

**T.C.  
UŞAK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**SİNEK VE HAŞERE KOVUCU *CITRUS AURANTIUM* YAĞI ELDESİ,  
MİKROKAPSÜLASYONU VE KUMAŞLARA APLİKASYONU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ŞEYDA KESİCİ**

**OCAK 2020  
UŞAK**

**T.C.  
UŞAK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜŐÜ**

**TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**SİNEK VE HAŞERE KOVUCU *CITRUS AURANTIUM* YAĞI ELDESİ,  
MİKROKAPSÜLASYONU VE KUMAŞLARA APLİKASYONU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ŞEYDA KESİCİ**

**UŞAK, 2020**

**Şeyda KESİCİ** tarafından hazırlanan **Sinek ve Haşere Kovucu *Citrus Aurantium* Yağı Eldesi, Mikrokapsülasyonu ve Kumaşlara Aplikasyonu** adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Ayşe Ebru TAYYAR

Tez Danışmanı, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı. ....

Dr. Öğr. Üye. Gamze TETİK

Tez Eş Danışmanı, Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Mühendisliği Anabilim Dalı. ....

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Tekstil Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mevlüt TERCAN

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Uşak Üniversitesi .....  
Üniversitesi

Doç. Dr. Sennur ALAY AKSOY

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Süleyman Demirel Üniversitesi .....  
Demirel Üniversitesi

Doç. Dr. Ayşe Ebru TAYYAR

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Uşak Üniversitesi .....  
Üniversitesi

Tarih:...../...../.....

Bu tez ile U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Doç. Dr. Murat Kemal KARACAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü .....

## TEZ BİLDİRİMİ

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

Şeyda KESİCİ



**SİNEK VE HAŞERE KOVUCU *CITRUS AURANTIUM* YAĞI ELDESİ,  
MİKROKAPSÜLASYONU VE KUMAŞLARA APLİKASYONU  
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Şeyda KESİCİ**

**UŞAK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
Ocak 2020**

**ÖZET**

Bu çalışmada öncelikle sinek kovucu etkiye sahip bileşenleri içeren turunç (*Citrus aurantium*) uçucu yağının ekstrakte edilmesi ve sivrisineklere karşı kovucu etkisinin test edilmesi amaçlanmıştır. Kompleks koaservasyon yöntemi aracılığıyla jelatin ve arap zamkı polimerleri kullanımı ile *Citrus aurantium* yağının mikrokapsüllenecek pamuk, poliester ve akrilik kumaşlara aktarımları ve karakterizasyonları da tezin amaçları arasındadır. Bu amaçlarla, *Citrus aurantium* uçucu yağı Clevenger düzeneğinde hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilmiştir. Sivrisinekler için kaçış ünitesi imal edilerek, elde edilen *Citrus aurantium* yağının sivrisinek kovuculuk etkisi test edilmiştir. *Citrus aurantium* yağı kapsüllenecek oluşturulan mikrokapsüllerin gaz kromatografisi- kütle spektrometresi (GC-MS) analizleri ile uçucu yağ bileşen ve oranları belirlenmiştir. *Citrus aurantium* yağı içeren mikrokapsüllerin Fourier Transform İnfrared Spektrofotometresi (FTIR) analizleri gerçekleştirilmiştir. Mikrokapsüllerin optik mikroskop görüntüleri alınıp ortalama çap ve çap dağılımları ölçülüp mikrokapsüllerin kumaşa aktarımı çektirme yöntemi ile tamamlandıktan sonra taramalı elektron mikroskobu- enerji dağıtıcı X-ışını (SEM-EDX) analizleri ile Fourier Transform İnfrared Spektrofotometresi (FTIR) analizleri gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmasının sonuçları *Citrus aurantium* uçucu yağının Clevenger düzeneğinde hidrodistilasyon yöntemi ile verimli şekilde ekstrakte edilebileceğini göstermektedir. GC-MS bulgularına göre, *Citrus aurantium* uçucu yağının içerisinde en yüksek oranda limonen bileşeninin bulunduğu gözlemlenmiştir. Kaçış ünitesi testleri, *Citrus aurantium* yağının

sivrisinek kovuculukta etkili olduğunu kanıtlamıştır. *Citrus aurantium* yağı kullanılarak üretilen mikrokapsüllerin ortalama çapları  $68,3\pm 34,2$   $\mu\text{m}$  olarak ölçülmüştür. Mikrokapsüllerin kumaş yüzeyine bağlanma durumlarının incelendiği SEM+EDX ve FTIR analizlerinde mikrokapsüllerin kumaşlara başarılı bir şekilde tutunduğu kanıtlanmıştır.

**Bilim Kodu:** 621.01.02

**Anahtar Kelimeler:** turunç yağı, *Citrus aurantium*, sinek ve haşere kovuculuk, mikrokapsül, tekstil yüzeyleri

**Sayfa Adedi:** 62

**Tez Yöneticisi:** Doç. Dr. A. Ebru TAYYAR



**OBTAINING AND MICROCAPSULATION OF FLY AND INSECT REPELLENT  
*CITRUS AURANTIUM* OIL, AND APPLICATION ONTO FABRICS**

**(M.Sc. Thesis)**

**Şeyda KESİCİ**

**UNIVERSITY OF UŞAK**

**GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

**January 2020**

**ABSTRACT**

The aim of this study was to extract *Citrus aurantium* essential oil containing fly repellent components and to test the repellency effect against mosquitoes. Moreover, microcapsulation of *Citrus aurantium* essential oil using gelatin and gum polymers via complex coacervation method, characterization and transfer of these microcapsules on cotton, polyester and acrylic fabrics were the aims of the study. For this purpose, *Citrus aurantium* essential oil was obtained by hydrodistillation method in Clevenger apparatus, volatile oil containing microcapsules components and ratios were determined by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analyzes. Fourier Transform Infrared Spectrophotometry (FTIR) analyzes of microcapsules containing *Citrus aurantium* essential oil were performed. The mosquito repellency effect of the obtained *Citrus aurantium* oil was tested by manufacturing an escape unit for mosquitoes. Images of *Citrus aurantium* oil encapsulated microcapsules were obtained by an optical microscope and the average diameter and diameter distributions were measured. The transfers of microcapsules onto the fabrics were carried out by extraction method. Scanning electron microscope images and energy dispersive X-ray analyzes (SEM-EDX) and Fourier Transform Infrared Spectrophotometry (FTIR) analyzes were performed.

The results of the thesis show that *Citrus aurantium* essential oil can be extracted efficiently by hydrodistillation in Clevenger mechanism. According to the GC-MS results, the main component of *Citrus aurantium* essential oil was limonene. Escape unit tests proved that *Citrus aurantium* oil is effective in mosquito repellency. The average diameter of

microcapsules produced using *Citrus aurantium* oil was measured as  $68,3\pm 34,2$   $\mu\text{m}$ . It was exhibited via the SEM+ EDX and FTIR analyzes that the microcapsules were attached to the whole fabrics successfully.

**Science Code:** 621.01.02

**Keywords:** citrus oil, *Citrus aurantium*, fly and insect repellent, microcapsules, textiles surfaces

**Number of Page:** 62

**Supervisor:** Assoc. Prof. Dr. A. Ebru TAYYAR





## TEŞEKKÜR

Lisansüstü çalışmamda her aşamasında bana destek olan, bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren, mühendislik etiğine sahip, sürekli gelişim ve öğrenmeye açık bir mühendis olmamda büyük pay sahibi olan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ayşe Ebru TAYYAR'a ve eş danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üye. Gamze TETİK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez, Uşak Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (UBAP) tarafından 2018/TP021 numaraları proje olarak desteklendiği için teşekkürlerimi sunarım.

Sivrisinek larvalarının temini konusunda yol gösteren Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı öğretim elemanı Sayın Arş. Gör. Kalender ARIKAN'a ve sivrisineklerin toplanmasında yardımcı olan veteriner Okan AYDIN'a teşekkürlerimi sunarım.

Ekstrasyon çalışmasında ve bunun sonucunda elde edilen yağın GC-MS analizleri ve yorumlanması kısmında desteğini esirgemeyen Sayın Dr. Öğr. Üye. Buket AYDENİZ GÜNEŞER'e ve Sayın Doç. Dr. Onur GÜNEŞER'e, FTIR analizlerinin yapılmasında yardımcı olan Sayın Dr. Öğr. Üyesi Eyüp YILDIRIR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Turunç meyvelerinin teminin sağlanmasında yardımcı olan kuzenlerim Selman KESİCİ'ye ve Gülin Gökçen KESİCİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca desteğini esirgemeyen, ihtiyacım olan her anda yanımda olan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
TEŞEKKÜR .....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ .....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	xii
1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI (ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR).....	3
2.1 Mikrokapsüller.....	3
2.2 Mikrokapsüllerin Üretim Yöntemleri .....	4
2.2.1 Fiziksel Yöntemler .....	4
2.2.1.1 Sprey Kurutma.....	4
2.2.1.2 Santrifuj Yöntemi .....	5
2.2.1.3 Sıcak Eriyik Mikrokapsülasyonu.....	5
2.2.1.4 Rotasyonel süspansiyon ayırma.....	6
2.2.1.5 Akışkan Yatak Yöntemi .....	6
2.2.2 Kimyasal Yöntemler .....	7
2.2.2.1 Ara Yüzey Polimerizasyonu .....	7
2.2.2.2 In-Situ Polimerizasyonu .....	7
2.2.2.3 Koaservasyon .....	7
2.3 Mikrokapsüllerin Kullanım Alanları.....	9
2.3.1 Koku ve Kozmetik Amaçlı Mikrokapsüller .....	9
2.3.2 Tıbbi Mikrokapsüller (Antibakteriyel, antimikrobiyal, antifungal, antiviral, iyileştirme vb. amaçlı).....	11
2.3.3 Faz Değiştiren Maddeler (FDM) İçeren Mikrokapsüller .....	13
2.3.4 Sinek ve Haşere Kovucu Maddeler İçeren Mikrokapsüller .....	15
2.4 Sivrisinek ve Haşere Kovucu Ürünler (Spreyler, ticari ürünler, mikrokapsüller) .....	16
2.4.1 Sentetik Kovucular.....	16
2.4.1.1 N,N -dietil-meta-toluamid (DEET) .....	16
2.4.1.2 Permetrin .....	16

2.4.2 Doğal Kovucular .....	17
2.4.2.1 Sitronella.....	17
2.4.2.2 Limon Okaliptüsü.....	18
2.4.2.3 Pire Otu.....	18
2.4.2.4 Neem.....	18
2.4.2.5 Diğer Doğal Kovucular .....	19
2.5 Tezin Amacı.....	20
3. MALZEME VE YÖNTEM .....	21
3.1 Malzeme.....	21
3.1.1 Mikrokapsüllemede Kullanılan Malzemeler .....	21
3.1.2 Mikrokapsüllerin Tekstil Yüzeylerine Aktarımlarında Kullanılan Malzemeler ..	21
3.1.3 Diğer Malzemeler.....	21
3.2 Yöntem.....	22
3.2.1 Uçucu Yağ Ekstrasyonu .....	22
3.2.2 Sivrisinek Larvası Toplama .....	23
3.2.3 Kaçış Ünitesi Testi ile Sivrisinek Kovuculuk Etkisinin Belirlenmesi .....	24
3.2.4 Mikrokapsül Hazırlama.....	25
3.2.5 Mikrokapsül Karakterizasyonu .....	27
3.2.6 Kumaşa Aktarma ve Karakterizasyon.....	30
4. BULGULAR .....	31
4.1 Uçucu Yağ Ekstrasyonu.....	31
4.2 Kaçış Ünitesi Testleri Bulgular.....	31
4.3 Mikrokapsülleme Bulguları .....	33
4.4 Kumaş Karakterizasyonu Sonuçları.....	38
5.SONUÇ VE ÖNERİLER .....	46
KAYNAKLAR.....	47

EKLER .....	55
EK-1 Sivrisinek toplama izni .....	56
EK-1 Sivrisinek toplama izni (Devam) .....	57
EK-2 Örneklere ait SEM-EDX spektra .....	59
EK-2 a. Kapsüllere ait SEM-EDX Spektrum .....	59
EK-2 b. Saf pamuk kumaşa ait SEM-EDX spektrum .....	59
EK-2 c. Kapsüllü pamuk kumaşa ait SEM-EDX spektrum.....	60
EK-2 d. Saf poliester kumaşa ait SEM-EDX spektrum.....	60
EK-2 e. Kapsüllü poliester kumaşa ait SEM-EDX spektrum.....	61
EK-2 f. Saf akrilik kumaşa ait SEM-EDX spektrum.....	61
EK-2 g. Kapsüllü akrilik kumaşa ait SEM-EDX spektrum.....	62
ÖZGEÇMİŞ.....	63

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1 Hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilmiş turunç kabuklarının uçucu yağ bileşenleri (%).....	34
Çizelge 4.1 Hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilmiş turunç kabuklarının uçucu yağ bileşenleri (%) (Devam) .....	35
Çizelge 4.1 Hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilmiş turunç kabuklarının uçucu yağ bileşenleri (%) (Devam) .....	36
Çizelge 4.2 SEM-EDX Analiz Sonuçları .....	42



## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1 Şematik bir mikrokapsül görüntüsü .....	3
Şekil 2.2 Kapsül yapısı .....	4
Şekil 2.3 Santifüj yöntemiyle mikrokapsülleme işlemi.....	5
Şekil 2.4 Rotasyon süspansiyon ayırma tekniğiyle mikrokapsülleme işlemi.....	6
Şekil 2.5 Koaservasyon Yöntemine Göre Mikrokapsülasyon.....	8
Şekil 2.6 Kompleks koaservasyon yöntemi ile mikrokapsülasyon .....	9
Şekil 3.1 Kompleks koaservasyon yöntemi akış şeması .....	26
Şekil 4.1 D-Limonen'den sonra en fazla % orana sahip uçucu bileşenler .....	36
Şekil 4.2 Mikrokapsüllerin FTIR Spektrumu .....	37
Şekil 4.3 Pamuk saf-kapsüllü kumaş FTIR grafiği .....	43
Şekil 4.4 Poliester saf-kapsüllü kumaş FTIR grafiği.....	44
Şekil 4.5 Akrilik saf-kapsüllü kumaş FTIR grafiği .....	45

## RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1 Hidrodistilasyonun yapıldığı clevenger düzeneği .....	22
Resim 3.2 Larvanın toplandığı ortam .....	23
Resim 3.3 Sivrisinek larva dönemi .....	23
Resim 3.4 Sivrisinek pupa dönemi .....	24
Resim 3.5 Sivrisinek ergin dönemi .....	24
Resim 3.6 Sivrisineklerin bulunduğu ve <i>C. aurantium</i> yağının yerleştirildiği 1. bölme.....	25
Resim 3.7 Mikrokapsül hazırlama esansında çekilen bir fotoğraf .....	27
Resim 3.8 GC-MS cihazı.....	28
Resim 3.9 Vial tüplerin sıcak su banyosunda sabit sıcaklıkta ısıtılması .....	28
Resim 3.10 Sıcak su banyosundaki vial tüpe enjekte edilen fiber.....	29
Resim 3.11 Altın kaplama .....	30
Resim 4.1 Sivrisinek kaçış ünitesi düzeneği .....	31
Resim 4.2 Sivrisinek ve uçucu yağın koyulduğu 1. bölme .....	32
Resim 4.3 Sivrisineklerin kovucu yağa karşı kaçışlarının gözlemlendiği 2. bölme.....	32
Resim 4.4 Mikrokapsüllerin optik mikroskop görüntüsü (40X) .....	37
Resim 4.5 (a) Kapsülsüz (b)Kapsüllü pamuklu kumaş optik mikroskop görüntüsü (40X) 38	
Resim 4.6 (a)Kapsülsüz, (b)Kapsüllü poliester kumaş optik mikroskop görüntüsü (40X). 38	
Resim 4.7 (a) Kapsülsüz, (b)Kapsüllü akrilik kumaş optik mikroskop görüntüsü (40X)... 39	
Resim 4.8 Pamuk saf kumaş SEM görüntüsü .....	39
Resim 4.9 Kapsüllü pamuklu kumaş SEM görüntüsü.....	39
Resim 4.10 Poliester saf kumaş SEM görüntüsü.....	40
Resim 4.11 Kapsüllü poliester kumaş SEM görüntüsü .....	40
Resim 4.12 Akrilik saf kumaş SEM görüntüsü .....	40
Resim 4.13 Kapsüllü akrilik kumaş SEM görüntüsü .....	41

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

$\mu\text{m}$   
v/v

### Açıklama

Mikrometre  
Hacim/hacim

### Kısaltmalar

WHO

GC-MS

SEM-EDX

FTIR

XRD

FDM

DEET

### Açıklama

Dünya Sağlık Örgütü

Gaz Kromatografisi- Kütle Spektrometresi

Taramalı Elektron Mikroskobu- Enerji Dağıtıcı  
X-Işını

Fourier Transform İnfrared Spektrofotometresi

X Işını Difraktometresi

Faz değiştiren madde

N,N -dietyl-meta-toluamid



# 1. GİRİŞ

Dünyadaki ölümcül canlılar düşünüldüğünde pek çok insanın aklına ilk önce köpek balığı, timsah gibi hayvanlar gelmektedir. Oysaki dünyadaki en ölümcül canlılar böceklerdir (Autino, 2012). Çünkü bu canlılar ölümcül hastalıkların insanlara bulaşmasına neden olmaktadır. Tarih boyunca veba, sıtma, kolera, humma, tularemi, tifüs, Kırım Kongo kanamalı ateşi gibi birçok ölümcül hastalığa böcekler ve haşereler sebep olmuştur. Sıtma, dang humması, sarı humma ve fil hastalığı (filariasis) gibi birçok tropikal hastalık; *Aedes Meigen*, *Anopheles Meigen*, *Culex L.* ve *Haemagogus L.* (Diptera: Culicidae) ailelerine ait kan emici enfekte dişi sivrisineklerin ısırması sonucu insanlara bulaşmaktadır (Autino, 2012). Sıtma hastalığı insanlarda tek hücreli bir parazit olan *Plasmodium* parazitinin *Plasmodium falciparum*, *P. vivax*, *P. malariae* ve *P. ovaletürlerinin* yaklaşık 20 çeşidi bulunan anofel cinsi sivrisinekler tarafından bulaştırılmasıyla oluşur (Collins, 2007). Sıtma hastalığı riskli olan 106 ülkede en büyük halk sağlığı sorunudur. Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün tahminine göre her yıl dünyada 200 milyon kişi sıtma hastalığına yakalanmaktadır ve yaklaşık 655 bin kişi sıtmadan hayatını kaybetmektedir (Autino, 2012). *Plasmodium* gelişimsel siklusunu sivrisinek ve primat konaklarda tamamlar. *Plasmodium*, anofel cinsi sivrisineklerin tükrük bezlerinde bulunur ve sivrisineğin ısırması ile insanların kanından karaciğerlerine yerleşir. On beş gün gibi kısa bir sürede maturasyonunu tamamlayıp insanlarda eritrositler (kan pulcuğu) içine yerleşirler ve kan dolaşımına karışması ile ateş döngüleri başlar. Üşüme ve titremelerin olduğu kişiyi çok yorgun düşüren ateş nöbetleri *Plasmodium* türlerine göre 48-72 saat arasında değişmektedir (Collins, 2007). Kenelerden bulaşan Kırım Kongo kanamalı ateşi *Bunyaviridae* ailesine ait bir virüsün neden olduğu ölümcül bir hastalıktır. Bu hastalık ateş, halsizlik, iştahsızlık, kas ağrıları, baş ağrısı, bulantı, kusma ve kanamalarla seyreden bir hastalıktır. *Hyalommamarginatum* türündeki kenelerle bulaşmaktadır. Bu hastalıktan korunmak için aşı veya spesifik bir ilaç bulunmamaktadır ve bilinen bir tedavisi yoktur (Hawman, 2018). Yukarıda bahsedilen hastalıklar gibi birçok hastalık için en etkin koruma böceklerle temasın önlenmesidir. Yani böceklerden korunma böceklerin neden olduğu hastalıklarla mücadelede en etkili yöntemdir. Ayrıca böcek ve haşereler insanlarda korku ve rahatsızlığa neden olmaktadır. Örneğin

milyonlarca insan kene stresi nedeniyle pikniğe gitmekten, park ve bahçelerde dolaşmaktan çekinmektedir. Böceklerden korunmak için yapay ve doğal pek çok madde bulunmaktadır. Genel olarak bu yapay maddeler pestisitler (böcek ilaçları), naftalin, borik asit ve fulmigantlardır. Fulmigant ve diğer pestisitler baş ağrısı, bulantı, solunum problemleri gibi sağlık sorunlarına neden olabilirler. Bu yapay maddeler vücutta emilerek deri altına geçip kaldığından kullanım aşamasında olmasa bile yıllar sonra sağlık sorunlarına neden olabilmektedirler (Mossa, 2018). Özellikle son yıllarda bu sağlık sorunlarındaki artış insanları doğal maddeler kullanmaya itmiştir. Doğal pek çok madde de böcek kovucu etkiye sahiptir.

Örneğin; limon ve karanfilin sahip olduğu aromatik bileşenler böcekler için etkin bir kovucu olup, evlerde oda köşelerine ya da cam kenarlarına karanfil batırılmış limon parçalarının konulması gibi uygulamalarla böceklerden kaçınılmaya çalışılmaktadır. Bunun dışında lavanta, karanfil, fesleğen, altın otu gibi birçok doğal kovucu bulunmaktadır (Mossa, 2018). Sinek, böcek ve haşerelerin rahatsız ediciliklerinin yanı sıra, yukarıda bahsedildiği gibi ölümcül olabilen sonuçlar doğurması, araştırmacıları bu canlılardan uzak kalabilmek için çeşitli çalışmalar yapmaya yönlendirmiştir. Bu tarz kovucuların tekstil yüzeylerine aktarılacak kullanımı oldukça elverişlidir. Örneğin; açık alanlara gidildiğinde korunmak için giyilebilecek böcek kovucu giysiler, evde ortaya çıkan böceklerden korunmak için böcek kovucu çarşaf, perde gibi birçok tekstil ürününde böcek kovuculuk etkisi yaratılabilmektedir. Bu tarz tekstil ürünlerinde yapay maddelerden faydalanıldığı gibi, doğal kovucu maddelerden de faydalanılması söz konusudur.

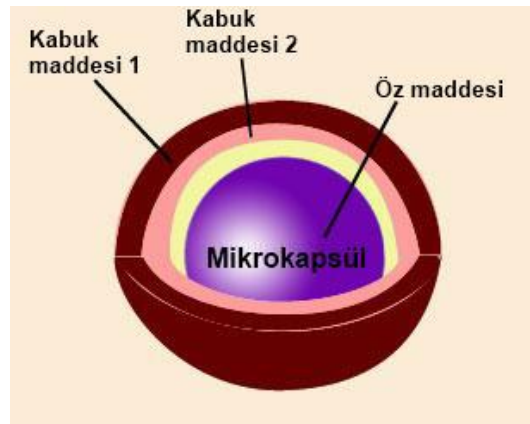
Bu çalışmada sinek ve haşere kovucu doğal ajanlar içeren mikrokapsüllü tekstil yüzeylerinin üretimi ve karakterizasyonu amaçlanmıştır. Sinek ve haşere kovucu olarak, literatürde daha önce yapılan doğal kovuculardan farklı olarak *Citrus aurantium* yağı seçilmiştir. Yine literatürde belirtilen boyutlara göre sinek kaçış ünitesi tasarlanıp, *Citrus aurantium* yağının sinek kovuculuğu test edilmiştir.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI (ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR)

Sinek, böcek ve haşerelerin insan vücudu ile temasının önlenmesi için doğal kovucuların insan yaşamında sürekli kullandığı giysiler ve ev tekstillerine aktarılması oldukça elverişli bir yoldur. Sinek, böcek ve haşere kovucu doğal maddelerin büyük kısmı uçucu yağ formunda kullanılabilir. Ancak bu tip yağların uçucu olması etkisinin kısa sürede yok olmasına sebep olduğundan uzun süreli fayda sağlanabilmesi için ihtiyaç olduğunda veya düzenli aralıklarla salım yapılması gereklidir. Geleneksel tekstil terbiye yöntemleri ile kontrollü salım sağlamak mümkün olmadığından tekstil araştırmacıları, koku salımını kontrol edebilecekleri ve eczacılık ve gıda sektöründe çok uzun yıllardır kullanılan mikrokapsül teknolojisini uygulamalarda kullanmaya başlamışlardır.

