topbaş, Ö. (2011). *Mikrokapsülasyon tekniği ile iyileştirici bandaj üretimi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Türkoğlu, G. (2013). *Tekstil materyallerine fonksiyonel özellik kazandıran çeşitli kapsüllerin elde edilmesi ve karakterizasyonu*. [Yüksek Lisans Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Türkoğlu, G. (2020). *Yanık tedavisinde kullanılmak üzere hibrit biyoaktif tekstil ürünlerinin geliştirilmesi*. [Doktora Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Türkoğlu, G. C., Sarıışık, A. M., Erkan, G., Yıkılmaz, M. S. ve Kontart, O. (2020). Micro-and nano-encapsulation of limonene and permethrin for mosquito repellent finishing of cotton textiles. *Iranian Polymer Journal*, 29(4), 321-329.
- Valerón-Almazán, P., Gómez-Duaso, A. J., Santana-Molina, N., García-Bello, M. A. ve Carretero, G. (2015). Evolution of post-surgical scars treated with pure rosehip seed oil. *Journal of Cosmetics, Dermatological Sciences and Applications*, 5(02), 161.
- Varma, S. R., Sivaprakasam, T. O., Arumugam, I., Dilip, N., Raghuraman, M., Pavan, K. B., vd., (2019). In vitro anti-inflammatory and skin protective properties of Virgin coconut oil. *Journal of traditional and complementary medicine*, 9(1), 5-14.
- Vasylieva, N., Barnych, B., Meiller, A., Maucler, C., Pollegioni, L., Lin, J. S., vd., (2011). Covalent enzyme immobilization by poly (ethylene glycol) diglycidyl ether (PEGDE) for microelectrode biosensor preparation. *Biosensors and Bioelectronics*, 26(10), 3993-4000.

- Wang, W., Wat, E., Hui, P. C., Chan, B., Ng, F. S., Kan, C. W., vd., (2016). Dual-functional transdermal drug delivery system with controllable drug loading based on thermosensitive poloxamer hydrogel for atopic dermatitis treatment. *Scientific reports*, 6(1), 1-10.
- Wiegand, C., Hipler, U. C., Boldt, S., Strehle, J., Wollina, U. (2013). Skin-protective effects of a zinc oxide-functionalized textile and its relevance for atopic dermatitis. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, 6, 115.
- Yıldırım, Z., Öncül, N., ve Yıldırım, M. (2015). Kitosan ve antimikrobiyal özellikleri. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(1), 19-36.
- Yokoyama, Y., Kimata, H., Mitarai, S., Hirano, S. ve Shirakawa, T. (2009). Ethylene vinyl alcohol (EVOH) fiber compared to cotton underwear in the treatment of childhood atopic dermatitis: a double-blind randomized study. *Indian pediatrics*, 46(7).
- Yunus W.M.M., Fen Y.W. ve Yee L.M., (2009). Refractive Index and Fourier Transform Infrared Spectra of Virgin Coconut Oil and Virgin Olive Oil, *American Journal of Applied Sciences* 6 (2): 328-331.
- Yurdakul, A. ve Atav, R. (2006). *Boya Baskı Esasları*. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bornova-İzmir.
- Zhao, X , Min J. ve He, J., (2011). Effect of microwave curing on antimicrobial activity of chitosan biguanidine hydrochloride treated wool fabrics, *Journal of the Textile Institute*, 102(9), 801-807.