### 2.1 Mikrokapsüller

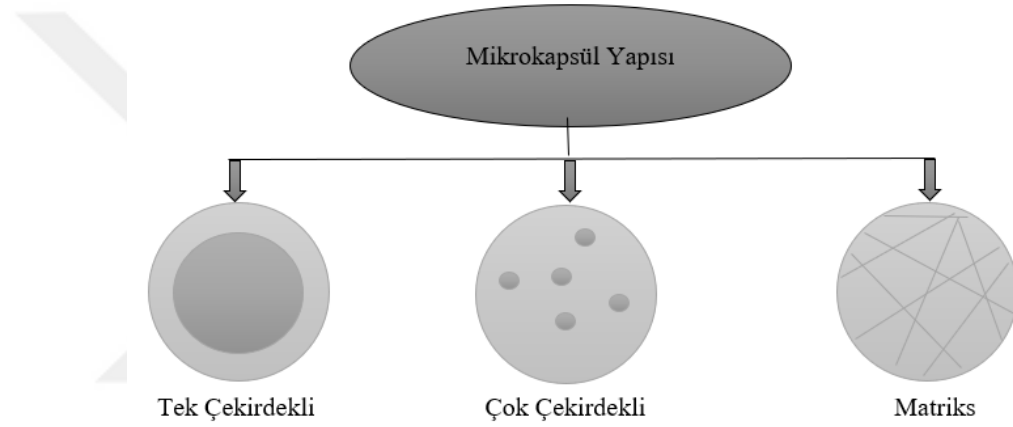
Mikrokapsülasyon katı, sıvı veya gazların bir film tabaka oluşturacak şekilde kaplanmasıdır. Kapsülenen madde öz madde, çekirdek olarak adlandırılırken, kaplama maddesi, duvar, membran isimlerini alabilmektedir (Şekil 2.1). Öz madde aktif ajan içerir ve kaplama maddesi öz maddeyi korumaktadır. Kabuk maddesi, öz maddeyi saran çeşitli kalınlıkta olan bir veya daha fazla duvardan oluşabilmektedir (Karagönlü, 2011; Cosco, 2006; Leclercq, 2009). Şekil 2.1’de örnek bir mikrokapsül yapısı şematize edilmiştir.



Şekil 2.1 Şematik bir mikrokapsül görüntüsü (Jyothi et. al., 2010)

Mikrokapsüller yapısı bakımından 3 farklı şekilde olabilmektedirler (Şekil 2.2). (Cosco, 2006). Bunlar;

1. *Tek çekirdekli*: Mikrokapsüllerin en çok kullanılan şeklidir. Tek çekirdekli mikrokapsüller genelde küresel şekildedir.
2. *Çok çekirdekli*: Birden fazla mikrokapsülün bir araya gelip çoklu çekirdek maddesine sahip olduğu mikrokapsül yapısıdır.
3. *Matriks*: Çekirdek maddesinin kabuk maddesi içerisinde kıvrımlar oluşturacak şekilde dağılmasıyla oluşan mikrokapsül yapısıdır.



Şekil 2.2 Kapsül yapısı

## 2.2 Mikrokapsüllerin Üretim Yöntemleri

### 2.2.1 Fiziksel Yöntemler

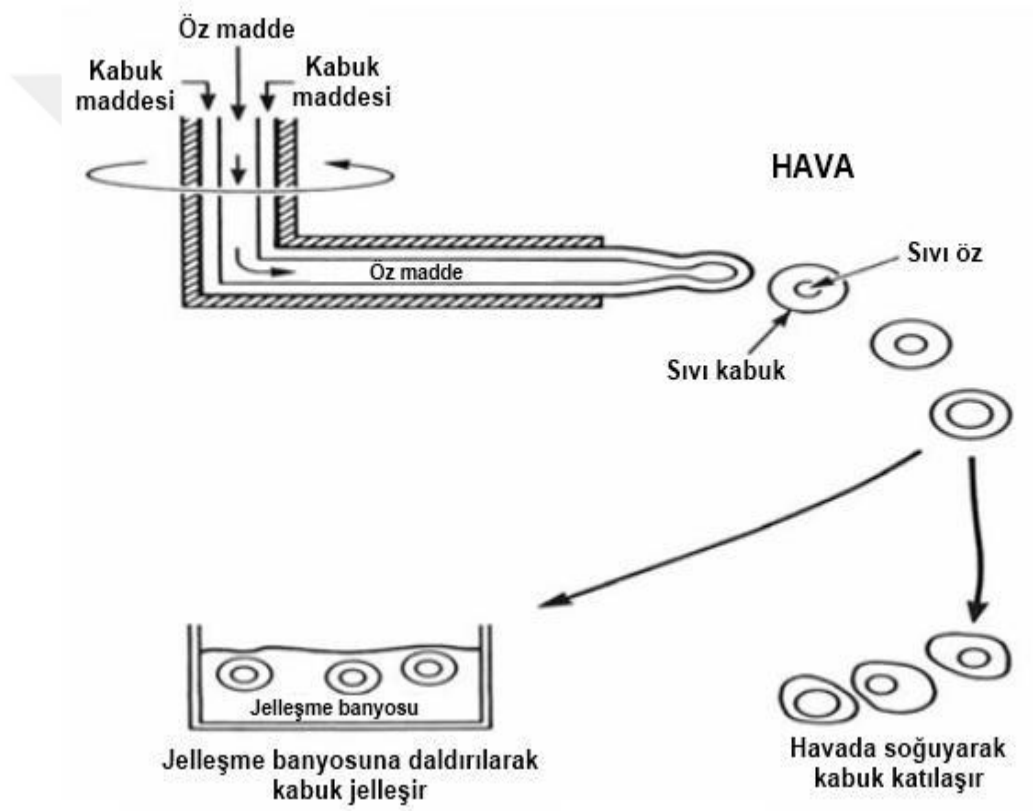
#### 2.2.1.1 Sprey Kurutma

Sprey kurutma ilk olarak 1930'lu yıllarda ortaya çıkmış ve zamanla geliştirilmiş bir yöntemdir. Sprey kurutma mikrokapsül üretiminde kullanılan en eski yöntemlerdendir (Benita, 1996).

Öz madde bir polimer çözeltisi içerisinde çözüldüğü ve kuru parçacıklar içinde yakalandığı zaman sprej kurutma yöntemi gerçekleşmektedir. Sprej kurutma yöntemi çok yönlü ve uygulanması kolay bir yöntem olmasına rağmen yüksek hammadde miktarı, yüksek maliyet, yüksek sıcaklık gibi dezavantajları vardır (Önder, 2004).

### 2.2.1.2 Santrifuj Yöntemi

Santrifuj yönteminde birbirine karışmayan iki sıvı bir yağ banyosu içinde dönen kaptaki delikler içinden çekilmektedir. Bu delikler içinden çıkan sıvı hızlı bir şekilde soğuyarak katılaşır ve öz maddenin etrafını sarar. Öz madde olarak en uygun maddeler sulu çözeltilerdir. Kabuk maddesinin düşük viskoziteli olmasından dolayı soğuma esnasında hızlı bir şekilde kristalizasyonu sağlamaktadır (Topbaş, 2011). Şekil 2.3'te santifüj yöntemiyle mikrokapsülleme işlemi gösterilmiştir.



Şekil 2.3 Santifüj yöntemiyle mikrokapsülleme işlemi (Karagönlü, 2011, Benita'dan 1996).

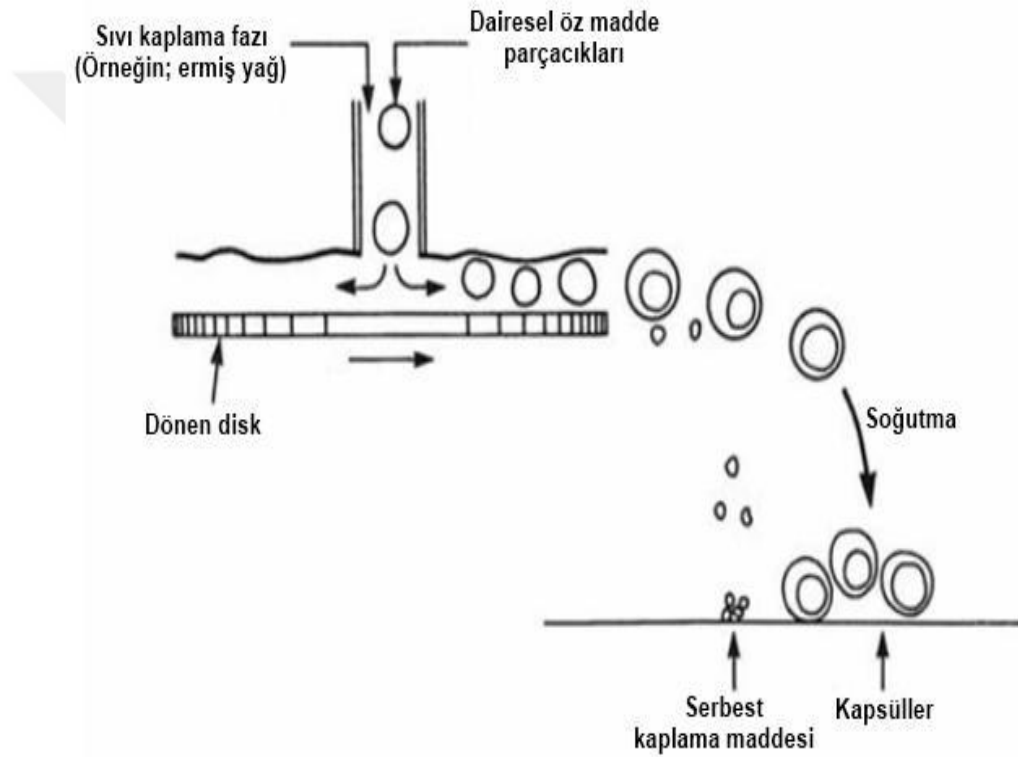
### 2.2.1.3 Sıcak Eriyik Mikrokapsülasyonu

Bu yöntemde mikrokapsüller, öz maddenin eriyik halde bulunan polimer ile karıştırılmasıyla gerçekleştirilir. Eriyik halde bulunan polimer camlaşma sıcaklığında soğutulur. Duvar madde uygun bir çözelti içerisinde çözünerek istenilen viskozitede ekstrüdere gönderilir.

Ekstrüderin çıkış noktasında sıcak hava ile birlikte uzaklaştırma yapılarak katılaştır ve kagülasyon banyosunda jelleşme sağlanır (Topbaş, 2011).

#### 2.2.1.4 Rotasyonel süspansiyon ayırma

Rotasyon süspansiyon ayırma yönteminde, sıvı bir kabuk çözeltisi içerisinde dağıtılan çekirdek madde dönen bir diske beslenmektedir. Kabuk maddesiyle kaplanan öz madde dönen diskin kenarından savrulmakta ve kabuk maddesi katılaştığı zaman mikrokapsüller oluşmaktadır (Karagönlü, 2011; Benita, 1996). Şekil 2.4'te rotasyon süspansiyon ayırma tekniğiyle mikrokapsülleme gösterilmiştir



Şekil 2.4 Rotasyon süspansiyon ayırma tekniğiyle mikrokapsülleme işlemi (Karagönlü, 2011, Benita'dan 1996).

#### 2.2.1.5 Akışkan Yatak Yöntemi

Akışkan yatak kaplama yönteminde, sıvı içerisinde soğurulan gözenekli parçalar veya katı maddeler kapsülenebilmektedir. Bu yöntemde çekirdek madde akışkan bir yatak kullanılarak askıda bırakılır ve kaplama maddesi üzerine püskürtülür. Bu süreç istenilen kaplama kalınlığı elde edilene kadar devam etmektedir (Erkan, 2008; Karagönlü, 2011).

## **2.2.2 Kimyasal Yöntemler**

### 2.2.2.1 Ara Yüzey Polimerizasyonu

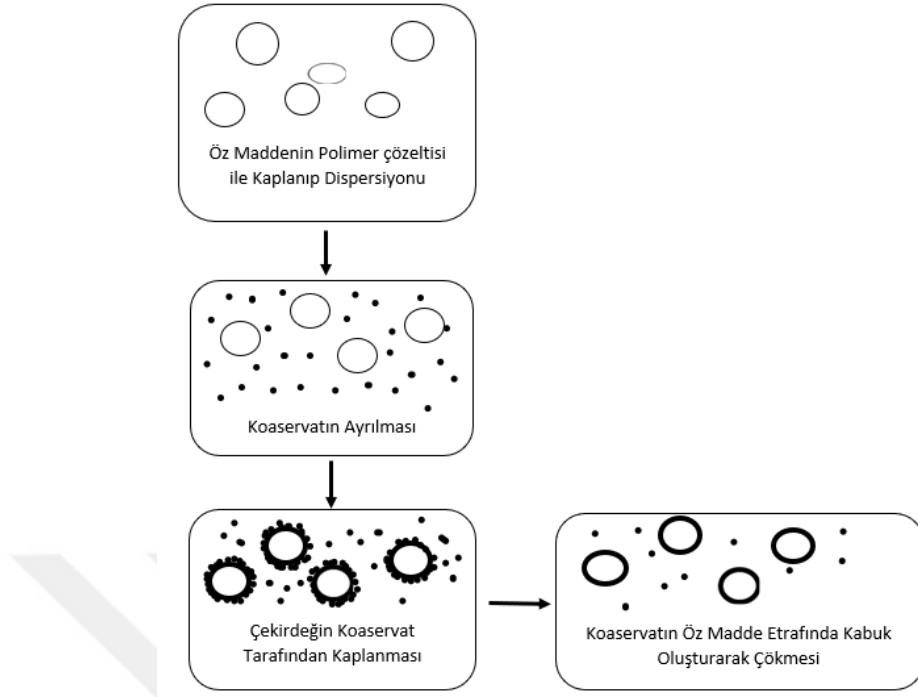
Ara yüzey polimerizasyonu yöntemiyle sulu çözeltiler, su ile karışmayan sıvı veya katı haldeki çekirdek maddeler kapsüllenebilmektedir (Erkan, 2008). Ara yüzey polimerizasyonu birbirine karışmayan iki fazın ara yüzeyinde farklı monomerlerin tepkimeye girerek bir film oluşturulmasıdır. Ara yüzde tepkimeye giren iki monomer çekirdek maddeyi içine alarak mikrokapsülü oluşturmaktadır (Topbaş, 2011).

### 2.2.2.2 In-Situ Polimerizasyonu

In-Situ polimerizasyonu ara yüzey polimerizasyonuna benzer bir yöntemdir. Ara yüzey polimerizasyonunda her fazda monomerler bulunur ve çekirdek materyalinin olduğu fazda reaktif ajan bulunur. In-Situ polimerizasyonunda ise çekirdek materyalinin olduğu fazda reaktif ajan bulunmamaktadır. In-Situ polimerizasyonunda en çok melamin-formaldehit, üre-formaldehit ve üre-melamin-formaldehit monomerleri kullanılmaktadır (Erkan, 2008).

### 2.2.2.3 Koaservasyon

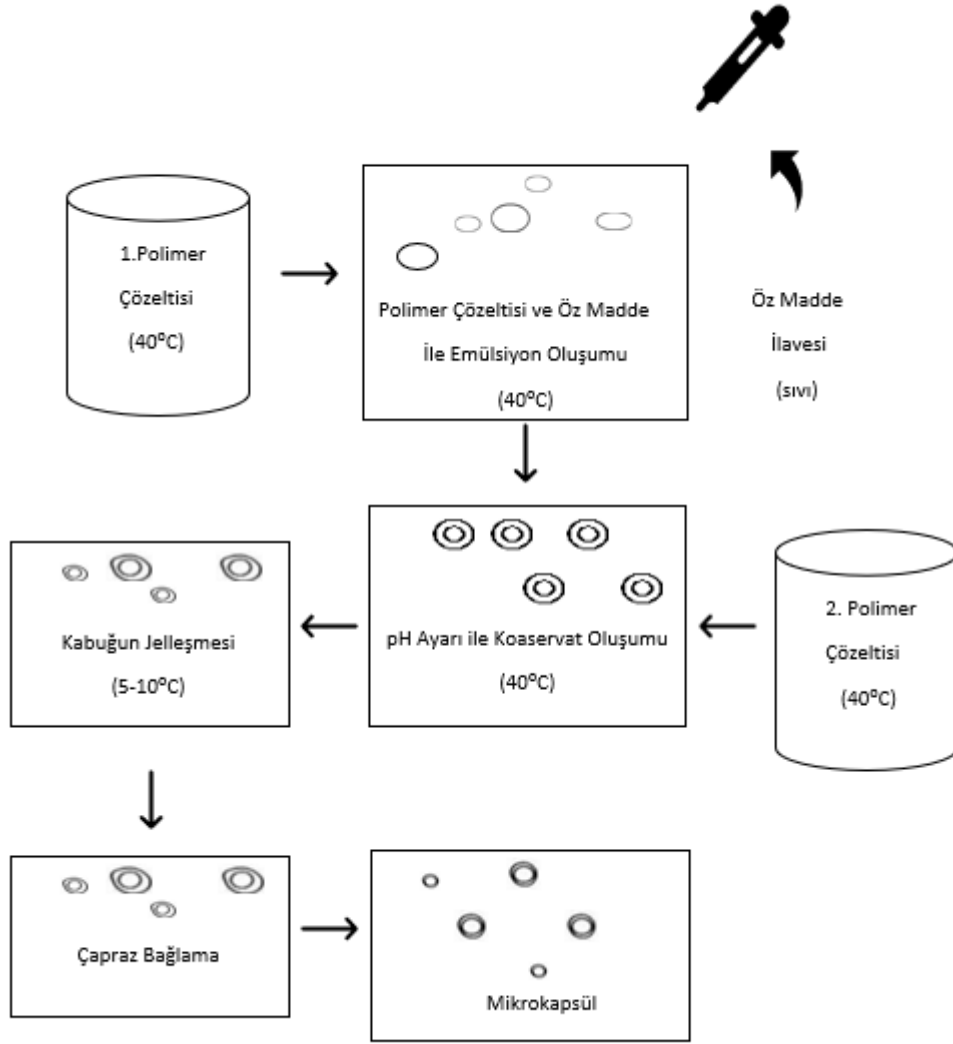
Koaservasyon ile mikrokapsülleme yönteminde çekirdek madde polimer çözeltisi içerisinde dağıtılmaktadır. Birçok doğal polimer bu metot ile mikrokapsül üretimine uygundur (Karagönlü, 2011). Kolay uygulanabilir ve maliyet açısından ucuz olmasından dolayı en çok tercih edilen mikrokapsül üretme yöntemidir. Şekil 2.5'te koaservasyon yöntemi basitçe şematize edilmiştir.



Şekil 2.5 Koaservasyon Yöntemine Göre Mikrokapsülasyon

Basit ve kompleks olmak üzere iki çeşit koaservasyon yöntemi bulunmaktadır. Basit koaservasyon yönteminde, suda çözünebilen bir polimer kullanılabilir. Sıcaklık, pH gibi ayarların yapılmasıyla koaservasyon gerçekleşir. Kompleks koaservasyon yönteminde ise, zıt yüklü iki koloid kullanılmaktadır (Erkan, 2008; Karagönlü, 2011). Şekil 2.6'da kompleks koaservasyon yöntemi gösterilmiştir.





Şekil 2.6 Kompleks koaservasyon yöntemi ile mikrokapsülasyon

## 2.3 Mikrokapsüllerin Kullanım Alanları

### 2.3.1 Koku ve Kozmetik Amaçlı Mikrokapsüller

Kebapçı yapmış olduğu çalışmada, öz maddesi gül kokusu içeren kabuk maddesi jelatin ve arap zıncı olan mikrokapsüllerin üretimi amaçlamıştır. Çalışmada kalıcı kokuyu sağlayabilmek için mikrokapsülleri farklı yöntem ve tekstil yüzeyleri kullanarak denemeler yapmıştır. Elde edilen mikrokapsüllere ait SEM sonuçlarına bakıldığında tanecikli yapılar rastlanmamış ve başarılı bir şekilde koku içeren mikrokapsül üretimi gerçekleştirilmiştir (Kebapçı, 2012).

Li ve arkadaşları limon kokusu içeren ticari mikrokapsülleri kullanmışlardır. Mikrokapsülleri kumaşlara emdirme metodu ile aktarıp, akrilik ve poliüretan olmak üzere iki çeşit farklı binder kullanmışlardır. Kumaşların yıkama dayanımları incelenmiş ve akrilik binder kullanılan kumaşların yıkama dayanımlarının daha yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir (Li et. al., 2008).

Park ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada çekirdek maddesi limon yağı olan üre-formaldehit mikrokapsülleri ara yüzey polimerizasyon yöntemi ile elde etmişlerdir. Mikrokapsül oluşumunda jelatin, span80, polivinil alkol ve sodyum dodesil sülfat kullanmışlardır. Farklı hız ve sürelerde karıştırılarak oluşturulan mikrokapsüllerin çaplarını ve dağılım oranlarını incelemişlerdir. Sonuç olarak mikrokapsüllerin çapları ve dağılım aralıkları karıştırma hızı ve karıştırma süresinin artması ile azalmıştır (Park et. al., 2001).

Pena ve arkadaşları, polisülfon ve N,N-Dimetilformamid ile çekirdek maddesi vanilya olan mikrokapsülleri üretmişlerdir. Elde ettikleri mikrokapsüllerin morfolojik yapılarını ve salım profillerini incelemişlerdir. Sonuç olarak vanilya kokusunun sert suda saf sudan daha hızlı salındığı tespit edilmiştir (Pena et. al., 2012).

Sukumar ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada kabuk maddeleri sodyum aljinat ve jelatin, çekirdek maddesi lavanta ve yasemin yağları olan koku içerikli mikrokapsülleri koaservasyon yöntemi ile elde etmişlerdir. Başarılı bir şekilde oluşturulan mikrokapsüller emdirme yöntemi ile pamuklu kumaşlara aktarmışlardır (Sukumar et. al., 2010).

Övez ve Yüksel yapmış oldukları bir çalışmada formaldehit ve üre kullanılarak kompleks koaservasyon ile mikrokapsülleri elde etmişlerdir. Yapmış oldukları mikrokapsüllerde üre ve formaldehit oranlarını değiştirerek çekirdek materyali olarak kullandıkları parfümlerin dış ortama salımlarını incelemişlerdir. Duvar madde oranları değiştirilip duvar kalınlıkları arttırıldığında parfümün dış ortama daha uzun sürede yayıldığı gözlemlenmiştir (Övez ve Yüksel, 2002).

Monllor ve arkadaşları yaptıkları çalışmada çekirdek maddesi melamin formalin ve öz maddesi elma, nane kokusu olan Color Center firmasından alınan ticari mikrokapsülleri emdirme yöntemi ile pamuklu kumaşlara aplikesini amaçlamışlardır. SEM sonuçlarına bakıldığında kapsüllerin başarılı bir şekilde aktarıldığı gözlemlenmiştir (Monllor et. al., 2007; Monllor et. al., 2010).

Badulesce ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada öz maddesi biberiye yağı olan etilselüloz tabanlı mikrokapsül üretmişlerdir. Oluşan mikrokapsüllerin yapılarını

incelediklerinde 10-90 µm boyut aralığında ve küresel yapıda olduklarını gözlemlemişlerdir (Badescu et. al., 2008).

Gönülşen tezinde portakal kokulu mikrokapsülleri ve beta siklodestrin kapsülleri karşılaştırarak salım davranışlarını incelemiştir. Elde edilen mikrokapsüllerin Fouier Transform Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR), X ışını difraktometresi (XRD), taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve gaz kromatografisi- kütle spektrometresi (GC- MS) analizleri yapılmıştır. Portakal kokusu içeren ve beta siklodestrin kapsüllerin 1 ve 5 yıkama sonrasında koku salımlarını incelenmiştir. Sonuç olarak beta siklodestrin kapsüllerde kokunun daha hızlı salındığı gözlemlenmiştir (Gönülşen, 2013).

Dong ve arkadaşları çalışmalarında duvar maddesi jelatin ve arap zıncığı içeren öz maddesi ise nane yağı olan mikrokapsülleri kompleks koaservasyon yöntemi ile elde etmişlerdir. Oluşan mikrokapsüllerde nane yağının salım davranışlarını incelemiştir. 40 gün soğuk su içerisinde bırakılan mikrokapsüllerin %7 oranında nane yağı kokusunun salındığını gözlemlemişlerdir (Dong et. al., 2011).

### **2.3.2 Tıbbi Mikrokapsüller (Antibakteriyel, antimikrobiyal, antifungal, antiviral, iyileştirme vb. amaçlı)**

Karagönlü çalışmasında kabuk maddesi olarak jelatin ve arap zıncığı, çekirdek maddesi olarak antibakteriyel ajan içeren kekik yağı mikrokapsüllerini kompleks koaservasyon yöntemi ile üretmiştir. Oluşan mikrokapsüllerin kumaşlardaki antibakteriyel etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak %2'lik polimer çözeltisi ve 10 mL yağ kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerde *E. coli*, *S. aureus*, *C. albicans* bakterilerine karşı antibakteriyel aktivitelerinin olduğu gözlemlenmiştir (Karagönlü, 2011).

Erkan yapmış olduğu çalışmada antifungal etkiye sahip olan ketakonazol maddesi monoklortriazin beta-siklodekstrin ve melamin formaldehit duvar maddesi olan mikrokapsüllere yüklenmiş ve kontrollü salınımları incelenmiştir ve yıkama testleri yapılmıştır. Sonuçlara bakıldığında 25 yıkamaya kadar tekstil yüzeylerinde mikrokapsüllerin varlığı ve 10 yıkamaya kadar antifungal etkinin devam ettiği gözlemlenmiştir (Erkan, 2008).

Beyhan ve arkadaşları yapmış olduğu çalışmada selüloz içerikli yara örtüleri üzerinde antimikrobiyal özellikleri üzerine matriks geliştirmişlerdir. Antimikrobiyal sonuçlarına göre geliştirilen matriksin yanık ve yara bölgelerinde yara örtü malzemesi olarak uygulanabileceği sonucuna varmışlardır (Beyhan vd., 2007).

Topbaş yapmış olduğu çalışmada antiinflamatuvar öz madde içeren mikropartikül oluşturup bunu ortopedik tekstil ürünlerine applike etmiştir. Oluşan mikropartiküllerin karakterizasyon sonuçlarını incelemiştir. Elde edilen tekstil ürünlerinde antiinflamatuvar etki olduğu 20 yıkama sonrasında mikropartiküllerin varlığı gözlemlenmiştir (Topbaş, 2011).

Kesici Güler çalışmasında kekik, lavanta ve adaçayı bitkilerinden uçucu yağ elde edip, bu bitkilerin antibakteriyel özelliklerini incelemiştir. Elde edilen uçucu yağlar kompleks koaservasyon yöntemine göre mikrokapsüllenmiştir. Oluşan mikrokapsüllerin SEM ve optik mikroskopta yapıları incelenip disk difüzyon yöntemi ile antibakteriyelliği incelenmiştir. Antibakteriyellik sonuçlarında mikrokapsüllü kumaşların antibakteriyel olduğu ve 10 yıkama sonrasında kumaşta mikrokapsüllerin varlığı gözlemlenmiştir (Kesici Güler, 2015). Arıdoğan ve arkadaşları nane, kekik, ardiç, kasımpatı, çöyür otu, lavanta, gül ve rezene bitkilerinden uçucu yağ elde edip mikrokapsül oluşturmuşlardır. Elde ettikleri mikrokapsüllerdeki uçucu yağ bileşenlerini GC-MS analizleri ile inceleyip antimikrobiyal etkisini incelenmiş ve mikrokapsüllü kumaşların antimikrobiyal özelliğe sahip olduğu gözlemlenmiştir (Arıdoğan vd., 2002).

Li ve arkadaşları öz maddesi moksa yağı duvar maddesi arap zankı ve jelatin olan mikrokapsülleri kompleks koaservasyon yöntemi ile elde etmişlerdir. Elde edilen mikrokapsüllerin yapılarını, parçacık boyutlarını ve antibakteriyel özelliklerini incelemiştir. İncelemelerine göre kapsüllerin küresel yapıda olduklarını ve moksa yağı içeren tekstil ürünlerinin antibakteriyel özellik aktivesinin olduğunu gözlemlemiştir (Li et. al., 2013).

Sumithra ve Raaja, yaptıkları çalışmada denim kumaşlara *R. communis*, *S. auriculata*, *E. hirta* bitkilerinin özlerini direk, mikrokapsül ve nanokapsül olacak şekilde üç farklı yöntemle kumaşlara aktarmışlar. Bitki ekstraksiyonu ile elde edilen kapsüllerin denimlere applikasi sonrasında antibakteriyellik özelliğinin varlığı test edilip kullanılan *E. coli* ve *S. aureus* bakterilerine karşı en etkili yöntemin direk aplikasyon yöntemi olduğunu gözlemlemiştir. Fakat direk aplikasyon yönteminde 10 yıkama sonrasında hiçbir antibakteriyel aktivitenin kalmadığını ortaya koymuşlardır. Mikrokapsül uygulanmış kumaşlarda ise, *E. coli* bakterisinin yıkama öncesi antibakteriyel etkisi gözlemlenirken 10, 20 ve 30 yıkama sonrasında bu etkinin kalmadığı görülmüştür. *S. aureus* bakterisi için yıkama öncesi, 10 yıkama ve 20 yıkama sonrası antibakteriyel aktivesi görülürken, 30 yıkama sonrasında antibakteriyel aktivitelerini kaybettiği gözlemlenmiştir. Nanokapsül applike edilmiş denim

kumaşlarda *E. coli* ve *S. aureus* bakterilerinin yıkama öncesi, 10, 20 ve 30 yıkama sonrasında bile antibakteriyel aktivitelerinin olduğu görülmüştür (Sumithra ve Raaja, 2012).

Panisello ve arkadaşları, vanilya içerikli mikrokapsülleri elde etmişler ve kapsül yapılarını, termal stabiliteelerini ve antibakteriyellik özelliklerini test etmişlerdir. Mikrokapsül çap boyut dağılımlarının 2,5 µm ve 50 µm arasında değiştiği, 20°C ve 100°C’de arasında termal stabiliteye sahip olduklarını ve *S. aureus* bakterilerine karşı antibakteriyel aktivitelerinin olduğunu ortaya koymuşlardır (Panisello et. al., 2013).

Ganesan ve arkadaşları, aleo vera, kudret narı, kimyon ve zencefilin ekstraktlarını direk ve mikrokapsülleme yöntemi ile pamuklu-süprem kumaşlara applike etmişlerdir. *S. aureus* ve *E. coli* bakterilerine karşı 5-10 yıkama sonrası antibakteriyellik aktivitelerini test etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre her iki bakteri için bitki ekstraktlarının direk aktarılan kumaşların mikrokapsüllü kumaşlara göre daha fazla antibakteriyellik etkisi olduğu fakat, 5 yıkama ve 10 yıkama sonrasında mikrokapsüllü kumaşların direk aktarılmış kumaşlara göre antibakteriyelliğinin daha fazla olduğu ortaya koyulmuştur (Ganesan et. al., 2012).

### **2.3.3 Faz Değiştiren Maddeler (FDM) İçeren Mikrokapsüller**

Tekstil yüzeylerinde ısı izolasyonunu sağlamak için FDM’ler mikrokapsüllenenerek tekstil yüzeylerine aplikasyonu sağlanmıştır (Eyüpoğlu ve Kut, 2016).

Zou ve arkadaşları FDM olarak poliüre içeren mikrokapsülleri ara yüzey polimerizasyonu yöntemi ile elde etmişlerdir. FDM n-hekzadekan, yüzey aktif maddesi olarak polioksietilen oktilfenil eter ve kabuk maddeleri olarak 1,6 hekza diamin ve toluen-2,4 diizosiyonit monomerleri ile çalışmışlardır. Elde edilen mikrokapsüllerin kimyasal yapısını F-TIR analizleri ile termal özelliklerini termal analizler ile araştırmışlardır (Zou et. al., 2004).

Cho ve arkadaşları yaptıkları çalışmada FDM madde olarak n-oktadekan parafini poliüre kabuk maddesi ile mikrokapsüllemişlerdir. Poliüre kabuk maddesini ara yüzey polimerizasyonu ile toluen-2,4 diizosiyonit (TDI) ve dietilentriamin (DETA) monomerleri ile sentezlemişlerdir. Oluşan mikrokapsüllerin faz değiştirme sıcaklıklarını inceleyip, oktadekanın faz değiştirme sıcaklıkları ile hemen hemen aynı olduklarını, çap dağılımlarının 0,1-1 mikron ile arasında değiştiğini, şekillerinin küresel yapıda ve pürüzsüz olduklarını belirtmişlerdir (Cho et. al., 2002).

Shin ve arkadaşları çalışmalarında faz değiştiren madde olarak eykosan, kabuk maddesi olarak melamin ve formaldehit kullanarak in sutü polimerizasyon yöntemi ile

mikrokapsülleri oluşturmuşlardır. Oluşan mikrokapsüllerin çap dağılımlarını, yapılarını, termal özelliklerini ve termal stabilitelerini incelemişlerdir. İnceleme sonuçlarına göre küresel yapıda olduklarını, sıcak su ve alkali çözeltisinde yapılarını bozulmadan koruyabilecek güce sahip olduklarını, ısı depolama kapasitelerinin ise 0,91-4,44 J/g olduğunu ve 5 yıkama sonrasında ısı depolama kapasitelerinin %40 oranında kaldığını belirtmişlerdir (Shin et. al., 2005).

Fang ve arkadaşları oktadekan içerikli ve polistiren duvar maddeli nanokapsülleri in situ yöntemi ile elde etmişlerdir. Elde edilen nanokapsül boyutlarının küresel ve düzenli, ısı depolama kapasitelerinin ise 124,4 J/g olduğunu belirtmişlerdir (Fang et. al., 2008).

Fei ve arkadaşları sprej (aerosol) reaksiyon yöntemi ile mikrokapsül oluşumunu sağlamışlardır. Sprej reaksiyon yöntemi kullanılarak üretilen mikrokapsüllerin birden fazla çekirdek madde içerdiği ve fotokatalitik etki gösteren duvar yapısına sahip olduklarını ve faz değiştiren madde olarak oktadekan kullandıklarını belirtmişlerdir. Üretilen kapsüller 0,1-5 µm çapında, erime kapasiteleri 92 J/g, katılaşma kapasiteleri ise -97 J/g'dir. Elde edilen kapsüllerin yapısında bulunan titanyum nedeniyle antibakteriyel, UV ışınlarına karşı koruyucu ve ortamdaki kirliliği elimine etme özelliğine sahip çok fonksiyonludurlar. Sağlamış oldukları bu özellikleri ile binalarda, sağlık sektörü giyiminde kullanıma uygun olduğunu belirtmişlerdir (Fei et. al., 2008).

Tözüm ve Alay Aksoy çalışmalarında FDM içerikli mikrokapsüllerin üretimini gerçekleştirip pamuklu tekstil yüzeylerine aktarım ısı ve konfor özelliklerini incelemişlerdir. Isıl özellik sonuçlarında mikrokapsüllü kumaşların 6,1749 J/g ısı depolama özelliğine sahip olduğu görülmüştür. Kumaş testleri sonuçlarında ise mukavemet ve sürtünme özelliklerinde önemli bir fark görülmemiş, hava geçirgenliğinin ve dökümlülüğünün mikrokapsüllü kumaşlarda azaldığı ve eğilme direnci sonuçlarına göre ise mikrokapsül uygulanmış kumaşlarda referans kumaşlara göre eğilme direncinin daha yüksek, artan eğilme direncine göre mikrokapsüllü kumaşlarda dökümlülüğün daha az olduğu gözlemlenmiştir (Tözüm ve Alay Aksoy, 2014).

Deveci ve Başal yapmış oldukları çalışmalarında FDM içeren mikrokapsülleri kitosan ve ipek fibroin kullanarak kompleks koaservasyon yöntemi ile elde etmişlerdir. Faz değişim maddesi olarak n-eykosan, çapraz bağlayıcı olarak gluteraldehit kullanmışlardır. Kitosan/ipek fibroin oranının, çapraz bağlayıcı yüzde oranının ve n-eykosan faz değişim maddesinin mikrokapsülasyon verimliliğini incelemişlerdir. En iyi kapsül verimliliğinin

%1,5 n-eykosan, %0,9 çapraz bağlayıcı madde ve kitosan/ipek fibroin oranı 20 olduğunda elde edildiği gözlemlenmiştir (Deveci ve Başal, 2009).

#### 2.3.4 Sinek ve Haşere Kovucu Maddeler İçeren Mikrokapsüller

N'Guessan ve arkadaşları bir çalışmada, DEET (N,N -dietil-meta-toluamid) kimyasal sinek kovucu mikrokapsüllenmiştir. Kapsüllenen DEET'in mikrokapsülden yavaş yavaş salınarak ortamda bulunan sivrisinekleri en az 6 saat boyunca öldürdüğü görülmüştür. Bu mikrokapsüllerin giysi ve yatak malzemeleri üzerinde kullanılabilirliğini ortaya koymuşlardır (N'Guessan et. al., 2008).

Miro Specos ve arkadaşları çalışmalarında *Citronella grass* (limon otu) uçucu yağını mikrokapsülleyerek pamuklu tekstil yüzeylerine applike etmişlerdir. Sivrisinek kovucu aktivite, citronella yağının etanol çözeltisiyle püskürtülmüş bir insan eli ve kovucu etkiye sahip tekstil yüzeyiyle kaplanmış kolun sivrisineklere maruz bırakılmasıyla test edilmiştir. Mikrokapsüllü tekstil yüzeylerinin, insan eline püskürtülen citronella yağı etanol çözeltisine göre 3 haftadan daha uzun süre ve daha etkili bir kovuculuk sağladığı görülmüştür (Miro Specos et. al., 2010).

Anitha ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada %100 poliester kumaşlar limon yağı içeren uçucu yağ ile kapsüllenmiş ve sivrisinek kovucu özellikleri değerlendirilmiştir. Yapılan testler sonucunda limon yağı içeren mikrokapsüllü poliester kumaşın yüksek oranda sivrisinek kovucu özelliğe sahip olduğu ortaya koyulmuştur (Anitha et. al., 2011).

Nelson yapmış olduğu çalışmasında çeşitli haşerelerle mücadele edebilmek için tekstil yüzeylerine böcek ilacı ve askarisid uygulanmıştır. Hem kullanıcıyı aşırı dozda tehlikeli kimyasallara maruz bırakmayan hem de haşereler için öldürücü etki yapabilecek mikrokapsülleme teknolojisi uygulama için kullanılmıştır. Sonuç olarak, askarisid içeren uzun ömürlü etkiye sahip yatak çarşafı üretilmiştir (Nelson, 2002).

Faulde ve Nehring yapmış oldukları çalışmada sinek ve haşerelerin neden olduğu sıtma gibi hastalıklardan korunmak için DEET, permetrin ve etofenprox içeren mikrokapsülleri nevreşimlere applike etmişlerdir. Elde edilen kapsüllü tekstil yüzeylerinin sinek ve böcek kovucu aktiveleri test edilmiş ve en iyi etkinin DEET olduğunu ortaya koymuşlardır (Faulde ve Nehring, 2012).

Sukumaran ve arkadaşları yaptıkları çalışmada permetrin içeren mikrokapsülleri askeri kumaşlara emdirme yöntemine göre applike etmişler. *Aedes* ve *Aegypti* cinsi sivrisineklerde

sinek kovucu etkisini test etmişlerdir. Test sonuçlarına göre permetrin içeren tekstil yüzeylerinin %93,3 oranında sinek kovucu etkiye sahip oldukları ve sinek kovucu aktivitenin 55 yıkamaya kadar etkisini devam ettirdiği ortaya koyulmuştur (Sukumaran et. al., 2014).

## **2.4 Sivrisinek ve Haşere Kovucu Ürünler (Spreyler, ticari ürünler, mikrokapsüller)**

### **2.4.1 Sentetik Kovucular**

#### 2.4.1.1 N,N -dietil-meta-toluamid (DEET)

DEET, hafif sarı rengi olan ve şimdiye kadar bilinen sinek, böcek ve haşere öldürücüler arasında en etkili maddelerden biridir. Hastalık taşıyabilen sinek, böcek ve haşerelerin öldürülmesi için geliştirilmiş bir kimyasaldır (Salafsky et. al., 2000). İlk defa 1954 yılında McCabe ve arkadaşları tarafından sentezlenmiştir (Trigg and Hill, 1996). DEET'in insan derisine doğrudan uygulanmasında formülasyonlar %4 ila %100 DEET oranı içerirken, insanların maruz kaldığı riskli ortamlarda %50 ila %100 konsantrasyon içeren DEET böcek öldürücüler tavsiye edilmektedir. ABD Çevre Koruma Ajansı'na (EPA) sunulan çalışmalarda DEET'in ürünlerde kullanılan konsantrasyonlarına bağlı olarak vücudu 3-8 saat boyunca sinek, böcek ve haşerelerden uzak tutma özelliği olduğu belirtilmektedir (Goodyer et. al., 1998). Sivrisineklere karşı uzun süreli bir kovucu etki sağlamak için yeni DEET analogları ve DEET'in böcek öldürücüler ile kombinasyonları geliştirilmektedir (Ma et. al., 1999; Pannetier et. al., 2005). Yapılan son çalışmalarda %80 DEET kimyasal kovucu içeren formülasyonlar *A. aegyti*'ye yaklaşık olarak 14 saat kovuculuk etkisine ve %7'lik formülasyonların ise 4 saatten daha az bir kovuculuk etkisine sahip olduğu görülmüştür (Webb and Russell, 2009).

DEET maddesinin sentezi m-toluik asit ile başlamaktadır. Her iki yöntemde de temel mekanizma nükleofilik tetrahedral yerdeğiştirme iken, ilk yöntemde katalizör pridin, ikinci yöntemde ise dimetilformamiddir. Birinci yöntemde katalizörün etkisi nükleofilik kataliz iken, ikinci yöntemde yeni reaktif bir türün oluşumudur (Habeck et. al., 2010).

#### 2.4.1.2 Permetrin

Permetrin, DEET gibi sentetik bir kimyasaldır. Daha çok dış giyim için en ideal sinek, böcek ve haşere öldürücüdür. Permetrin avcılar, kampçılar ve maceracılar arasında oldukça popüler



bir kimyasaldır. İç ve dış mekanlarda, hayvan barınaklarında, evcil hayvanlarda ve kıyafetlerde kullanılabilir (Decision, 2006).

Günümüzde, cilde doğrudan uygulanan bir itici kimyasal (örn. DEET) ile birlikte permetrin eklenmiş bir tekstil yüzeyi sıtma gibi sineklerden bulaşan hastalıklara karşı etkin bir koruma sağlamaktadır. Fakat bunun yanında sineklerin permetrine karşı dirençleri de zamanla artmaktadır (Freedman et. al., 2006; Schwartz et. al., 2008).

Permetrin, kenelere karşı korunmada etkin ve DEET'e göre daha iyi koruma sağlamaktadır (Katz et. al., 2008). WHO, kıyafetlerin %5'lik permetrin çözeltisi içerisine daldırılıp ilaçlandığında kenelere karşı daha etkin bir koruma sağlayabileceğini belirtmektedir (Chavasse et. al., 1997).

## **2.4.2 Doğal Kovucular**

### **2.4.2.1 Sitronella**

Mezopotamya, Chaco ve Formosa gibi Arjantin'in subtropikal bölgesinde bulunan *Cymbopogon nardus* (sitronella)'dan elde edilen bir yağdır. Sitronella piyasada en yaygın olarak kullanılan doğal böcek kovucudur ve %5-10 konsantrasyonlarında kullanılır. Sitronella bazlı kovucular 2 saat boyunca sivrisineklere karşı koruma sağlamaktadır (Trongtokit et. al., 2005; Goodyer et. al., 2010).

Sitronellal, sitronellol, geraniol, sitral, a-pinen ve limonen içeren sitronella, böcek kovuculuk açısından çok etkilidir (Curtis et. al., 1987). Fakat sitronellanın içeriğindeki bu uçucu maddeler yüksek buhar basıncına sahip olduklarından hızlıca buharlaşmakta ve etkileri azalmaktadır. Sitronellanın vanilin gibi büyük bir molekül ile karıştırılması (~%5 v/v oranında), uçucu yağların salımını yavaşlatarak koruma süresini uzatabilmektedir (Tawatsin et. al., 2001).

Doğal böcek kovucuların etkisini arttırmak için kullanılan mikrokapsülleme teknolojisi, sitronella gibi yağların daha uzun ömürlü olmasını sağlamaktadır. Sitronelladan daha etkili alternatiflerin bulunmadığı ya da pahalı olduğu bölgelerde, sivrisinek ısırılmalarını önlemek için sitronella kullanımı, hastalıklardan korunmak için etkili bir yöntemdir (Moore et. al., 2007). Sitronellanın insanlar üzerinde doğrudan uygulanması sonucunda 2 saat boyunca *A. aegyti* dişi sivrisineklere karşı kovucu bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur (Trongtokit et. al., 2005).

#### 2.4.2.2 Limon Okalıptüsü

Limon okalıptüsü olarak da bilinen *Corymbia citriodora*, yapraklarında doğal haşere itici madde içermektedir. Limon okalıptüsü yağı haşere öldürücü özellik göstermekte ve sentetik kovuculara bir alternatif olmaktadır (Van and Paul, 2014). Limon okalıptüsü bitkisinin yağı ekstrakte edildikten sonra atıktan distilasyon işlemi ile quwenling (para-mentan-3,8-diol) maddesi üretilir. DEET ile karıştırıldığı çalışmalarda, DEET'ten daha etkili bir kovuculuk sağladığı gözlemlenmiştir (Trigg, 1996). *p*-mentan-3,8-diol sıtmayı önleyiciliği ve insan sağlığına risk oluşturmadığı kanıtlanmış, hastalık taşıyan bölgelerde Hastalık Kontrol Merkezleri tarafından tavsiye edilen tek bitki kovucudur.

#### 2.4.2.3 Pire Otu

Pire otu (*Pyrethrum*), Kenya'da yetişen Krizantem veya Tanacetum çiçeğinden elde edilmektedir. Pire otu en eski bilinen ve en güvenli böcek öldürücülerdendir. Toz halinde böceklerin olduğu yerlere dökülerek böcek kovucu etkisinden faydalanılmaktadır (Abdelatif, 2004).

#### 2.4.2.4 Neem

Neem (*Azadirachta indica*)'nın sinek kovucu aktivitesi test edildiğinde Hindistan ve bazı komşu ülkelerde DEET'e doğal bir alternatif olarak kabul edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalar neemin sinek kovucu etkisinin olduğunu ortaya koymaktadır (Paul, 2004). Neem güçlü bir kokuya sahip olmasına rağmen, kullanım sırasında kokusu çok fazla açığa çıkmamaktadır (Sharma et. al., 1993; Singh et. al., 1996). Neem, limonoidler adı verilen birkaç aktif bileşen içermekte ve ana bileşenleri azadiraktin, salannin, nimbin ve meliantrioldur. Neem, limonoidler adı verilen birkaç aktif bileşen içermekte olup ana bileşenleri azadiraktin, salannin, nimbin ve meliantrioldur. Neem bileşenlerinin sivrisinekler, hamamböceği vb. böceklerle karşı kovucu etki gösterdiği gözlemlenmiştir (Schmutterer, 1990).

#### 2.4.2.5 Diğer Doğal Kovucular

Greive ve arkadaşları sentetik sinek kovuculara alternatif olarak bazı doğal uçucu yağları denemişler ve bazı böcek ve sinek türleri için başarılı olmuşlardır. *Melaleuca ericifolia* ve *Backhousia citriodora* bitkilerinden elde edilen yağların sinek kovuculukları ortaya koyulmuştur. Bu yağlardan yapılan spreylelerin 2 saat sonra dahi sinek kovucu etkisinin devam ettiği gözlemlenmiştir. Bu çalışma sonucunda 3 farklı sinek kovucu geliştirilmiştir (Greive et. al., 2010).

Schultz ve arkadaşları DEET ve karanfil ile yalancı portakal ağacı yağlarını sinek kovuculuk açısından karşılaştırmışlardır. Karanfil yağı ve yalancı portakal ağacı yağının etkisinin DEET'e göre daha kısa sürdüğü görülse de etkileri ispatlanmıştır. Ayrıca DEET'in insan sağlığına zararı göz önünde bulundurulduğunda zararı olmayan doğal uçucu yağların kullanımının ön plana çıktığını vurgulamışlardır (Schultz et. al., 2006).

Wimalaratne ve arkadaşları yaptıkları çalışmada biber ağacı yapraklarının Etiyopyada evlerde sinek kovucu olarak kullanıldığını görmüş ve bunun üzerine bu bitkiden uçucu yağlar elde etmişlerdir. Bu yağlar ile ürettikleri kovucuların yaptıkları deneyler ile etkilerini ortaya koymuşlardır (Wimalaretna et. al., 1996).

Showler 2017 yılında boynuz sinekleri ve at sineklerini uzaklaştırmak için yaptığı çalışmada; *Allium*, *Azadirachta*, *Chrysanthemum* (kasımpatı), *Cinnamomum* (tarçın), *Cymbopogon* (limonotu), *Derris*, *Okaliptüs*, *Festuca* (yumak), *Melaleuca*, *Melinis* (melinis), *Mentha* (nane), *Nepeta*, *Nicotiana* (tütün), *Pelargonium* (ıtır), *Pogostemon*, *Ricinus* (hint yağı bitkisi), *rosa* (gül), *Syzygium*, *vitex* (hayıt) ve *Zyloxanthum* vb. bitkilerin etkilerinin olduğunu söylemektedir. Bu bitkisel yağların ve bioaktif bitkisel bileşenlerin kovuculuk konusunda etkisi olduğu bilinmesine rağmen etkilerinin kısa sürmesi nedeniyle bazı alanlarda kimyasalların kullanımının daha etkili ve kalıcı olduğunu belirtmektedir (Showler, 2017).

Sharma ve arkadaşları nim tohumundan ürettikleri krem ile sinekleri uzak tutmayı başarmışlardır. Yaygın olarak kullanılan deet in bazı cilt reaksiyonları göz önünde bulundurulduğunda nim tohumu yağı ile üretilen doğal kremin önem kazandığını vurgulamışlar ve ticari üretimine başlamışlardır (Sharma et. al., 1993).

## 2.5 Tezin Amacı

Bu çalışmada sinek ve haşere kovucu cilde zarar vermeyen tamamen bitkisel ajanlar içeren mikrokapsüllü tekstil yüzeylerinin üretimi amaçlanmıştır. Ortamda bulunan sinek haşereler rahatsız edicidir ve ciltle temas edince alerjik reaksiyonlara sebep olabilmektedirler. Daha önce yapılan çalışmalarda sinek ve çeşitli haşere kovucu tekstil yüzeyleri üretilmiş ve bitkisel ajanların yanı sıra kimyasal böcek ilaçları kullanılmıştır. Bu çalışmada ise tamamen bitkisel ajan içeren cilde temas halinde herhangi bir zararlı yan etkisi olmayan tekstil yüzeylerinin üretimi amaçlanmaktadır. Çalışma Türkiye’de bolca yetişen *Citrus aurantium* yağının ekstrakte edilerek mikrokapsüllenmesi ve tekstil yüzeylerine aktarılması ile sinek, böcek, haşere kovucu etkiye sahip kumaşların elde edilmesi açısından özgündür.

### **3. MALZEME VE YÖNTEM**

#### **3.1 Malzeme**

##### **3.1.1 Mikrokapsüllemeye Kullanılan Malzemeler**

Bu çalışmada kompleks koaservasyon yöntemi ile mikrokapsül oluşturmak için kullanılan polimerler jelatin ve arap zıncı olup, Sigma-Aldrich firmasından temin edilmiştir. Öz maddesi *C. aurantium* yağı Ege Bölgesi Aydın ili çevresinde yetişen turunc meyvelerinin toplanması ile bu meyvelerin kabuklarından elde edilmiştir. Mikrokapsül üretiminde pH ayarının yapılabilmesi için kullanılan hidroklorik asit, koaservasyon oluşumundan sonra çapraz bağlayıcı olarak kullanılan glutaraldehit ve mikrokapsüllerin yıkanmasında kullanılan izopropil alkol Sigma-Aldrich'ten satın alınmıştır. Mikrokapsülleri süzmek için filtre kumaşı olarak %100 poliester monofilament iplikten üretilmiş 420 mesh elek bezi (Candaş İpek, Bursa, Türkiye) kullanılmıştır. Deneyler sırasında distile su kullanılmıştır.

##### **3.1.2 Mikrokapsüllerin Tekstil Yüzeylerine Aktarımlarında Kullanılan Malzemeler**

Oluşan mikrokapsüllerin aktarıldığı kumaşlar, %100 pamuk Ne30 incelikte ipliklerle üretilmiş 110g/m<sup>2</sup> dokuma, %100 poliester 72 Denye multiflament puntosuz ipliklerle üretilmiş 59g/m<sup>2</sup> dokuma ve %100 akrilik Nm 15 incelikte iplikle üretilmiş 195 g/m<sup>2</sup> atkılı örme kumaşlardır. Mikrokapsülleri kumaşa aktarmada kullanılan binder Pigmacolor BSA stiren akrilik kopolimer türündedir.

##### **3.1.3 Diğer Malzemeler**

Kaçış testi ünitesi literatürde (Anitha et. al., 2011) belirtilen boyutlarda (34 cm x 32 cm x 32 cm) cam malzemedan üretilmiş iki bölmeden oluşmaktadır. Bölmelerin üst kısmı larva formunda bölmeye yerleştirilecek olan sivrisineklerin yaşamlarını devam ettirebilmeleri için (tül perde benzeri) sık dokulu bir kumaş ile kaplanmıştır. Bölmelerin ön yüzlerinde ise el bileğinin rahatlıkla girebileceği boyutlarda (Ø 9 cm) birer daire açtırılmış, işlem esnasında sivrisineklerin olası kaçışlarını engellemek için daireler yine sık dokulu bir kumaş ile

kapatılmıştır. Ayrıca bu iki bölme birbirine asetat kağıdından oluşturulmuş bir tünel ile bağlıdır. Tünelin el ile takılıp çıkartılabilen bir kapağı bulunmaktadır.

*Citrus aurantium* (*C. aurantium*) yağı içeren mikrokapsüllerin uçucu bileşenlerinin belirlenmesinde kullanılan katı faz mikro-ekstraksiyon vialleri ve fiberler (2 cm-50/30 µm DVB/Carboxen/PDMS stable flex.) Supelco (Bellafonte. ABD) markadır.

## 3.2 Yöntem

### 3.2.1 Uçucu Yağ Ekstrasyonu

Uçucu yağların elde edilmesinde birçok yöntem bulunmakla birlikte (Cellat, 2011), bu çalışmada uçucu yağ eldesi için hidrodistilasyon yöntemi kullanılmıştır.

Ege Bölgesi Aydın ili çevresinden toplanan *C. aurantium* meyveleri tartılıp laboratuvar ortamında kabuklarından ayrılmış ve meyveden ayrılan kabuklar küçük parçalar halinde doğranmıştır. Küçük parçalar halinde doğranmış 100, 120, 150, 200 ve 250 g kabuklara 500'er mL distile su ilavesi ile Clevenger düzeneklerinde 3 saat boyunca hidrodistilasyon işlemleri yapılmıştır. En uygun başlangıç kabuk kütlesi bulunmaya çalışılmıştır. Yöntemde yağ molekülleri yüksek sıcaklıklara çıkan su buharı molekülleri ile birlikte hareket etmekte, sonrasında balonu terk ederek soğutucuda yoğunlaştırılmaktadırlar. Resim 3.1'de Clevenger düzeneği ve hidrodistilasyon işlemi gösterilmektedir.



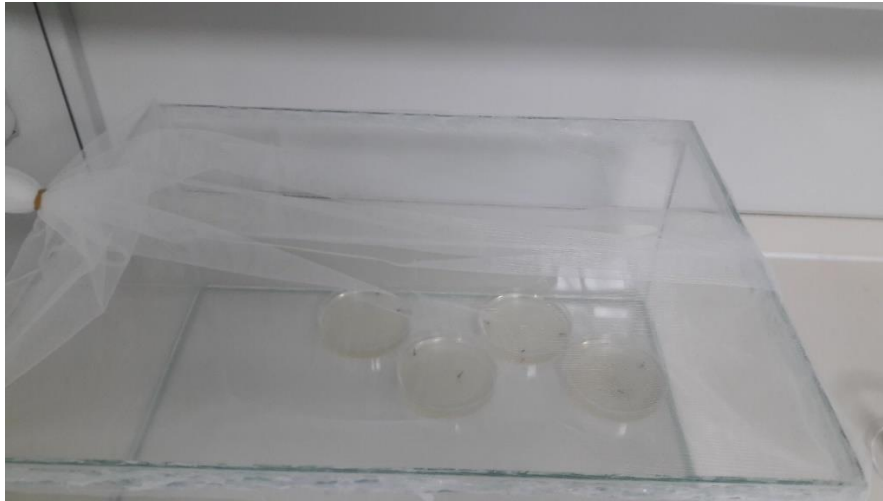
Resim 3.1 Hidrodistilasyonun yapıldığı clevenger düzeneği

### 3.2.2 Sivrisinek Larvası Toplama

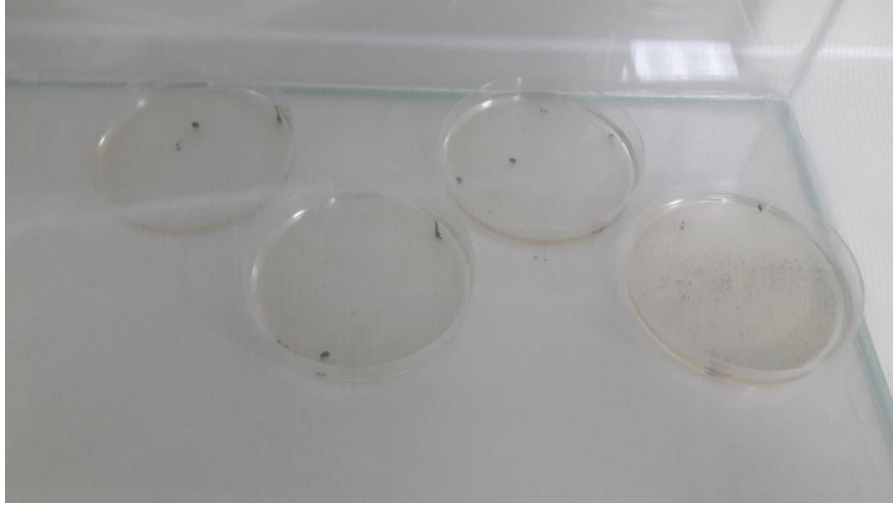
Bu çalışmada *Culex* cinsi sivrisinekler, gerekli izinler (Ek 1) alındıktan sonra durgun su bulunan bölgelerden (Resim 3.2) larva formunda plastik şişeler içerisine toplanmıştır. Larvalar laboratuvar ortamına getirilip üzeri tül kaplı cam bölmeler içerisine alınmıştır (Resim 3.3). Sivrisinekler yaklaşık bir hafta larva formunda kalıp, bir hafta sonrasında pupa evresine geçmiştir (Resim 3.4). Pupa evreleri 3-4 gün sürmüştür. Pupa evresi sonrasında sivrisinekler pupadan çıkıp ergin dönem evresine geçmişlerdir (Resim 3.5). Ergin forma geçen sivrisinekler şekerli su çözeltisi ile beslenmiştir. Sivrisinekler yetişkin döneme gelince test için kullanılmıştır.



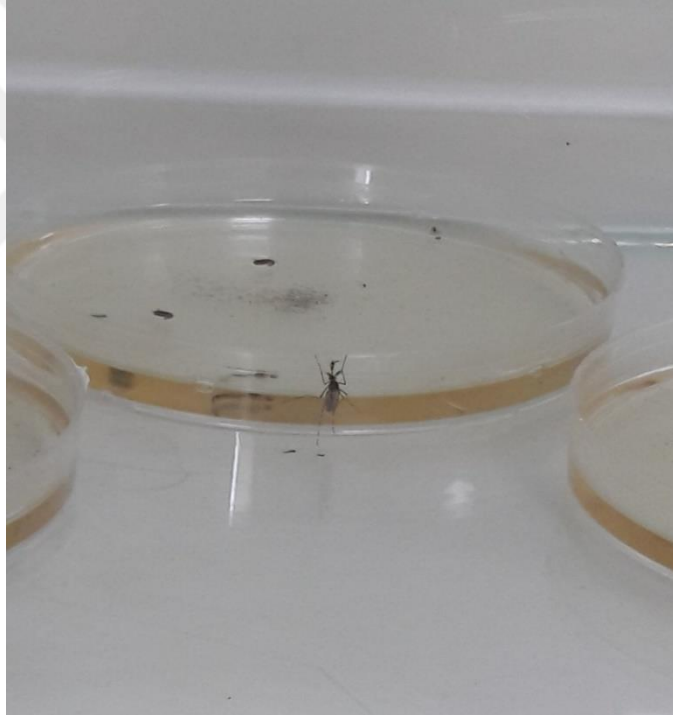
Resim 3.2 Larvanın toplandığı ortam



Resim 3.3 Sivrisinek larva dönemi



Resim 3.4 Sivrisinek pupa dönemi

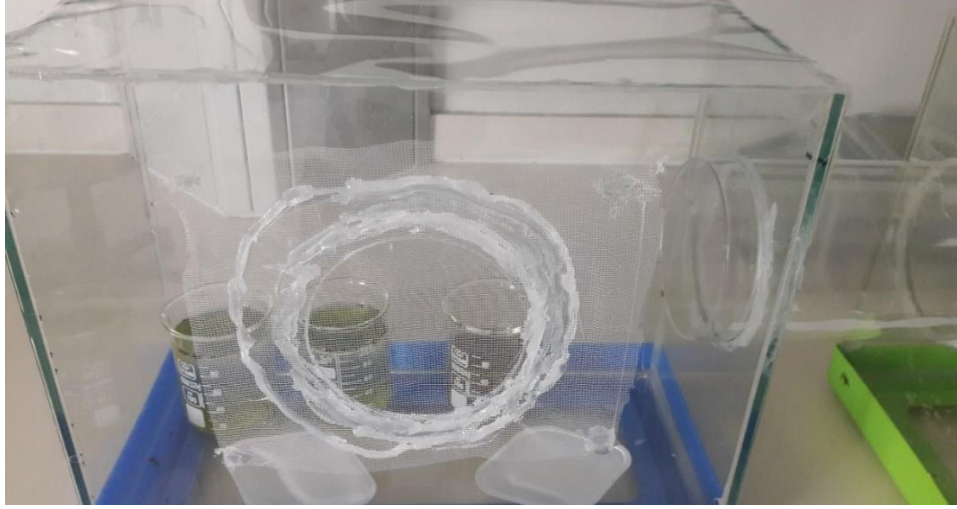


Resim 3.5 Sivrisinek ergin dönemi

### 3.2.3 Kaçış Ünitesi Testi ile Sivrisinek Kovuculuk Etkisinin Belirlenmesi

Yetişkin forma gelmiş olan *Culex* cinsi sivrisinekler üzerinde *C. aurantium* yağının kovuculuk etkisini test edebilmek adına, plastik tartım kapları ile birinci bölme içerisine belirli bir miktarda uçucu yağ yerleştirildikten sonra (Resim 3.6) kaçış tüneli kapağı açılarak, *C. aurantium* yağının uçucu bileşenlerinden etkilenen sivrisineklerin ikinci bölmeye kaçış davranışları izlenmiştir.





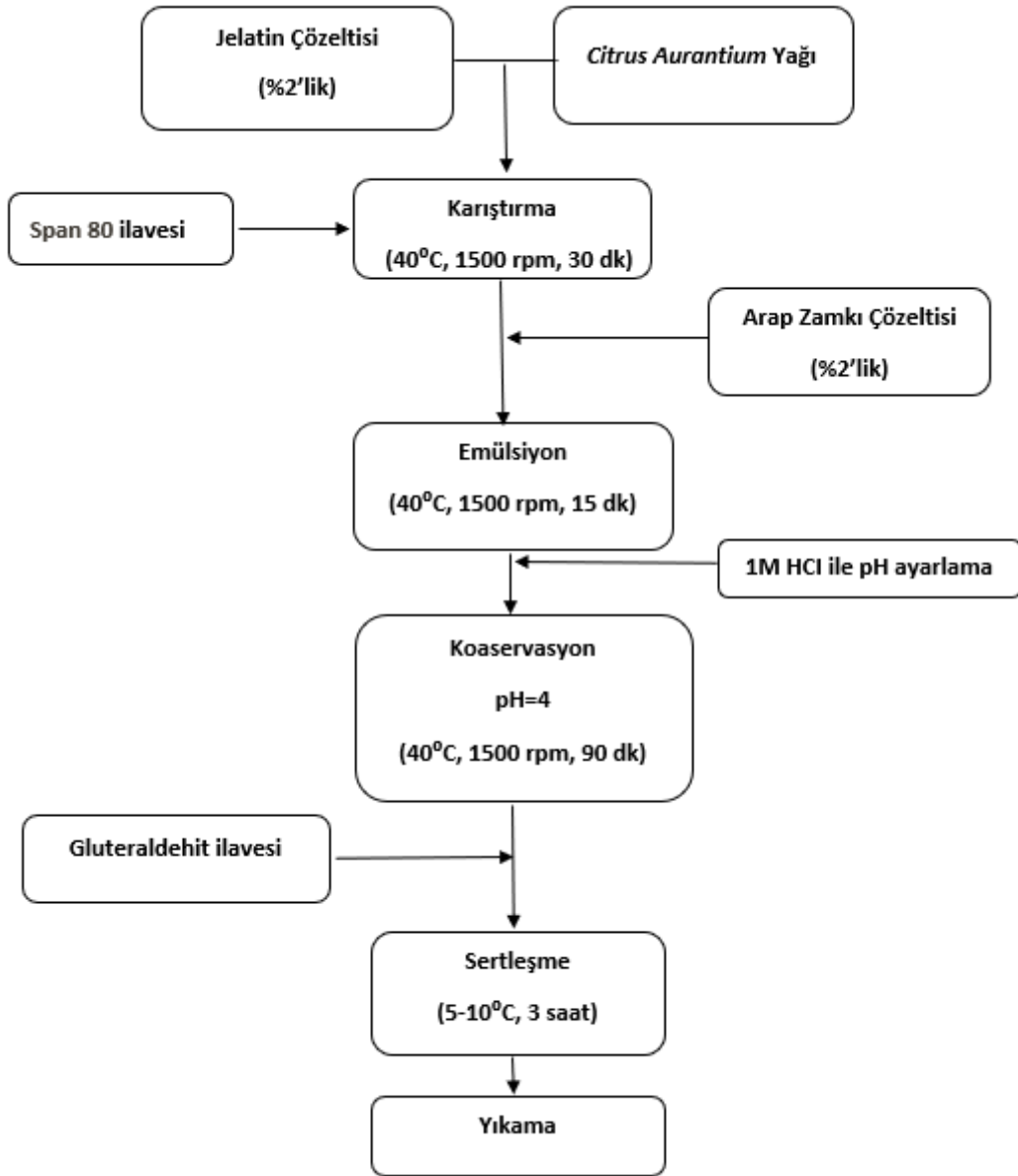
Resim 3.6 Sivrisineklerin bulunduğu ve *C. aurantium* yağının yerleştirildiği 1. bölme

### 3.2.4 Mikrokapsül Hazırlama

Şekil 3.1 mikrokapsül hazırlamada kullanılan deneysel prosedürü göstermektedir. İlk olarak koaservasyonun oluşmayacağı pH değerinde ve polimerin jelleşme sıcaklığı üzerinde bir sıcaklık değerinde taşıyıcı polimer çözeltisi olan jelatin çözeltisi hazırlanmıştır. Daha sonra öz maddesi olan 4 mL *C. aurantium* yağı bu sulu polimer çözeltisi içinde dağıtılmıştır.

Sulu jelatin polimer çözeltisi içinde suda çözünmeyen *C. aurantium* yağ damlacıkları dağıtılarak emülsiyon oluşturması için %5'lik span 80 ilave edilmiştir. Emülsiyon oluşumu bir mekanik karıştırıcı (MTOPS Model MS3040) ile sağlanmıştır (Resim 3.7). Karıştırıcı devri 1500 d/dk olarak ayarlanmıştır. Daha sonra negatif yüklü arap zamkı polimer çözeltisi emülsiyona eklenmiştir. Böylece emülsiyonun iki polimer tarafından dengelenmesi sağlanmıştır.

Karıştırma devam ederken sıvı kompleks koaservat oluşturmak için pH ayarlanmıştır. Böylece polimerlerin elektrostatik etkilerle bir polimer kompleksi oluşturmaları sağlanmıştır. Jelatin–arap zamkı polimerleri için kompleks koaservatın oluştuğu pH değeri 4,0-4,5 arasında olduğundan, pH'nın asidik bir değere (pH 4) ayarlanmasıyla sistem kendiliğinden iki sıvı faza ayrılmıştır. Koaservat adını alan ilk faz oldukça yüksek konsantrasyona sahiptir. Diğer faz denge çözeltisidir ve düşük polimer konsantrasyonuna sahiptir. Bu yöntem ile mikrokapsül oluşumunun temelinde polimerlerin küçük damlacıklar halindeki öz maddesinin yüzeyinde toplanmasının yattığı bilinmektedir.



Şekil 3.1 Kompleks koaservasyon yöntemi akış şeması

Sistem önce oda sıcaklığına soğutulmuştur. Koaservattaki jelatinin jelleşmesi ile katı bir kabuğun oluşumu sağlanmıştır. Ardından, kabuğun dayanımını artırmak için sıcaklık 5–10 °C'ye soğutulmuştur. Jelatin zincirinde bulunan amino grupları ile reaksiyona girerek jelatine çapraz bağlanan glutaraldehit ilavesi ile mikrokapsül kabukları sertleştirilmiştir. Mikrokapsüllerin üzerinde bulunan fazla yağın uzaklaştırılması için seyreltik izopropilalkol (%30 v/v) ile yıkama işlemi yapılmıştır. Yıkama poliester elek ile süzülen mikrokapsüller kuru olarak kullanıma kadar saklanmıştır.



Resim 3.7 Mikro kapsül hazırlama esansında çekilen bir fotoğraf

### 3.2.5 Mikro kapsül Karakterizasyonu

Hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilen *C. aurantium* uçucu yağı ile oluşturulan mikro kapsül örnekleri içerisinde su kalmayacak şekilde kurutulmuş ve uçucu yağ bileşenleri gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MS) ile tespit edilmiştir.

*C. aurantium* yağının uçucu bileşenlerin belirlenmesi katı faz mikro ekstraksiyon tekniği (Solid phase microextraction-SPME) kullanılarak (Pawliszyn, 2012) GC 6890, MS 6890N, Agilent Technologies (GC 6890, MS 6890N, Wilmington, DE, ABD) marka ve model GC-MS cihazı ile yapılmıştır (Resim 3.8). Uçucu bileşenlerin ayrımı için polar olmayan özellikteki HP-5MS kolonu (30 m x 0.250 mm iç çap x 0.25 µm film kalınlığı) (J&W Scientific, Folsom, CA, ABD) kullanılmıştır. Analizler için *C. aurantium* uçucu yağından elde edilen mikro kapsüller kırılarak 1 g örnek 40 mL SPME vialine tartılmış 40°C'lik su banyosunda (GFL, Model 1103, Burgwedel, Almanya) 20 dakika bekletilmiştir (Resim 3.9). Daha sonra SPME fiber vialine batırılarak 40°C'lik su banyosunda 20 dakika daha bekletilmiş (Resim 3.10) ve cihaza enjekte edilmiştir. GC-MS analizinde taşıyıcı gaz akışı 1,2 mL/dk olarak ayarlanmıştır. Fırın programı başlangıç sıcaklığı 40°C'dir ve bu sıcaklıkta 5 dk beklenilmiştir. 10°C/dk ısıtma hızı ile son sıcaklık olan 230°C'ye çıkılarak 20 dk

beklenilmiştir. Uçucu bileşenlerin tanımlanmasında ABD Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (National Institute of Standards and Technology, NIST) ve Wiley (Wiley Registry of Mass Spectral Data) (McLafferty, 2005) kütüphanelerinden yararlanılmıştır. Uçucu bileşenlerin miktarları pik normalizasyonu yapılarak yüzde (%) cinsinden verilmiştir. Uçucu bileşen tespitinde test iki kez tekrarlı olarak yapılmıştır.



Resim 3.8 GC-MS cihazı



Resim 3.9 Vial tüplerin sıcak su banyosunda sabit sıcaklıkta ısıtılması



Resim 3.10 Sıcak su banyosundaki vial tüpe enjekte edilen fiber

Kompleks koaservasyon yöntemine göre oluşturulan mikrokapsüllerin ilk olarak optik mikroskop görüntüleri alınmıştır. Mikrokapsüllerin başarılı bir şekilde oluştuğu gözlemlendikten sonra kapsüllerin çap boyut dağılımları ImageJ Görüntüleme ve Ölçümleme Yazılımı ile ölçülmüştür.

Elde edilen *C. aurantium* içeren mikrokapsüllerin ATR-FTIR cihazı (Spectrum Two, Perkin Elmer, ABD) ile analizi yapılmış,  $4000-400\text{ cm}^{-1}$  spektral aralığındaki spektra alınmıştır.

Mikrokapsüller kumaşlara aktarıldıktan sonra ise taramalı elektron mikroskobu- enerji dağıtıcı X ışını analizleri (SEM-EDX) ile saf kumaşlar ve mikrokapsül aktarılan kumaşların morfolojik ve elementel analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada LEO 1430 VP (Leo Electron Microscopy Ltd., Cambridge, UK), marka ve model SEM cihazı kullanılmıştır. Örnekler SEM ile analizi öncesinde altın (Şekil 3.11) kaplamaya tabi tutulmuşlardır. SEM cihazında uygulanan ivmelendirici voltaj 20 kilovolttur. Kumaşlardan alınan 2D görüntüler ile mikrokapsüllerin kumaşların lif ve iplikleri arasındaki morfolojileri incelenmiştir. EDX analizi kimyasal kompozisyonların belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan bir analitik tekniktir. Taramalı elektron mikroskobu ile analiz sırasında elektromanyetik bir radyasyona maruz kalan malzemenin saçtığı X-ışınlarının analizine dayanmaktadır. Saçılan X-ışınları, dedektör sayesinde sinyale dönüştürülmekte ve malzemede bulunan elementler ile ilgili bilgiye ulaşılmaktadır. Bu çalışmada da kapsüllerin, saf ve kapsüllü kumaşların SEM+EDX analizleri yapılarak kumaşa mikrokapsül aktarımı ile ilgili bilgi edinilmeye çalışılmıştır.



Resim 3.11 Altın kaplama

### 3.2.6 Kumaşa Aktarma ve Karakterizasyon

Mikrokapsüllerin başarılı bir şekilde oluştuğu optik mikroskop yardımı ile gözlemlendikten sonra, çap dağılımının minimum olduğu düzgün morfolojili mikrokapsül oluşumuna izin veren optimum proses parametreleri seçilerek mikrokapsüller üretilmiştir. Mikrokapsüllerin seçilen kumaşlara çektirme yöntemine göre aktarımı sağlanmıştır. %5'lik binder (Pigmacolor BSA) çözeltisine 100 g mikrokapsül ilave edilip 15 dk manyetik karıştırıcıda karışım sağlanmıştır. Karışım sonrasında 5x5 cm boyutlarında kumaş binder ve kapsül çözeltisine ilave edilip 15 dk daha karıştırma yapılmıştır. Karışım sonrasında kumaşlar alınıp üzerindeki fazla çözeltilerden arındırılarak oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Kuruma sonrası kumaşlar üzerine aktarılan mikrokapsüllerin optik mikroskop ve SEM görüntüleri alınarak morfolojik karakterizasyonları gerçekleştirilmiştir.

Organik bileşenlerin tespitinde fayda sağlayan Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) ile kumaş yüzeyine aktarılan *C. aurantium* içeren mikrokapsüllerin varlığı incelenmiştir. Çalışmada ince yüzeyler ve yumuşak polimerler için tercih edilen ATR-FTIR cihazı (Spectrum Two, Perkin Elmer, ABD) kullanılmış olup,  $4000-400\text{ cm}^{-1}$  spektral aralığındaki spektra alınmıştır.

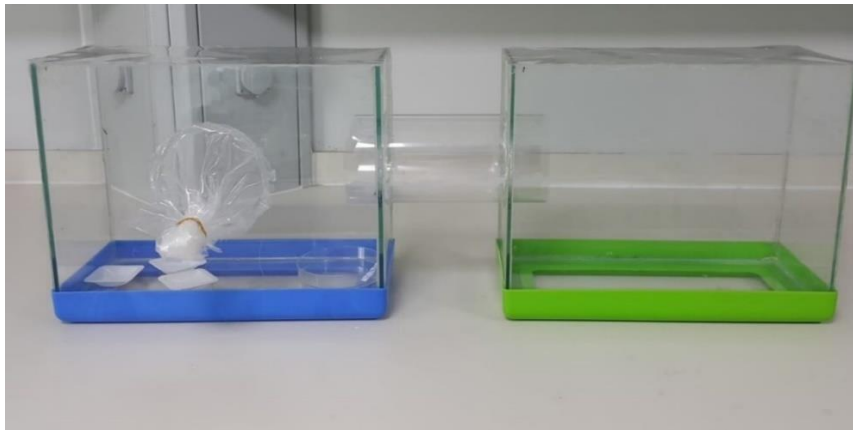
## 4. BULGULAR

### 4.1 Uçucu Yağ Ekstrasyonu

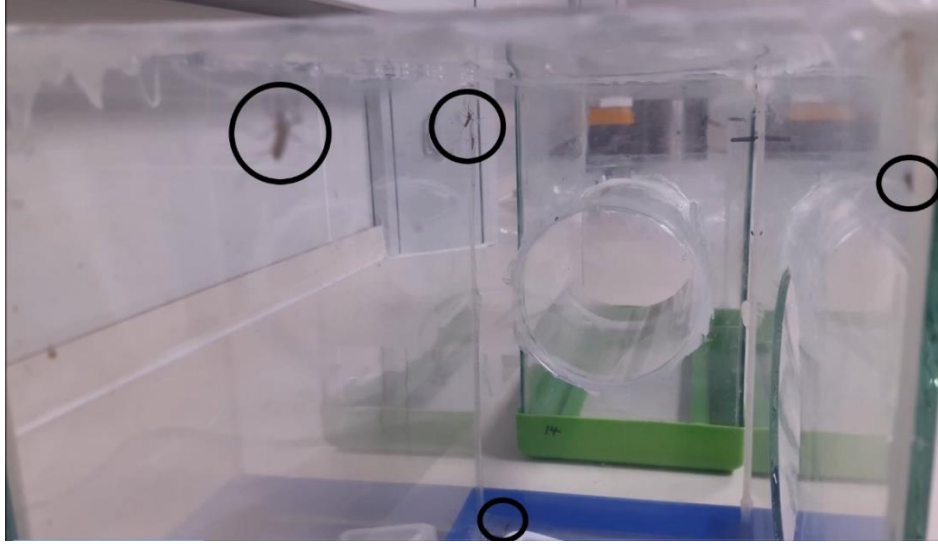
Çalışma kapsamında kullanılan *C. aurantium* meyvesi kabukları ile başlangıç kütlesi olarak 100, 120, 150, 200 ve 250 g kabuk alınıp, hidrodistilasyon denemeleri yapılmıştır. Elde edilen yağın miktarına göre 200 g kabuk ile çalışıldığında daha verimli olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma boyunca toplamda 12514 g kabuk kullanılmış ve ~20 mL *C. aurantium* yağı elde edilmiştir. Cleverer düzeneğinde hidrodistilasyon yöntemi ile *C. aurantium* meyvesinin kabuklarından elde edilen uçucu yağ miktarı oransal olarak ~%0,16 olarak belirlenmiştir. Bourgu ve arkadaşları, turunç kabuklarının uçucu yağ miktarlarının meyvenin olgunluğuna göre %0,12-0,46 aralığında değiştiğini bildirmişlerdir (Bourgu et al., 2012). Çalışmadaki bulgu literatürde belirtilen uçucu yağ oran aralığı içerisinde yer almaktadır.

### 4.2 Kaçış Ünitesi Testleri Bulgular

Çalışmada turunç meyvesinden elde edilen *C. aurantium* yağının sivrisineklere karşı kovuculuk etkisi test edilmiştir. Literatürden faydalanılarak Resim 4.1’de verilen iki bölmeden oluşan kaçış ünitesi hazırlanmıştır.



Resim 4.1 Sivrisinek kaçış ünitesi düzeneği



Resim 4.2 Sivrisinek ve uçucu yağın koyulduğu 1. bölme



Resim 4.3 Sivrisineklerin kovucu yağ karşı kaçışlarının gözlemlendiği 2. bölme

Sivrisineklerin *C. aurantium* yağı konulmadan önce davranışları incelenmiş fakat hiçbir şekilde kaçış gözlemlenmemiştir. Birinci bölme ve ikinci bölme arasındaki geçiş kapatılıp, birinci bölmeye sivrisinekler ve bir süre sonrasında sinek kovucu etkisi test edilecek olan *C. aurantium* yağı koyulmuştur. 3-5 dk arasında beklendikten sonra ikinci bölmenin geçiş kısmı açılarak sivrisineklerin uçucu yağ kokusuna karşı davranışları incelenmiştir (Resim 4.2). Yaklaşık 5-6 dk. sonra kaçış ünitesinde bulunan 5 adet sinekten 4 tanesi 2. bölmeye geçip kovucu etkisi test edilen yağdan kaçış gözlemlenmiştir (Resim 4.3). Kaçış ünitesi testi sonucunda başarılı olunmuş ve *C. aurantium* uçucu yağının sivrisinek kovuculuk etkisi kanıtlanmıştır.



### 4.3 Mikrokapsülleme Bulguları

Hidrodistilasyon yöntemi ile Clevenger düzeneğinde elde edilen turunç uçucu yağı içeren mikrokapsüllerin GC-MS analizlerinde ortaya çıkan uçucu yağ bileşimleri Çizelge 1’de verilmiştir. Elde edilen uçucu yağların toplamda 44 farklı bileşenin tanımlanmış ve uçucu yağ bileşenlerinin miktarları oransal olarak verilmiştir. Tanımlanan uçucu yağ bileşenleri içerisinde D-Limonen oldukça önemli bir yere sahiptir. D-Limonen Clevenger düzeneği ile elde edilen yöntemde %39,14 oranında ve standart sapması  $\pm 16,50$  olarak tespit edilmiştir. Turunçgiller üzerine yapılan uçucu yağ çalışmalarında yağların içerdiği D-Limonen oranı çok farklılık sergilemekle birlikte çalışmalardan bir tanesinde %90,25 olarak tespit edilmiştir (Marzouk, 2013).

Örneklere D-Limonen’den sonra en fazla miktarda bulunan bileşenler sırasıyla p-Ksilen, Linalol ve Mentha-1,4,8-triene olmuştur. Uçucu yağ bileşenlerinde p-Ksilen  $\%5,71 \pm 2,86$ , Linalool  $\%3,78 \pm 0,05$ , Mentha-1,4,8-triene  $\%3,74 \pm 1,72$  oranlarındadır. Yapılan bir çalışmada turunç kabuklarından elde edilen uçucu yağ bileşenlerinde D-Limonen’den sonra en fazla miktarda olan bileşenlerin mirsen ve *a*-pinen olduğu ve oranlarının ise sırasıyla %1,8 ve %0,50 olduğunu belirtmişlerdir (Steuer et. al., 2001). Başka bir çalışmada ise turunç kabuklarından elde edilen uçucu yağ bileşenlerinde D-Limonen’den sonra en fazla bulunan bileşen %1.56 oranla Linalol olarak belirtilmiştir (Marzouk, 2013). Sadece yağ ile gerçekleştirilen çalışmalarda D-limonen bileşeni için bu denli yüksek oranların çıkması muhtemeldir.

Çizelge 4.1 Hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilmiş turunç kabuklarının uçucu yağ bileşenleri (%)

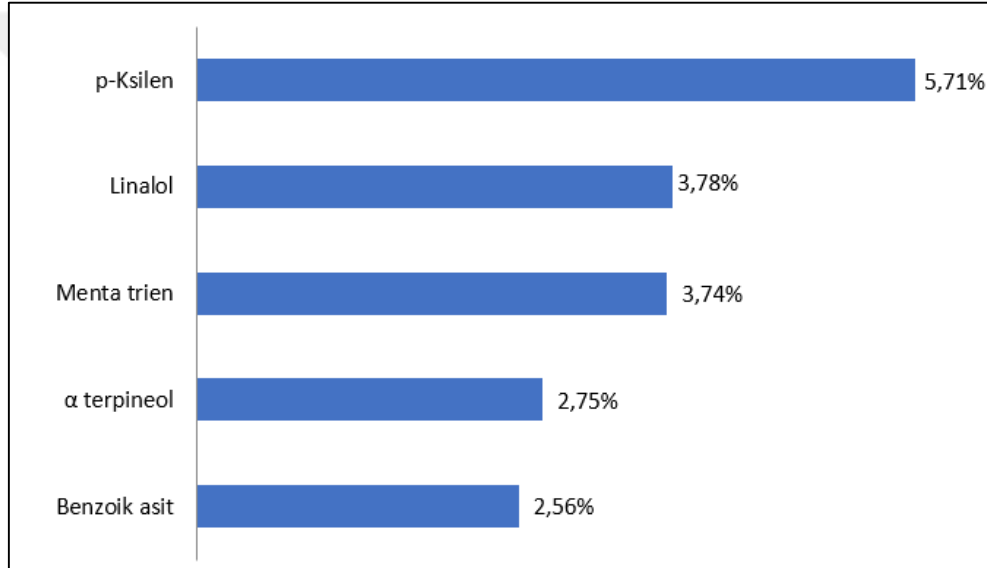
Bileşen	Tutulma Zamanı (dk)	% oran	
		Ortalama	Standart sapma
Metil-d3 1-Dideuterio-2-propenil Eter	2,963	0,12	0,08
Piridin	4,007	2,07	1,33
Hexanal	5,286	1,99	1,11
p-Ksilen	7,441	5,71	2,86
$\alpha$ - pinen	7,441	0,45	0,07
Benzaldehit	8,889	1,17	0,53
Benzoik asit, 2-	9,544	2,56	2,25
$\beta$ Pinen	9,655	0,88	0,18
m-Cymen	10,173	0,46	0,05
D-Limonen	10,804	39,14	16,50
Hekzadekan, 2,6,10,14-tetrametil-	11,368	0,31	0,17
Linalol oksit	11,732	1,86	0,17
cis-Linalol oksit	12,01	0,94	0,19
Linalol	12,194	3,78	0,05
3-Etil-3-Metilheptan Heptan, 3-etil-3-metil-	12,297	1,18	0,07
2-Sikloheksan-1-ol, 1-metil-4-(1-metilenetenil)-, trans-	12,793	0,88	0,06
L-Kafur	12,971	0,67	0,41
endo-Borneol Bisiklo [2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimetil-, endo-	13,316	0,77	0,02

Çizelge 4.1 Hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilmiş turunç kabuklarının uçucu yağ bileşenleri (%) (Devam)

Bileşen	Tutulma Zamanı (dk)	% oran	
		Ortalama	Standart Sapma
Terpinen 4-ol	13,485	0,41	0,08
m-Timol	13,59	0,26	0,03
$\alpha$ terpineol	13,691	2,75	1,10
P-Metil-6-En-2,3-Diol	13,847	1,69	0,46
cis-karveol	14,112	1,58	0,52
Nerol	14,227	0,66	0,26
p-Kuminaldehit	14,44	0,31	0,17
Karvon	14,503	1,73	0,02
trans-Geraniyol	14,604	1,11	0,96
Dekandioik asit, didesil ester	14,956	0,57	0,57
cis-Anetol	15,114	0,53	0,17
p-Timol	15,283	1,05	0,82
(+)- 4 karen	15,841	0,93	0,64
3-Metilen-1,5,5-trimethylcyclohexene	15,977	0,61	0,13
$\alpha$ Cubebene	16,091	0,36	0,28
2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimetil-, propanoat, (Z)-	16,381	0,22	0,16
3,7-Dimetil-6-nonen-1-ol	16,716	0,35	0,12
2 ally furan	16,897	0,42	0,01
Kariofilen	16,996	0,20	0,07
Menta-1,4,8-trien	17,099	3,74	1,72
$\alpha$ .-Kariofilen	17,437	0,14	0,01
Fenol, 2,5-bis(1,1-dimetiletil)-	18,028	0,29	0,06

Çizelge 4.1 Hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilmiş turunç kabuklarının uçucu yağ bileşenleri (%) (Devam)

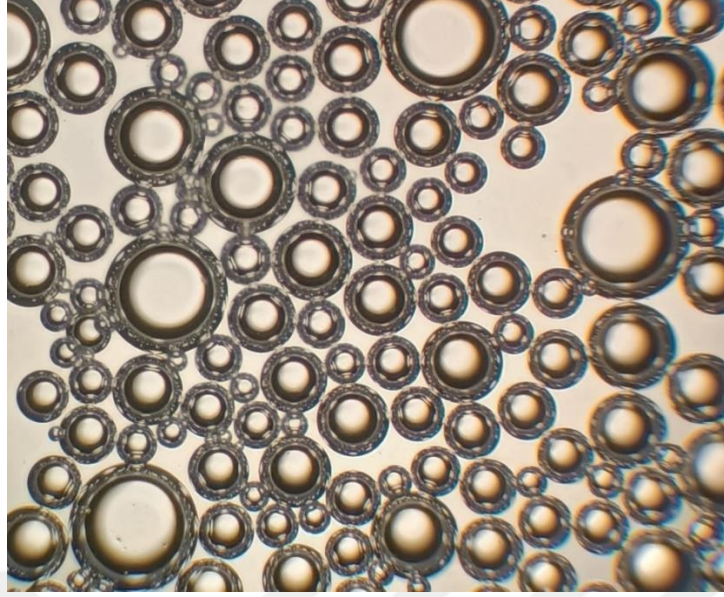
Bileşen	Tutulma Zamanı (dk)	% oran	
		Ortalama	Standart Sapma
1,3-Benzodioksol, 4-metoksi-6-(2-propenil)-	18,204	0,21	0,07
(-)-Kariofilen oksit	19,047	0,53	0,04



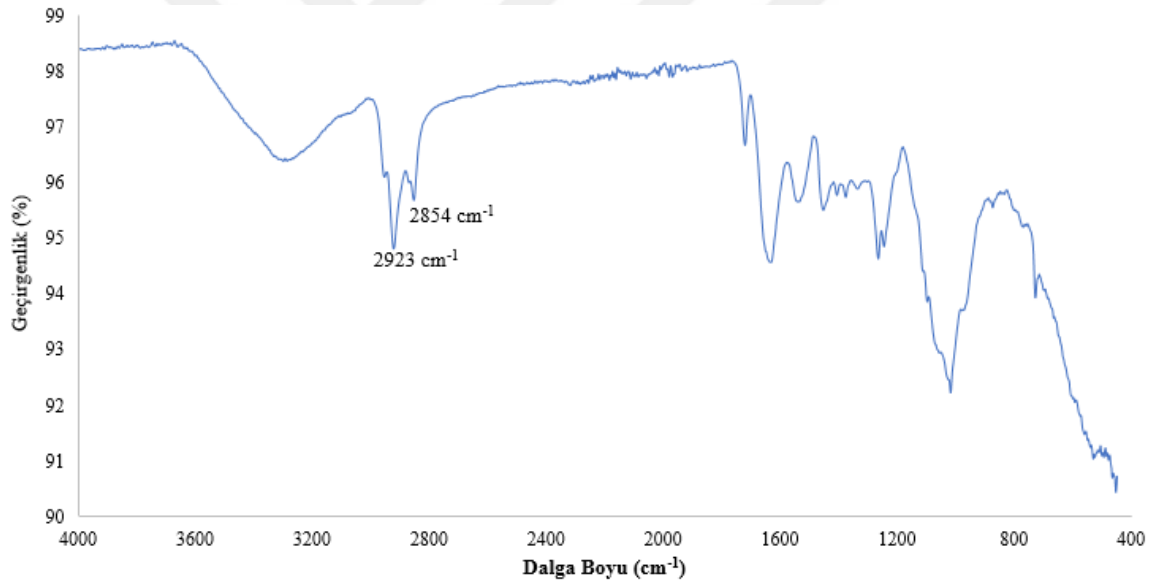
Şekil 4.1 D-Limonen'den sonra en fazla % orana sahip uçucu bileşenler

D-Limonen'den sonra en yüksek % oranına sahip uçucu bileşenler Şekil 4.1'de verilmiş olup, P-Ksilen %5,71, Linalol %3,78, Menta trien, %3,74, α-terpineol %2,75, benzoik asit %2,56 olarak tespit edilmiştir.

Kompleks koaservasyon yöntemi ile elde edilen mikrokapsüllerin optik mikroskopta görüntüleri incelenmiş olup, küresel yapıda oldukları görülmüştür (Resim 4.4). ImageJ ile yapılan ölçümde 50 mikrokapsülün ortalama çapları  $68,5 \pm 34,2$  µm olarak ölçülmüştür.



Resim 4.4 Mikrokapsüllerin optik mikroskop görüntüsü (40X)

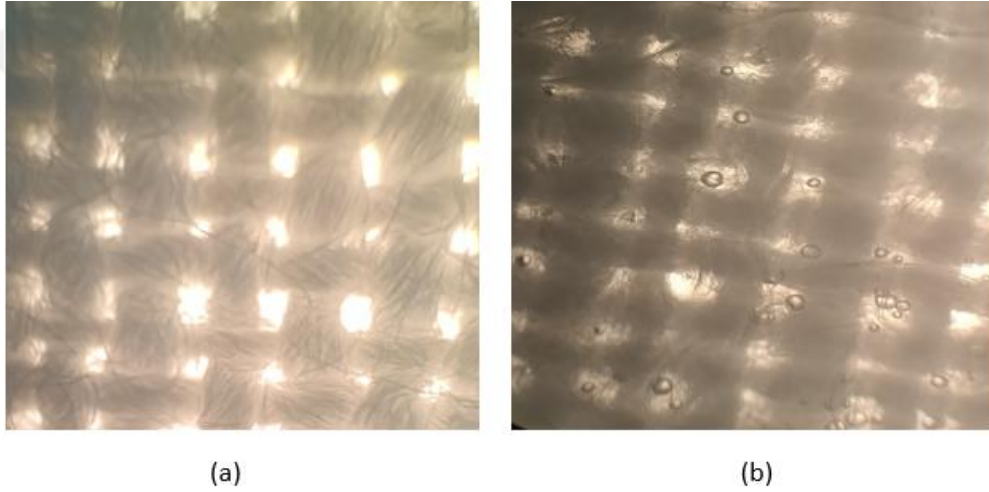


Şekil 4.2 Mikrokapsüllerin FTIR Spektrumu

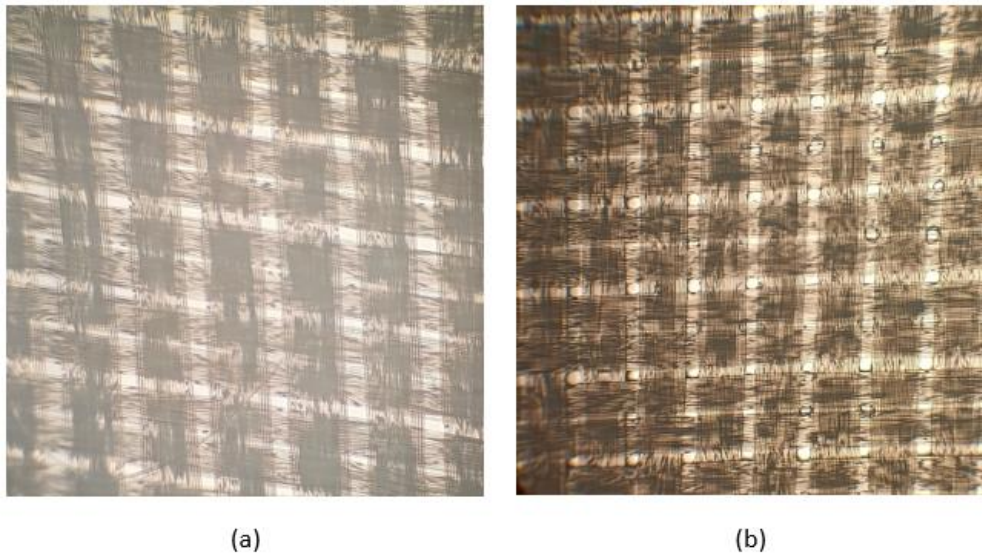
Şekil 4.2’de kuru haldeki mikrokapsüllerin FTIR sepktrumları görülmektedir. 1500- 400  $\text{cm}^{-1}$  parmak izi bölgesindeki pikler, kabuk malzemesini oluşturan saf jelatin ve saf arap zamkının literatürde verilen FTIR pikleri ile örtüşmektedir. 2923 ve 2854  $\text{cm}^{-1}$  dalga boylarında görülen  $-\text{CH}$  gerilemelerine bağlı pikler ise karakteristik olarak uçucu yağlarda gözlemlenmektedir. Bu FTIR spektrumu *C.aurantium* yağının başarılı şekilde kapsüllerin içerisine hapsedildiğini kanıtlamaktadır.

#### 4.4 Kumaş Karakterizasyonu Sonuçları

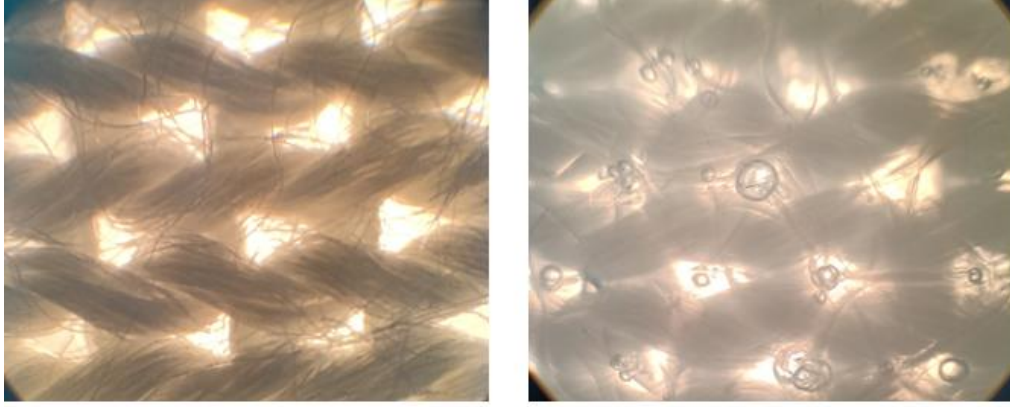
Mikrokapsüllerin başarılı bir şekilde oluştuğu gözlemlendikten sonra pamuk, poliester ve akrilik kumaşlara çektirme yöntemi ile aktarılmıştır. Çektirme yöntemi ile kumaşlara aktarılan mikrokapsüllerin optik mikroskop görüntüleri alınmış ve mikrokapsüllerin varlığı gözlemlenmiştir (Resim 4.5, Resim 4.6, Resim 4.7). Elde edilen mikrokapsüllü kumaşlara SEM analizi yapabilmek için öncesinde yalıtkan yapıdaki kumaşlara altın kaplama yapılmıştır. Altın kaplama yapılan kumaş numunelerinin daha sonrasında SEM-EDX görüntüleri incelenmiştir (Resim 4.8-Resim 4.13).



Resim 4.5 (a) Kapsülsüz (b)Kapsüllü pamuklu kumaş optik mikroskop görüntüsü (40X)



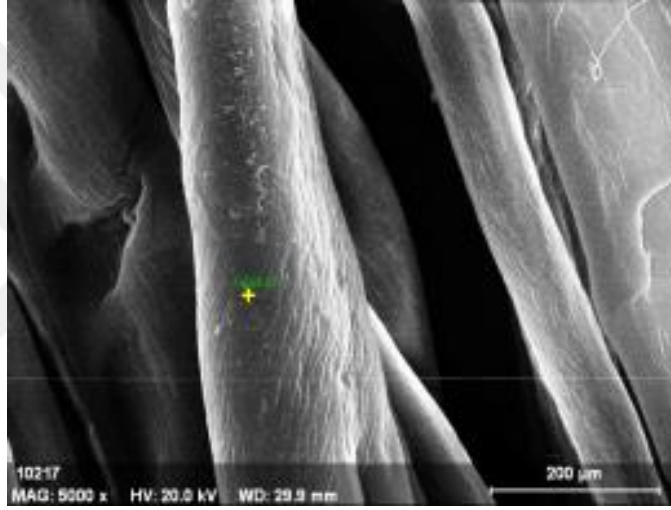
Resim 4.6 (a)Kapsülsüz, (b)Kapsüllü poliester kumaş optik mikroskop görüntüsü (40X)



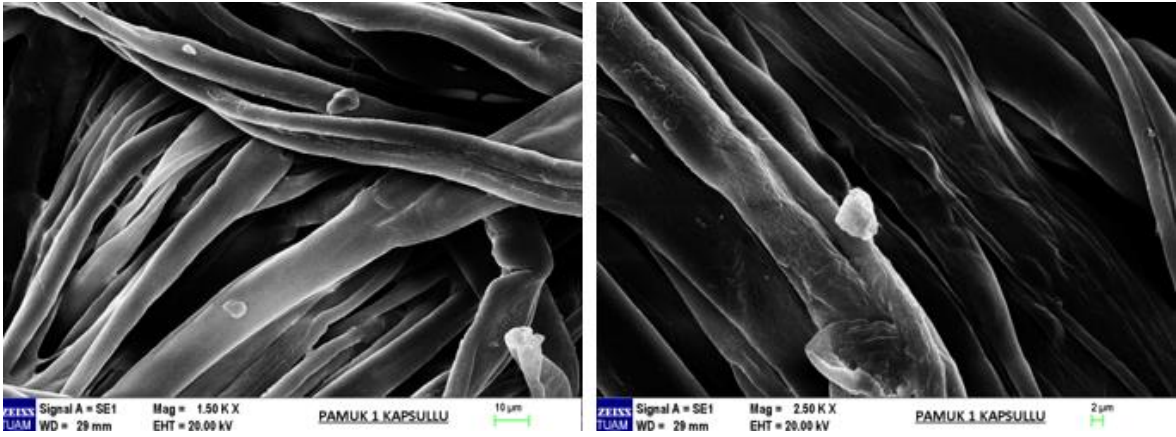
(a)

(b)

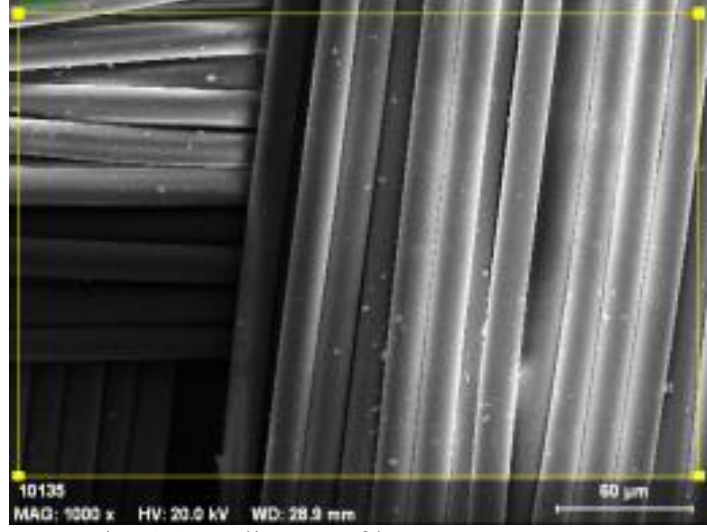
Resim 4.7 (a) Kapsülsüz, (b)Kapsüllü akrilik kumaş optik mikroskop görüntüsü (40X)



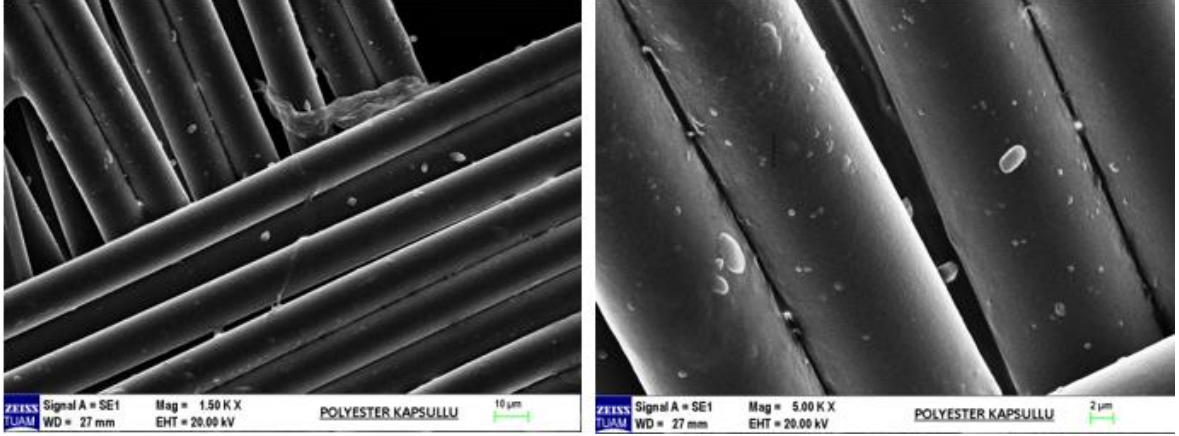
Resim 4.8 Pamuk saf kumaş SEM görüntüsü



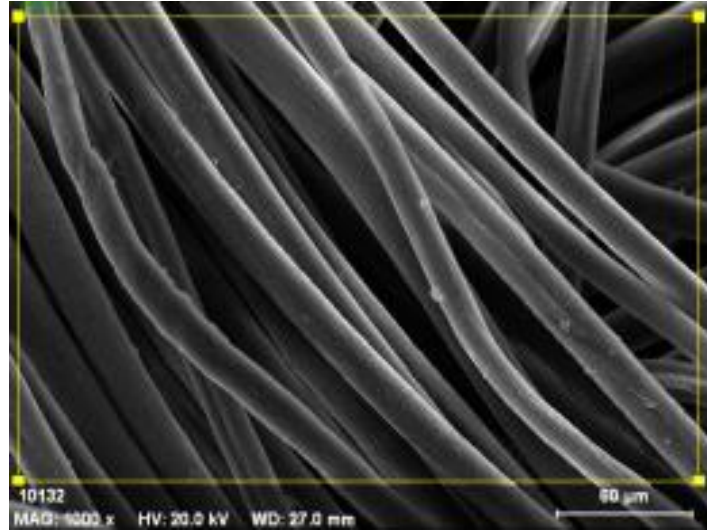
Resim 4.9 Kapsüllü pamuklu kumaş SEM görüntüsü



Resim 4.10 Poliester saf kumaş SEM görüntüsü

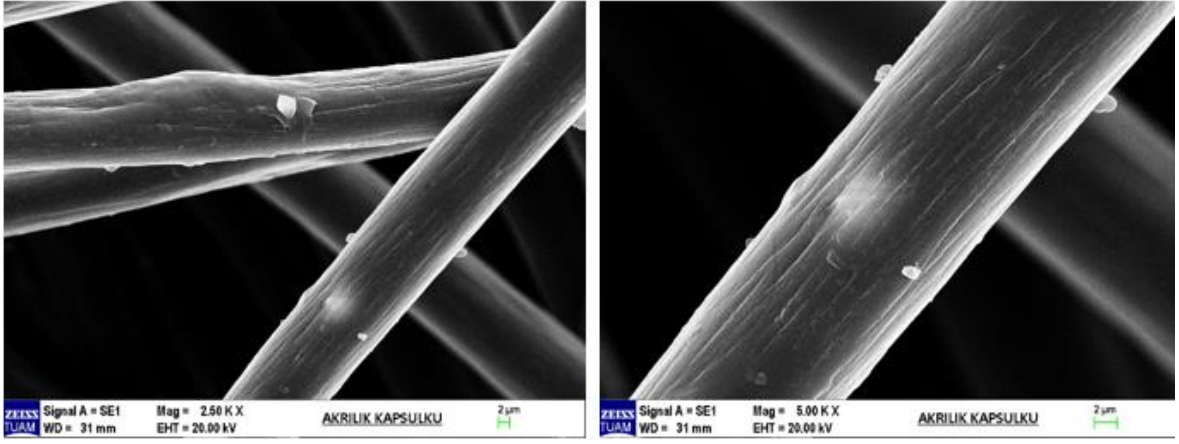


Resim 4.11 Kapsüllü poliester kumaş SEM görüntüsü



Resim 4.12 Akrilik saf kumaş SEM görüntüsü

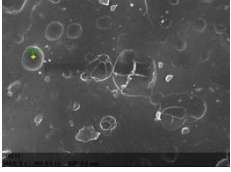
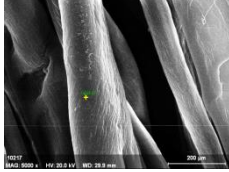
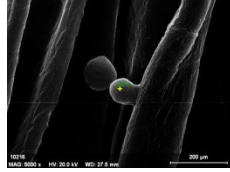
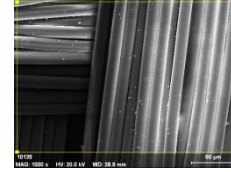
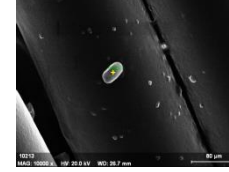
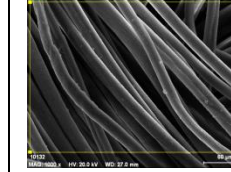
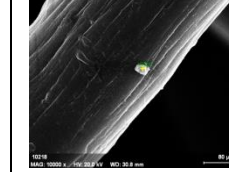




Resim 4.13 Kapsüllü akrilik kumaş SEM görüntüsü



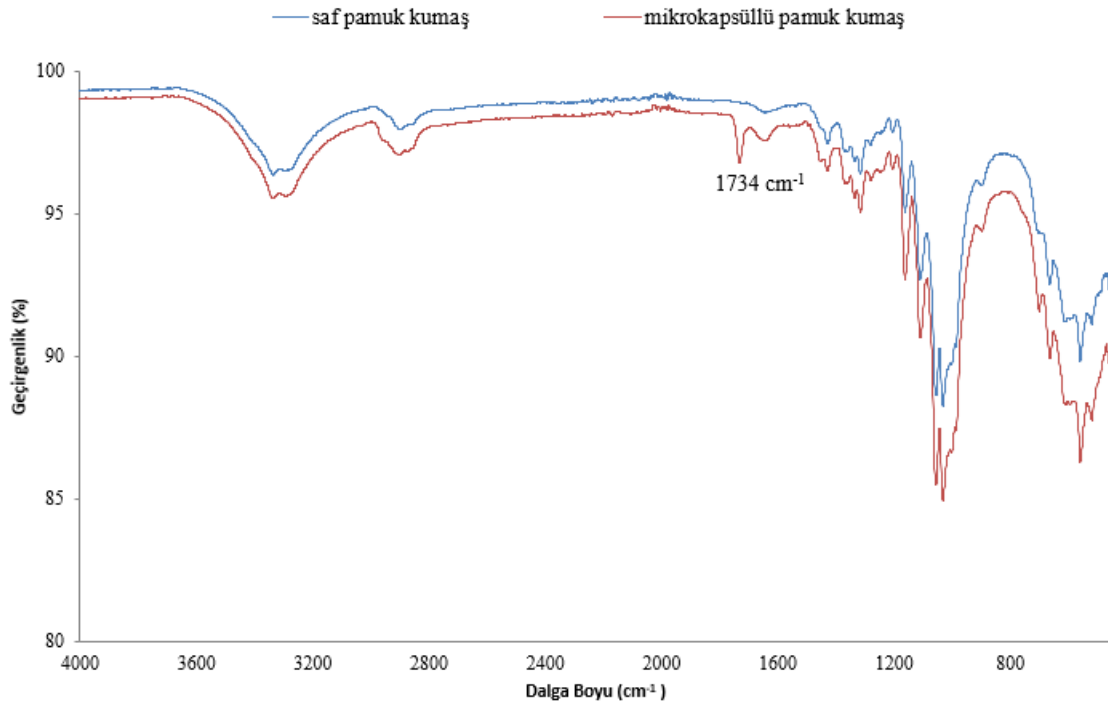
Çizelge 4.2 SEM-EDX Analiz Sonuçları

Tespit Edilen Element (kütlece %-normalleştirilmiş değerler)	ÖRNEKLER						
	Kapsüller	Saf Pamuk Kumaş	Kapsüllü Pamuk Kumaş	Saf Poliester Kumaş	Kapsüllü Poliester Kumaş	Saf Akrilik Kumaş	Kapsüllü Akrilik Kumaş
							
O (Oksijen)	47,89	43,27	51,75	51,73	47,13	18,95	16,14
C (Karbon)	30,31	48,71	36,03	48,27	42,55	50,09	53,07
N(Azot)	21,80	8,02	12,22	-	10,32	30,96	30,79
Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Kapsüllerin EDX analizlerine bakıldığında; kapsüllerde, en yüksek element içeriğinin ~%48 ile oksijen olduğu, bunu ~%30 oran ile karbonun izlediği, en düşük oranda ise azot elementinin bulunduğu gözlemlenmektedir. Saf pamuk kumaşın yaklaşık yarısı karbon elementinden oluşmakta iken, %43'ü oksijendir. Saf pamuk kumaş %8 oranında da azot içermektedir. Kapsül aktarılan pamuk kumaşın oksijen ve azot içeriğindeki artış, mikrokapsüllerin varlığına bir işaret olarak gösterilebilir.

Saf poliester kumaşın SEM-EDX analiz sonucu göz önünde bulundurulduğunda, oksijen ve karbondan oluştuğu gözlemlenmektedir (düşük atom numaralı elementler (hidrojen gibi) EDX ile tespit edilememektedir). Kapsül aktarılmış poliester kumaş değerlendirildiğinde ise, bu iki elementin yanı sıra ~%10 oranında mikrokapsüllerden kaynaklı azot element oranı ile karşılaşılmaktadır. Bu da, kapsüllerin kumaş yüzeyine aktarıldığının bir göstergesidir.

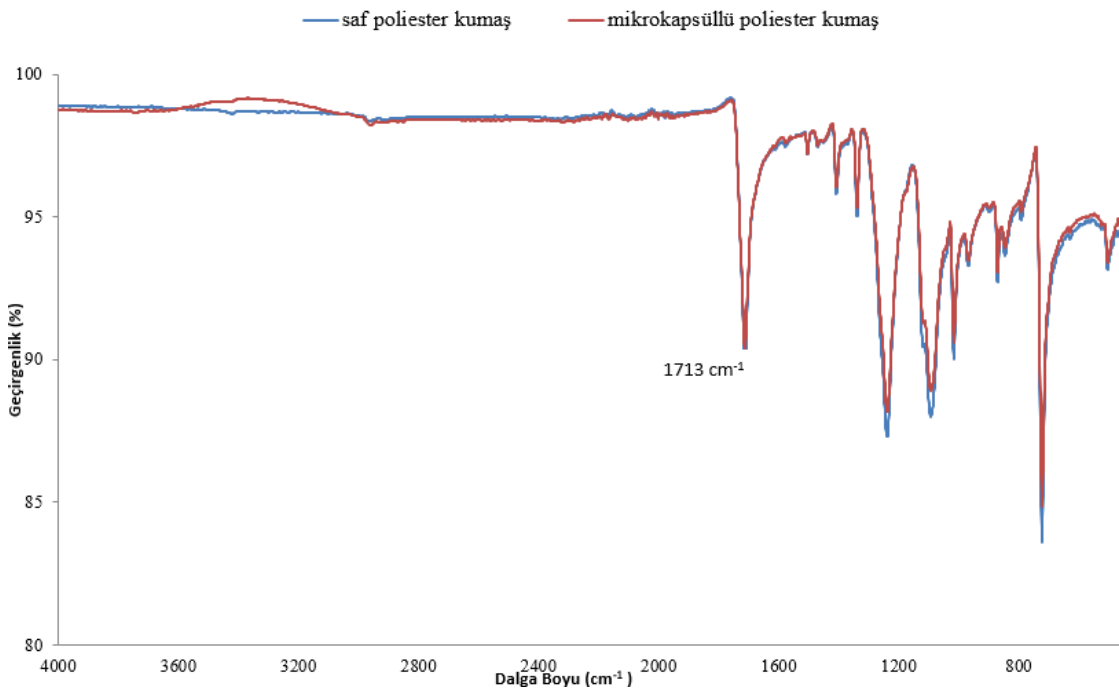
Saf ve kapsüllü akrilik kumaşların EDX analizleri ele alındığında ise, tespit edilen element oranlarında küçük miktarlarda değişme gözlemlendiği görülmektedir. Tüm kumaşlara ve kapsüllere ait spektra EK-2'de verilmiştir.



Şekil 4.3 Pamuk saf-kapsüllü kumaş FTIR grafiği

Şekil 4.3'de saf ve mikrokapsül aktarılmış %100 pamuk kumaşlara ait FTIR spektra verilmektedir. Saf pamuk kumaşa ait spektrumun 450-1500 cm<sup>-1</sup> aralığındaki bölge incelendiğinde, literatürde (Zhou and Kan, 2014; Gouda et al., 2015) verilen pamuk kumaş

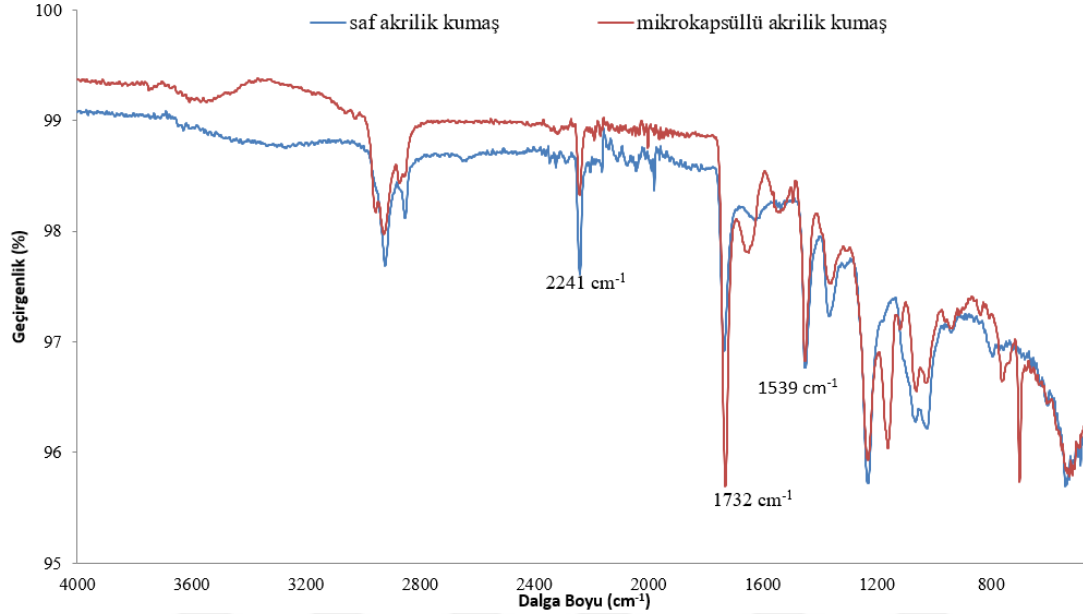
spektrumları ile uyum içerisinde olduğu gözlemlenmektedir. Mikrokapsül aktarılmış kumaşa ait spektrumda  $1734\text{ cm}^{-1}$  dalga boyunda karşılaşılan düşük yoğunluğa sahip pikin mikrokapsüllerin duvar maddelerinden olan jelatindeki karbonil grupları tarafından yaratılmış olduğu düşünülmektedir. Bilindiği gibi karbonil grupları  $1650\text{-}1800\text{ cm}^{-1}$  dalga boyu aralığında pikler vermektedir. Pamuklu kumaşlara ait FTIR spektra, SEM-EDX bulgularını da destekler şekilde az miktarda olsa da mikrokapsülün kumaş yüzeyine aktarıldığını kanıtlamaktadır.



Şekil 4.4 Poliester saf-kapsüllü kumaş FTIR grafiği

Şekil 4.4'te saf ve mikrokapsül aktarılmış %100 poliester kumaşlara ait FTIR spektra verilmektedir. Referans (Tadesse et al., 2017)'de verildiği üzere, saf poliester kumaşa ait karakteristik pikler  $1408$  (aromatik halka),  $1340$  (karboksilik ester),  $1239$  (karboksilik ester),  $1092$  (C-O-C asimetrik gerilmesi),  $1017$  (O=C-O-C ya da ikincil alkol grupları),  $970$  (C=C gerilmesi),  $871$  (C-O-C simetrik gerilmesi),  $869$ ,  $831$ ,  $723$  ve  $505\text{ cm}^{-1}$ 'de karşımıza çıkmaktadır (Arbab et al., 2015; Bhattacharya and Chaudhari, 2014).  $1713\text{ cm}^{-1}$  dalga boyunda karşımıza çıkan kuvvetli pik ise karbonil gruplarındaki titreşime bağlıdır. FTIR analizlerinde  $1500\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$  dalga boyu aralığındaki fonksiyonel grup bölgesinde oluşan piklerin yoğunluklarındaki küçük azalma ya da artışların bile malzeme üzerinde yaratılmış

farklılıklara işaret ettiği bilinmektedir. Bu anlamda; mikrokapsüllü poliester kumaşta  $1713\text{ cm}^{-1}$ 'deki pikin kuvvetindeki artış, karbonil (C=O) grupları ile mikrokapsüller arasında gerçekleştiği düşünülen etkileşimlere bağlanmaktadır.



Şekil 4.5 Akrilik saf-kapsüllü kumaş FTIR grafiği

Şekil 4.5'te saf ve mikrokapsül aktarılmış %100 akrilik kumaşlara ait FTIR spektra verilmektedir.  $1453\text{ cm}^{-1}$  (CH eğilmesi) ve  $1299\text{ cm}^{-1}$  (C-N eğilmesi) dalga boylarında akrilik için karakteristik olan iki pike rastlanmaktadır. Ayrıca  $2241\text{ cm}^{-1}$ 'de gözlemlenen kuvvetli pik de nitril gruplarının (-CN) yarattığı titreşim ile açıklanmaktadır (Ren et al., 2018). Saf kumaşa ait spektrumda görülen  $1732\text{ cm}^{-1}$ 'deki karbonil gruplarına bağlı pik yoğunluğunun mikrokapsüllü kumaşta arttığı gözlemlenmiştir. Bu da mikrokapsül duvar malzemesi olan jelatinin sahip olduğu karbonil gruplarından kaynaklı olabilir. Bunun yanı sıra, saf kumaşta gözlemlenmeyen,  $1539\text{ cm}^{-1}$ 'de amid (-CONH-) gruplarına bağlı bir pik mikrokapsüllü akrilik kumaşta ortaya çıkarken, nitril gruplarına bağlı  $2241\text{ cm}^{-1}$ 'deki pikin yoğunluğu azalmıştır.

## 5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada *C. aurantium* içeren mikrokapsüllerin 40 °C sıcaklık ve 1500 d/dk. mekanik karıştırıcı devri ile başarılı bir şekilde hazırlanabildiği gözlemlenmiştir. Alınan optik mikroskop görüntüleri düzgün morfolojili ve makul çap dağılımlı mikrokapsüllerin oluştuğunu kanıtlamaktadır. Çektirme yöntemi ile %100 pamuk, %100 poliester ve %100 akrilik kumaşlara aktarımın başarılı olduğu optik mikroskop ve SEM ile gözlemlenmiştir. FTIR karakterizasyonu da jelatin içerisinde bulunan karbonil gruplarının yarattığı pikler ile kumaş yüzeyine mikrokapsüllerin başarılı şekilde aktarıldığını kanıtlamaktadır. Ekstrakte edilen *C. aurantium* yağı içeren mikrokapsüllerin uçucu bileşenlerinin tespiti için GC-MS analizi yapılmış ve %39,14 oranla en yüksek bileşen D-Limonen olarak tespit edilmiştir.

*C. aurantium* yağı başarılı şekilde ekstrakte edildikten sonra, literatürde tanımlanan sinek kaçış ünitesi tasarlanmış ve sivrisineklerin bulunduğu birinci bölmeye yerleştirilmiştir. Yağın uçucu bileşenleri kabin içerisine yayılmaya başladıktan sonra sivrisineklerde birinci bölmeden ikinci bölmeye doğru kaçışlar gözlemlenmiştir. *C. aurantium* yağı ile yapılan sinek kovuculuk testinde başarılı olunmuş ve *C. aurantium* yağının sivrisinek kovucu etkisi kanıtlanmıştır. Gerçekleştirilen bu çalışmanın ilerleyen basamakları *C. aurantium* yağı içeren mikrokapsüllerin pamuk, poliester, akrilik gibi farklı hammaddeden oluşan tekstil yüzeylerine aktarılan mikrokapsüllerin kırılarak ortama saldıkları yağın sivrisinekler üzerindeki etkisinin test edilmesine yönelik olacaktır.

Bu tezde sinek kovucu doğal aktif içerik *C. aurantium* olmuştur. Bu yağın yanında literatürde sinek kovucu etkisi ispatlanmış yağlar kullanılarak çalışmanın kapsamı genişletilebilir. Mikrokapsülleme için daha düşük çaplara izin veren başka yöntem ya da polimerler denenebilir. Mikrokapsüllerin kumaşa aktarımlarında uygulanan çektirme yönteminin aksine emdirme yöntemi ile denemeler yapılabilir.

## KAYNAKLAR

- Abdelatif, H. M., 2004, ‘‘Insecticidal and Antibacterial Activity of Citrus Fruits’ Peels and Juices’’, Doctoral dissertation, Thesis. *Department of Zoology, Faculty of Science University of Khartoum*, 49-57.
- Anitha, R., Ramachandran, T., Rajendran, R., Mahalakshmi, M., 2011, ‘‘Microencapsulation of lemon grass oil for mosquito repellent finishes in polyester textiles’’, *Elixir Bio Physics*, 40: 5196-5200.
- Arbab, A. A., Sun, K. C., Sahito, I. A., Qadir, M. B., Jeong, S. H., 2015, ‘‘Multiwalled carbon nanotube coated polyester fabric as textile based flexible counter electrode for dye sensitized solar cell’’, *Physical Chemistry Chemical Physics*, 17(19): 12957-12969.
- Arıdoğan, B.C., Baydar, H., Kaya, S., Demirci, M., Özbařar, D., Mumcu, E., 2002, ‘‘Antimicrobial Activity and Chemical Composition of Some Essential Oils’’, *Archives of pharmacal research*, 25(6): 860-864.
- Autino, B., Noris, A., Russo, R., Castelli, F., 2012, ‘‘Epidemiology of malaria in endemic areas’’, *Mediterranean Journal of Hematology and Infectious Diseases*, 4(1): 1-11.
- Badulescu, R., Vivod, V., Jausovec, D., Voncina, B., 2008, ‘‘Grafting of Ethylcellulose Microcapsules Onto Cotton Fibers’’, *Carbohydrate Polymers*, (71): 85-91.
- Bhattacharya, S. S., Chaudhari, S. B., 2014, ‘‘Study on structural, mechanical and functional properties of polyester silica nanocomposite fabric’’, *International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology*, 21(1): 43.
- Benita, S., 1996, ‘‘Microencapsulation: Methods and Industrial Applications 2nd ed.’’, *Marcel Dekker, Inc.*, New York, United States of America, 99-118.
- Beyhan, B., Cireli, A., Mutlu, M., 2007, ‘‘Selüloz tabanlı yara örtü malzemelerinde antimikrobiyal performans’’, *III. Uluslararası Teknik Tekstiller Kongresi*, İstanbul, 80-84.
- Bourgou, S., Rahali, F. Z., Ourghemmi, I., Saïdani Tounsi, M., 2012, ‘‘Changes of peel essential oil composition of four Tunisian citrus during fruit maturation’’, *The Scientific World Journal*, 2012: 1-10.

- Cellat, K., 2011, ‘‘Bazı endemik bitkilerin uçucu yağ bileşenlerinin ekstrakte edilmesi ve İçeriklerinin araştırılması’’, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı*, Adana, 10-27.
- Chavasse, D. C., Yap, H. H., Organization W.H., 1997, ‘‘Chemical methods for the control of vectors and pests of public health importance’’, D.C Chavasse, H.H Yap, *World Health Organization*, Geneva, 108-110.
- Cho, J.S., Kwon, A., Cho, C.G., 2002, ‘‘Microencapsulation of Octadecane as a PhaseChange Material by Interfacial Polymerization in a Emulsion System’’, *Colloid Polymer Science*, (280): 260-266.
- Collins, W. E., Jeffery, G. M., 2007, ‘‘Plasmodium malariae: parasite and disease’’, *Clinical microbiology reviews*, 20(4): 579-592.
- Cosco, S., Ambrogi, V., Musto, P., Carfagna, C., 2006, ‘‘Urea-Formaldehyde Microcapsules Containing an Epoxy Resin: Influence of Reaction Parameters on the Encapsulation Yield’’, *In Macromolecular symposia*, 234(1): 184-192.
- Curtis, C. F., Lines, J. D., Ijumba, J., Callaghan, A., Hill, N., Karimzad, M. A., 1987, ‘‘The relative efficacy of repellents against mosquito vectors of disease’’, *Medical and veterinary entomology*, 1(2): 109-119.
- Deveci, S.S., Başal, G., 2009, ‘‘Preparation of PCM Microcapsules by Complex Coacervation of Silk Fibroin And Chitosan’’, *Colloid Polymer Science*, 287(12): 1455-67.
- Dong, Z., Ma, Y., Hayat, K., Jia, C., Xia, S., Zhang, X., 2011, ‘‘Morphology and Release Prpfile of Microcapsules Encapsulating Peppermint Oil by Complex Coacervation’’, *Journal of Food Engineering*, (104): 455-460.
- Erkan, G., 2008, ‘‘Bazı antifungal ajanların mikrokapsülasyonu ve tekstil materyallerine aplikasyonu’’, Doktora Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 62-128.
- Eyüpoglu, S., Kut, D., 2016, ‘‘Mikrokapsülasyon Teknolojisi Ve Tekstil Sektöründe Kullanımı/Microencapsulation Technology And The Use Of Microencapsulation Technology In Textile Industry’’, *Istanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 15(29): 9.
- Fang, Y., Kuang, S., Gao, X., Zhang, Z., 2008, ‘‘Preparation and Characterization of Novel Nanocapsulated Phase Change Materials’’, *Energy Conversion and Management*, (49): 3704-3707.



- Faulde, M., 2006, "A new clothing impregnation method for personal protection against ticks and biting insects", *International Journal of Medical Microbiology*, 296(1): 225-229.
- Fei, B., Lu, H., Qi, K., Shi, H., Liu, T., Li, X., Xin, J.H., 2008, "Multi-Functional Microcapsules Produced by Aerosol Reaction", *Aerosol Science*, 39(12): 1089-1098.
- Freedman, D. O., Weld, L. H., Kozarsky, P. E., Fisk, T., Robins, R., Von Sonnenburg, F., Cetron, M. S., 2006, "Spectrum of disease and relation to place of exposure among ill returned travelers", *New England Journal of Medicine*, 354(2): 119-130.
- Ganesan, P., Tamil Selvi, C., Ramachandran, T., 2012, "Microencapsulation of Copper Enriched Herbals for Curative Garments", *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 11(3): 532-536.
- Goodyer, L. I., Croft, A. M., Frances, S. P., Hill, N., Moore, S. J., Onyango, S. P., Debboun, M., 2010, "Expert review of the evidence base for arthropod bite avoidance", *Journal of travel medicine*, 17(3): 182-192.
- Gouda, M., Aljaafari, A., Al-Fayz, Y., Boraie, W. E., 2015, "Preparation and characterization of some nanometal oxides using microwave technique and their application to cotton fabrics", *Journal of Nanomaterials*, 16(1): 163.
- Gönülşen İ., 2013, "Portakal Yağı İçeren Mikro ve Moleküler Kapsüllerin Salım Davranışlarının İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 91s.
- Greive, K. A., Staton, J. A., Miller, P. F., Peters, B. A., Oppenheim, V. J., 2010, "Development of Melaleuca oils as effective natural-based personal insect repellents", *Australian journal of entomology*, 49(1): 40-48.
- Habeck, J. C., Diop, L., Dickman, M., 2010, "Synthesis of N, N-Diethyl-3-methylbenzamide (DEET): Two Ways to the Same Goal", *Journal of Chemical Education*, 87(5): 528-529.
- Hawman, D. W., Feldmann, H., 2018, "Recent advances in understanding Crimean-Congo hemorrhagic fever virus", *PMC Journals F1000Research*, 7(1): 1715.
- Jyothi, N. V. N., Prasanna, P. M., Sakarkar, S. N., Prabha, K. S., Ramaiah, P. S., Srawan, G. Y., 2010, "Microencapsulation techniques, factors influencing encapsulation efficiency", *Journal of microencapsulation*, 27(3): 187-197.

- Karagönlü, S., 2011, ‘‘Medikal Tekstil Uygulamaları İçin Antibakteriyel Ajan İçeren Mikrokapsüllerin Hazırlanması’’, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 116s.
- Katz, T. M., Miller, J. H., Hebert, A. A., 2008, ‘‘Insect repellents: historical perspectives and new developments’’, *Journal of the American Academy of Dermatology*, 58(5): 865-871.
- Kebaşçı, K., 2012, ‘‘Kokulu Mikrokapsüller’’, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta, 19-52.
- Kesici Güler, H., 2015, ‘‘Bazı Bitki Ekstraktlarının Eldesi, Mikrokapsülasyonu ve Pamuklu Kumaşa Aplikasyonu’’, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta, 114 s.
- Leclercq, S., Harlander, K. R., Reineccius, G. A., 2009, ‘‘Formation and characterization of microcapsules by complex coacervation with liquid or solid aroma cores’’, *Flavour and Fragrance Journal*, 24(1): 17-24.
- Li, L., Au, W., Hua, T., Zhao, D., Wong, K., 2013, ‘‘Improvement in Antibacterial Activity of Moxa Oil Containing Gelatin-Arabic Gum Microcapsules’’, *Textile Research Journal*, 83(12): 1236-1241.
- Li, S., Lewis, J. E., Stewart, N. M., Qian, L., Boyter, H., 2008, ‘‘Effect of finishing methods on washing durability of microencapsulated aroma finishing’’, *The Journal of The Textile Institute*, 99(2): 177-183.
- Ma, D., Bhattacharjee, A. K., Gupta, R. K., Karle, J. M., 1999, ‘‘Predicting mosquito repellent potency of N, N-diethyl-m-toluamide (DEET) analogs from molecular electronic properties’’, *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 60(1): 1-6.
- Marzouk, B., 2013, ‘‘Characterization of bioactive compounds in Tunisian bitter orange (*Citrus aurantium* L.) peel and juice and determination of their antioxidant activities’’, *BioMed research international*, 2013: 1-12.
- Mclafferty F.W., 2005, ‘‘Wiley Registry of Mass Spectral Data 7th edition with NIST 2005 Spectral Data’’, ISBN-13: 978-0-471-47325-1.
- Miro Specos, M., García, J. J., Tornesello, J., Marino, P, Vecchia, M. D., Tesoriero, M. V., Hermida, L.G., 2010, ‘‘Microencapsulated citronella oil for mosquito repellent finishing of cotton textiles’’, *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 104 (10): 653–658.

- Monllor P., Bonet M. A., Casese F., 2007, ‘‘Characterization of the Behaviour of Flavour Microcapsules in Cotton Fabrics’’, *European Polymer Journal*, 43: 2481-2490.
- Monllor P., Capablanca L., Gisbert J., Diaz P., Montava I., Bonet A., 2010, ‘‘Improvement of Microcapsule Adhesion to Fabrics’’, *Textile Research Journal*, 80(7): 631-635.
- Moore, S. J., Hill, N., Ruiz, C., Cameron, M. M., 2007, ‘‘Field evaluation of traditionally used plant-based insect repellents and fumigants against the malaria vector *Anopheles darlingi* in Riberalta, Bolivian Amazon’’, *Journal of medical entomology*, 44(4): 624-630.
- Mossa, A. T. H., Mohafrash, S. M., Chandrasekaran, N., 2018, ‘‘Safety of natural insecticides: toxic effects on experimental animals’’, *BioMed research international*, (2018): 1-17.
- N’Guessan, R., Knols, B. G. J., Pannetier, C., Rowland, M., 2008, ‘‘DEET microencapsulation: a slow-release formulation enhancing the residual efficacy of bed nets against malaria vectors’’, *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 102(3): 59–262.
- Nelson, G., 2002, ‘‘Application of microencapsulation in textiles’’, *International Journal of Pharmaceutics*, 242: 55-62.
- Önder, E., Sarier, N., 2004, ‘‘Improving thermal regulation functions of textiles’’, *In 4th AUTEX Conference*, Belçika, 22-24.
- Övez, B., Yüksel, M., 2002, ‘‘Parfümlerin Çapraz Bağlı Mikrokapsüllerden Yavaş Salgılanmaları’’, *Ekoloji Dergisi*, 43(10): 26-29.
- Panisello, C., Peña, B., Gilabert Oriol, G., Constantí, M., Gumí, T., Garcia-Valls, R., 2013, ‘‘Polysulfone/Vanillin Microcapsules for Antibacterial and Aromatic Finishing of Fabrics’’, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 52(29): 9995-10003.
- Park, S., Shin, Y., Lee, J., 2001, ‘‘Preparation and Characterization of Microcapsules Containing Lemon Oil’’, *Journal of Colloid and Interface Science*, 241: 502- 508.
- Paul, R., 2014, ‘‘Functional finishes for textiles: improving comfort, performance and protection 1nd ed.’’, *Elsevier*, İndia, 60-64.
- Pawliszyn, J., 2012, ‘‘Theory of solid phase microextraction 2nd ed.’’, *Handbook of solid phase microextraction*, USA, 13-59.

- Pena, B., Panisello, C., Areste, G., Volls, R., Gumi, T., 2012, ‘Preparation and Characterization of Polysulfone Microcapsules for Perfume Release’, *Chemical Engineering Journal*, 179: 394-403.
- Pennetier, C., Corbel, V., Hougard, J. M., 2005, ‘Combination of a non-pyrethroid insecticide and a repellent: a new approach for controlling knockdown-resistant mosquitoes’, *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 72(6): 739-744.
- Ren, Y., Huo, T., Qin, Y., Liu, X., 2018, ‘Preparation of flame retardant polyacrylonitrile fabric based on sol-gel and layer-by-layer assembly’, *Materials*, 11(4): 483.
- Salafsky, B., He, Y. X., Li, J., Shibuya, T., Ramaswamy, K., 2000, ‘Study on the efficacy of a new long-acting formulation of N, N-diethyl-m-toluamide (DEET) for the prevention of tick attachment’, *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 62(2): 169-172.
- Schmutterer, H., 1990, ‘Properties of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*’, *Annual Review of Entomology*, 35: 271–297.
- Schultz, G., Peterson, C., Coats, J., 2006, ‘Natural insect repellents: activity against mosquitoes and cockroaches’, *ACS Publications*, (13): 168-181.
- Schwartz, E., Weld, L. H., Wilder-Smith, A., Von Sonnenburg, F., Keystone, J. S., Kain, K. C., 2008, ‘Seasonality, annual trends, and characteristics of dengue among ill returned travelers’, *Emerging infectious diseases*, 14(7): 1081.
- Sharma, V. P., Ansari, M. A., Razdan, R. K., 1993, ‘Mosquito repellent action of neem (*Azadirachta indica*) oil’, *Journal of the American Mosquito Control Association*, 9(3): 359-360.
- Shin, Y., Yoo, D.I., Son, K., 2005, ‘Development of Thermoregulating Textile Materials with Microencapsulated Phase Change Materials (PCM). II. Preparation and Application of PCM Microcapsules’, *Journal of Applied Polymer Science*, 96: 2005-2010.
- Showler, A. T., 2017, ‘Botanically based repellent and insecticidal effects against horn flies and stable flies (Diptera: Muscidae)’, *Journal of Integrated Pest Management*, 8(1): 1-11.
- Singh, N., Mishra, A.K., Saxena, A., 1996, ‘Use of neem cream as a mosquito repellent in tribal areas of central India’, *Indian Journal of Malariology*, 33: 99-102.
- Steuer, B., Schulz, H., Läger, E., 2001, ‘Classification and analysis of citrus oils by NIR spectroscopy’, *Food Chemistry*, 72(1): 113-117.

- Sukumar, N., Lakshmikantha, C. B., 2010, "Methods of encapsulation and their evaluation of the natural aromatic oils in textile material", *Indian Journal of Applied Sciences*, 56(11): 56-69.
- Sukumaran D., Sharma A.K., Wasu Y.H., Pandey P., Tyagi V., 2014, "Knockdown and repellent effect of permethrin-impregnated army uniform cloth against *Aedes aegypti* after different cycles of washings", *Parasitology Research*, 113: 1739-1747.
- Sumithra, M., Raaja, N.V., 2012, "Antibacterial Efficacy Analysis of *Ricinus Communis*, *Senna Auriculata* and *Euphorbia Hirta* Extract Treated on the Four Variant of Denim Fabric against *Escherichia Coli* and *Staphylococcus Aureus*". *Journal of Textile Science & Engineering*, 02(111): 2.
- Tadesse, M. G., Loghin, C., Chen, Y., Wang, L., Catalin, D., Nierstrasz, V., 2017, "Effect of liquid immersion of PEDOT: PSS-coated polyester fabric on surface resistance and wettability", *Smart Materials and Structures*, 26(6): 065016.
- Tawatsin, A., Wratten, S. D., Scott, R. R., Thavara, U., Techadamrongsin, Y., 2001, "Repellency of volatile oils from plants against three mosquito vectors", *Journal of Vector ecology*, 26: 76-82.
- Topbaş, Ö., 2011, "Mikrokapsülasyon tekniği ile iyileştirici bandaj üretimi", Doktora Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 100s.
- Trigg, J. K., Hill, N., 1996, "Laboratory evaluation of a eucalyptus-based repellent against four biting arthropods", *Phytotherapy Research*, 10(4): 313-316.
- Trongtokit, Y., Rongsriyam, Y., Komalamisra, N., Apiwathnasorn, C., 2005, "Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites", *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 19(4): 303-309.
- Tözüm, M. S., Alay Aksoy, S., 2014, "Isı Depolama Özellikli Mikrokapsül Uygulanmış Kumaşların Isı Depolama ve Konfor ile İlgili Özelliklerinin Araştırılması", *Journal of Natural & Applied Sciences*, 18(2): 37-44.
- Van Langenhove, L., Paul, R., 2014, "Insect repellent finishes for textiles, 1nd ed", *Functional Finishes for Textiles: Improving Comfort, Performance and Protection*, UK: Elsevier (Woodhead Publishing), 333-360.
- Webb, C. E., Russell, R. C., 2009, "Insect repellents and sunscreen: implications for personal protection strategies against mosquito-borne disease", *Australian and New Zealand journal of public health*, 33(5): 485-490.

Wimalaratne, P. D. C., Slessor, K. N., Borden, J. H., Chong, L. J., Abate, T., 1996, ‘Isolation and identification of house fly, *Musca domestica* L., repellents from pepper tree’, *Schinus molle* L. *Journal of chemical ecology*, 22(1): 49-59.

Zhou, C. E., Kan, C. W., 2014, ‘Plasma-assisted regenerable chitosan antimicrobial finishing for cotton’, *Cellulose*, 21(4): 2951-2962.

Zou, G.L., Tan, Z.C., Lan, X.Z., Sun, L.X., Zhang, T., 2004, ‘Preparation and Characterization of Microencapsulated Hexadecane Used for Thermal Energy Storage’, *Chinese Chemical Letters*, 15(6):729-732.





**EKLER**



T.C.  
ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI  
Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü



Sayı : 72784983-488.04-99938  
Konu: Araştırma İzinleri

26.04.2018

**Sn. Doç. Dr. Ayşe Ebru TAYYAR**  
(Uşak Üniversitesi Mühendislik Fakültesi)  
UŞAK

Uşak Üniversitesi Mühendislik Fakültesi öğretim üyesi Doç. Dr. Ayşe Ebru TAYYAR tarafından yürütülecek olan "Sinek ve haşere kovucu bitkisel ajanlar içeren mikrokapsüllü tekstil yüzeylerinin üretimi ve karakterizasyonu" başlıklı proje kapsamında araştırmacı personelinin yürütmesi planlanan arazi çalışmaları ile ilgili Bilimsel Araştırma İzin Başvurusu Genel Müdürlüğümüz yetki ve sorumlulukları çerçevesinde incelenmiş olup, buna göre;

- Çalışmalar kapsamında toplanacak örneklerde temsil edici yeterlilikte miktarın aşılması ve bu örneklerin Genel Müdürlüğümüz onayı alınmadan yurtdışına çıkarılmaması,
  - Çalışmaların sahada bulunan flora, fauna, doğal ve kültürel değerlerin yanı sıra ekosistem bütünlüğüne de zarar vermeyecek şekilde yapılması, zarar belirtisi halinde derhal araştırmanın sonlandırılması,
  - Araziden toplanan türlerin ticarete konu edilmemesi,
  - Arazi çalışmalarının yapılacağı İl Şube / Milli Park Müdürlüğüne süreç ve sonuç hakkında mutlak suretle bilgi verilmesi,
  - Araştırma sırasında elde edilen fotoğraf, video vb. dijital verinin kurumumuzun ayrı bir izni olmaksızın medya vb. organlarda yayımlanmaması, bilimsel maksatlar haricinde yayın yapılmaması,
  - Arazi çalışmalarının 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu kapsamında yer alan sınırlar dahilinde kalması durumunda Sahaya ait Uzun Devreli Gelişme Planı hükümlerine uygun hareket edilmesi,
  - Söz konusu çalışmaların 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu kapsamında yer alan sınırlar dahilinde kalması durumunda çalışmanın süreç ve sonucu hakkında mutlak suretle ilgili Milli Park Müdürlüğüne bilgi verilmesi,
  - Arazi çalışmalarının 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu kapsamında yer alan sınırlar dahilinde olması durumunda bu kısımlarda çalışma yapılırken Bölge Müdürlüğümüzden bir mihmandar eşliğinde araziye çıkılmasının sağlanması,
  - Arazi çalışmalarının yapılacağı yerin il merkezlerinde Valiliğe, ilçelerde ise Kaymakamlığa bilgi verilmesi,
  - Araştırma sonuç raporunun basılı ve dijital ortamda birer kopyasının Genel Müdürlüğümüze gönderilmesi,
- şartıyla bahse konu çalışmaların yapılması Genel Müdürlüğümüzce uygun görülmüş olup, izin belgesi ekte gönderilmektedir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

**Osman DEMİREL**  
Bakan a.  
Genel Müdür Yardımcısı

**EKLER :**

Araştırma Tanım Bilgileri

Bu evrak 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu'na göre elektronik olarak imzalanmıştır.

Evrak Doğrulama Kodu:PP5G2HHC39P8QTBOYC4 Evrak Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr>

Adres : Alparslan Türkeş Cad. No:71 Beştepe 06560 Yenimahalle - ANKARA  
Telefon : (0312) 207 50 00  
e-posta : [esolak@orman-su.gov.tr](mailto:esolak@orman-su.gov.tr)

Ayrıntılı Bilgi : E.SOLAK Orman ve Su İşleri Uzmanı

Elektronik Ağ: [www.orman-su.gov.tr](http://www.orman-su.gov.tr)



## EK-1 Sivrisinek toplama izni (Devam)



T.C. ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI  
DOĞA KORUMA VE MİLLÎ PARKLAR GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



### ARAŞTIRMA İZİNLERİ BİLGİ SİSTEMİ

Araştırma Adı: SİNEK VE HAŞERE KOVUCU BİTKİSEL AJANLAR İÇEREN MİKROKAPSÜLLÜ TEKSTİL YÜZEYLERİNİN ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU

Araştırma Türü: Kara Avcılığı Kanunu Kapsamında Olmayan Fauna Elemanları

Araştırma İçerik Durumu: Araştırma için Araziye Çıkılacak ve Örnek Toplanacak

#### YERLİ ARAŞTIRMACI BİLGİLERİ

No	Adı	Soyadı	TC Kimlik No	Mesleği	Unvanı	Çalıştığı Kurum	Adres	Telefon No	E-Posta
1	AYŞE	EBRUTAYYAR	32602516184	Öğretim Üyesi	Doç. Dr	Uşak Üniversitesi	Uşak Üniversitesi Mühendislik Fakültesi 1 Eylül Kampüsü	5448644419	ayseebru.tayyar@usak.edu.tr

#### ARAŞTIRMACI BİLGİLERİ

No	Adı	Soyadı	TC Kimlik No	Mesleği	Unvanı	Çalıştığı Kurum	Adres	Telefon No	E-Posta
1	AYŞE	EBRU TAYYAR	32602516184	Öğretim Üyesi	Doç. Dr	Uşak Üniversitesi	Uşak Üniversitesi Mühendislik Fakültesi 1 Eylül Kampüsü	5448644419	ayseebru.tayyar@usak.edu.tr

#### YABANCI ARAŞTIRMACI BİLGİLERİ

No	Adı	Soyadı	Pasaport No	Ülke Adı	Mesleği	Unvanı	Çalıştığı Kurum	Adres	Telefon No	E-Posta	Faks No	Diğer Kurum Bilgileri
----	-----	--------	-------------	----------	---------	--------	-----------------	-------	------------	---------	---------	-----------------------

#### ARAŞTIRMA TANIM BİLGİLERİ

No	Başvuran TC Kimlik No	Araştırma Kadrosunda Yabancı Araştırmacı Varolma Durumu	Yürütücü Kurum Adı	Destekleyen Kurum Adı	Araştırma Projesinin Süresi	Başvuru Tarihi	Araştırma Başlangıç Tarihi	Araştırma Bitiş Tarihi	Tahmini Evrak Gönderme Tarihi
	128079218300	Hayır	Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü		24 ay	4/17/2018	4/17/2018	4/24/2020	2/28/2020

#### ARAŞTIRMA DİĞER BİLGİLERİ

EK-1 Sivrisinek topla izni (Devam)

No	Araştırma Amacı	Araştırma Yöntemi	Toplanacak Materyallerin Yurtdışına Çıkarılma Durumu	Gözlem Bilgileri	Teknoloji Transferi Varolma Durumu	Deneysel Çalışma Yapılıp Yapılmayacağı Durumu	Korunan Alan Adı	Tahmini Evrak Verme Tarihi
1	Bu çalışmada sinek ve haşere kovucu cilde zarar vermeyen tamamen bitkisel ajanlar içeren mikrokapsüllü tekstil yüzeylerinin üretimi amaçlanmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda sinek ve çeşitli haşere kovucu tekstil yüzeyleri üretilmiş ancak kimyasal böcek ilaçları kullanılmıştır. Kullanılan kimyasal sinek ve haşere kovucular yerine tamamen bitkisel ajan içeren cilde temas halinde herhangi bir kimyasal etkisi olmayan tekstil yüzeyleri üretimi amaçlanmaktadır.	Cam fanus içine yerleştirilmiş sinek kovucu doğal ajanlardan kaçan sinekler sayılarak gözlemlenecektir.	Yurt dışına çıkarılmayacak.	Cam fanus içine yerleştirilmiş sinek kovucu doğal ajanlardan kaçan sinekler sayılarak gözlemlenecektir.	Hayır	Evet		2/28/2020

**ARAŞTIRMA YAPILACAK ALAN BİLGİLERİ**

No	Çalışma Alanı Adı	İl Adı	İlçe Adı	Mevkii Adı
1	Tekstil Teknolojisi	UŞAK	MERKEZ	

**DOĞADAN TOPLANACAK TÜR BİLGİLERİ**

No	Türkçe Adı	Latince Adı	Birey Sayısı/Miktarı	Örnek
1	Culex sivrisinek	Culex sivrisinek	1000	5

**DOĞADAN ALINACAK NUMUNE BİLGİLERİ**

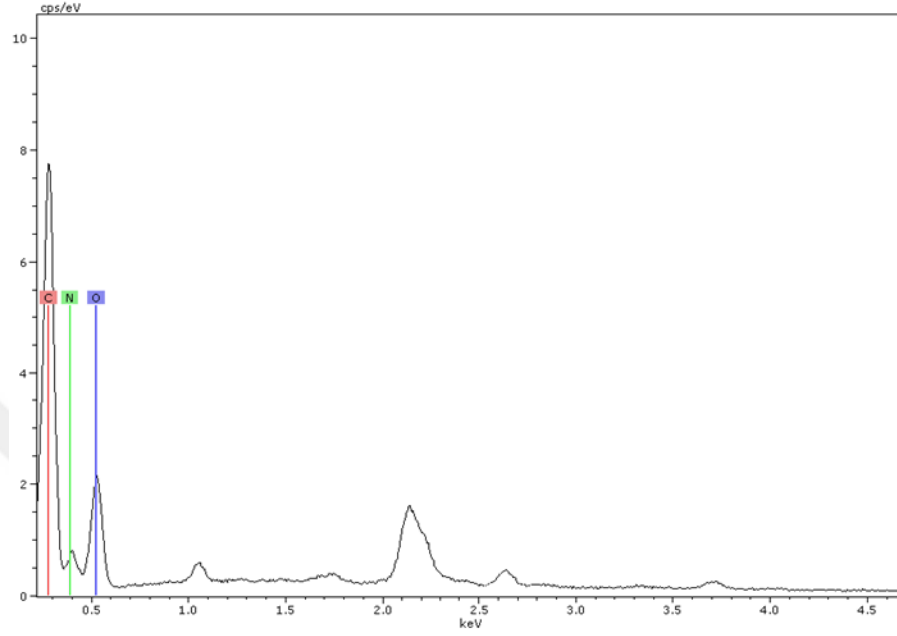
No	Numune Adı	Sayısı/Miktarı
1	Culex sivrisinek	1000

**AYRINTILI ÇALIŞMA PROGRAMI BİLGİLERİ**

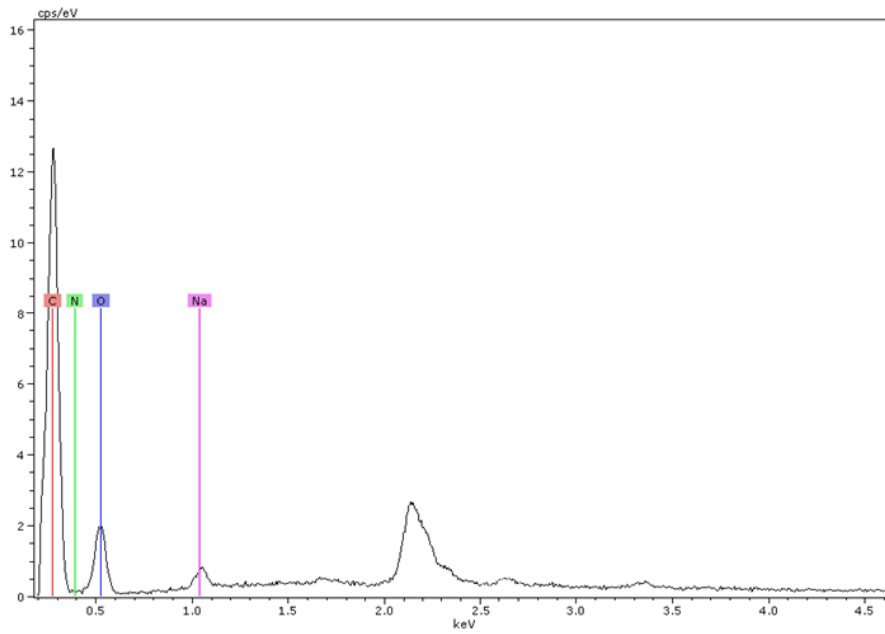
No	Çalışma Alanı	Kalınacak Gün Sayısı	Çalışma Yılı	Çalışma Ayı	Çalışma Haftası
1	Tekstil Teknolojisi	3-5	2018	Mayıs- Haziran	1

## EK-2 Örneklere ait SEM-EDX spektra

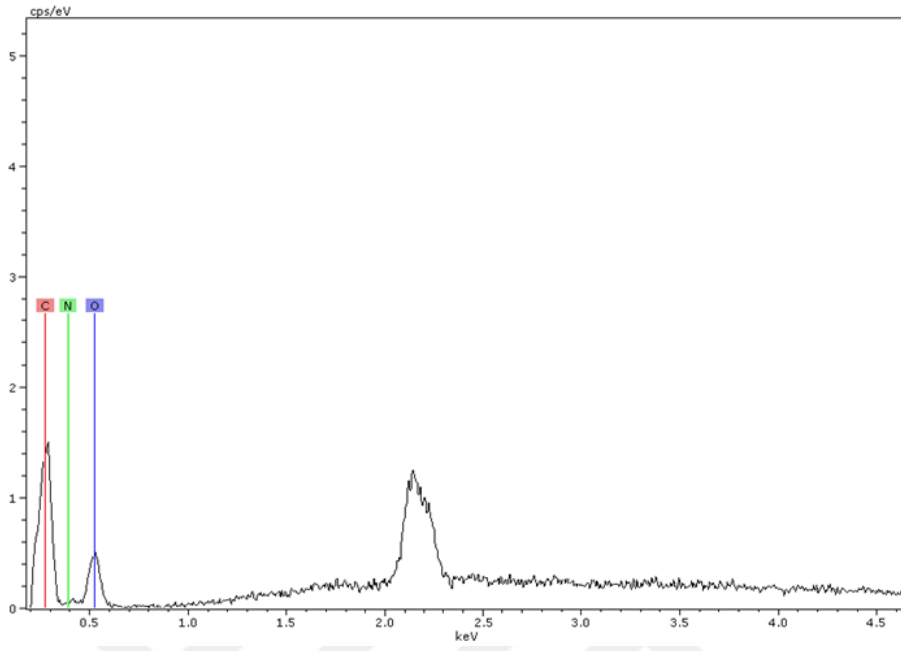
### EK-2 a. Kapsüllere ait SEM-EDX Spektrum



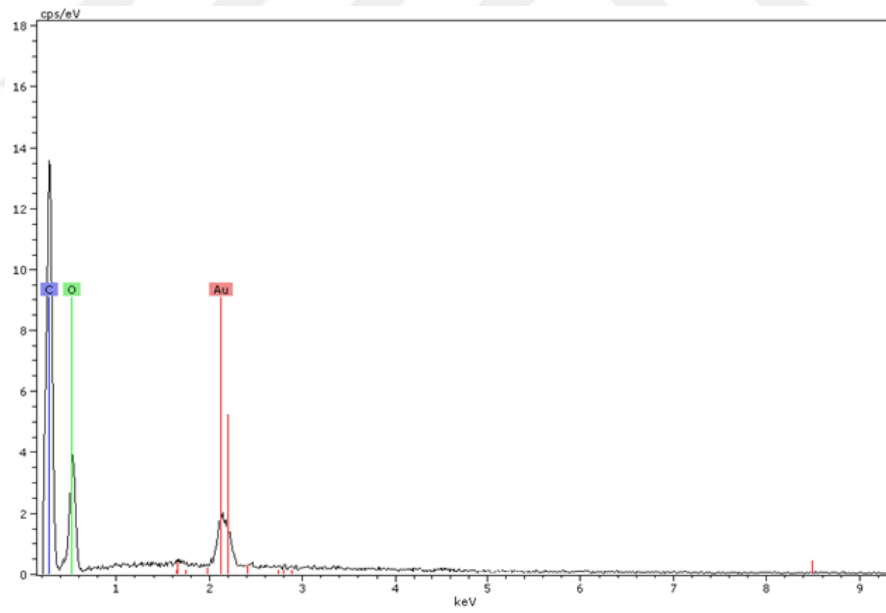
### EK-2 b. Saf pamuk kumaşa ait SEM-EDX spektrum



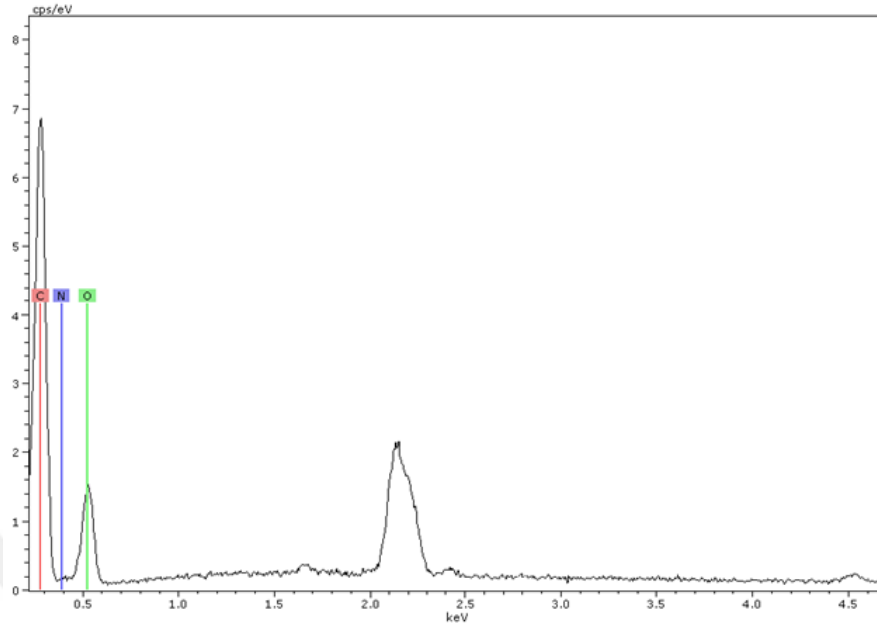
EK-2 c. Kapsüllü pamuk kumaşa ait SEM-EDX spektrum



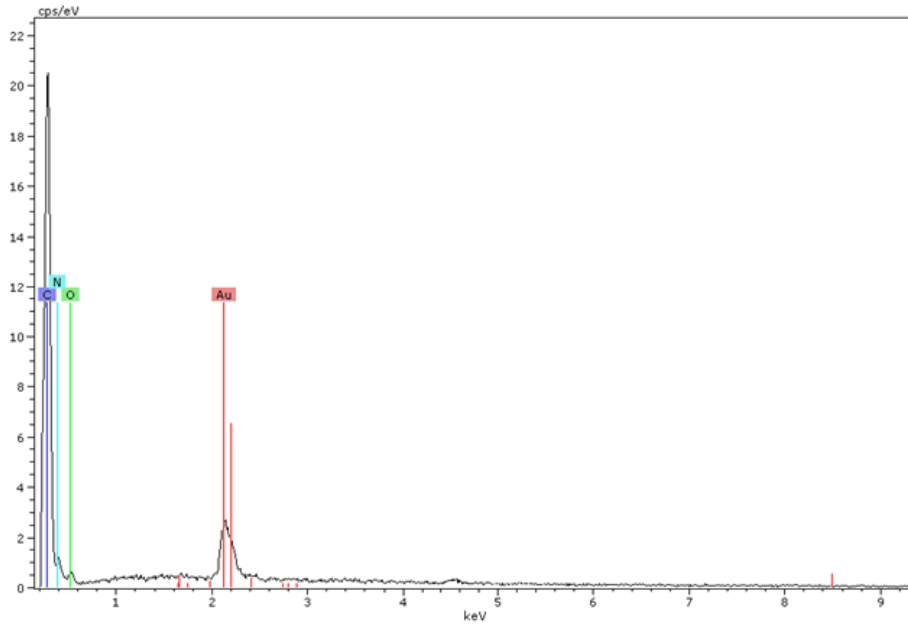
EK-2 d. Saf poliester kumaşa ait SEM-EDX spektrum



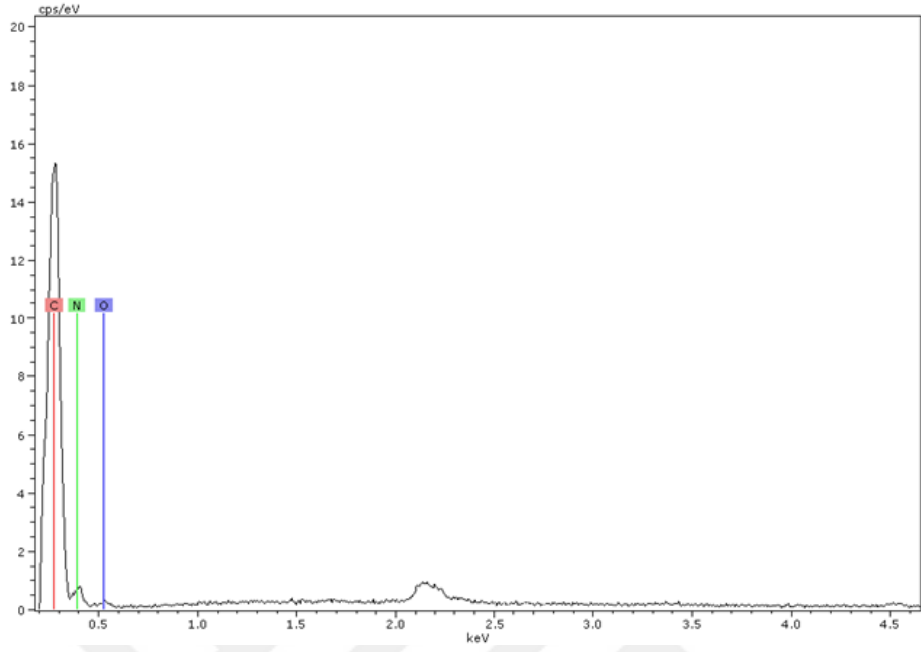
EK-2 e. Kapsüllü poliester kumaşa ait SEM-EDX spektrum



EK-2 f. Saf akrilik kumaşa ait SEM-EDX spektrum



EK-2 g. Kapsüllü akrilik kumaşa ait SEM-EDX spektrum



## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KESİCİ, Şeyda  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : 12.09.1994 Manisa  
Medeni hali : Bekar  
Telefon : 0 (553) 220 67 83  
e-mail : seydaakesici@gmail.com

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Uşak Üniversitesi /Tekstil Mühendisliği Bölümü	2020
Lisans	Uşak Üniversitesi/ Tekstil Mühendisliği Bölümü	2017
Lise	Halit Görgülü Lisesi	2012

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2019	Uşak Ağaoğlu Tekstil Ar-Ge	Ar-Ge Araştırma Personeli

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayımlar

Kesici, Ş., Tayyar, A. E., Tetik G., 2019, ‘’ Sinek Kovucu Mikrokapsüllerin Pamuklu Tekstil Yüzeylerine Aktarımının Deneysel Olarak İncelenmesi’’ II. *International Science and Academic Congress'19*, Konya, 438-445.

### İlgi Alanları

Mikrokapsülasyon, uçucu yağlar ve karakterizasyon oluşturmaktadır.