



**BAZI DOĞAL VE SENTETİK ÜRÜNLERİN
MİKROKAPSÜLASYON TEKNİĞİ İLE HAZIRLANARAK,
ARILARA KARŞI KOVUCU ÖZELLİĞE SAHİP
KUMAŞ ELDESİNİN ARAŞTIRILMASI**

Şeyda EYÜPOĞLU



T.C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI DOĞAL VE SENTETİK ÜRÜNLERİN MİKROKAPSÜLASYON
TEKNİĞİ İLE HAZIRLANARAK, ARILARA KARŞI KOVUCU
ÖZELLİĞE SAHİP KUMAŞ ELDESİNİN ARAŞTIRILMASI**

Şeyda EYÜPOĞLU

Prof. Dr. Yaşar Dilek KUT
(Danışman)

Prof. Dr. Habip DAYIOĞLU
(İkinci Danışman)
(İstanbul Ticaret Üniversitesi)

DOKTORA TEZİ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA-2018

TEZ ONAYI

Şeyda EYÜPOĞLU tarafından hazırlanan “Bazı Doğal ve Sentetik Ürünlerin Mikrokapsülasyon Tekniği ile Hazırlanarak, Arılara Karşı Kovucu Özelliğe Sahip Kumaş Eldesinin Araştırılması” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Yaşar Dilek KUT

İkinci Danışman: Prof. Dr. Habip DAYIOĞLU, İstanbul Ticaret Üniversitesi

Başkan: Prof. Dr. Yaşar Dilek KUT

Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye: Prof. Dr. Levent AYDIN

Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi

Parazitoloji Anabilim Dalı

İmza

Üye: Prof. Dr. Binnaz MERİÇ KAPLANGİRAY

Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye: Prof. Dr. Arif Taner ÖZGÜNEY

Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Tekstil Teknolojisi Anabilim Dalı

İmza

Üye: Prof. Dr. Emine Dilara KOÇAK

Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ali BAYRAM

Enstitü Müdürü

2..12.2018

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

26/01/2018

Şeyda EYÜPOĞLU

ÖZET

Doktora Tezi

BAZI DOĞAL VE SENTETİK ÜRÜNLERİN MİKROKAPSÜLASYON TEKNİĞİ İLE HAZIRLANARAK, ARILARA KARŞI KOVUCU ÖZELLİĞE SAHİP KUMAŞ ELDESİNİN ARAŞTIRILMASI

Şeyda EYÜPOĞLU

Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yaşar Dilek KUT

İkinci Danışman: Prof. Dr. Habip DAYIOĞLU (İstanbul Ticaret Üniversitesi)

Bu tez çalışmasında doğal ve sentetik etken maddelerin mikrokapsüllenmesi ile arı kovucu kumaş eldesi araştırılmıştır. Bu kapsamda N,N-dietil m-toluamid (DEET), lavanta, rezene ve defne yağı etken maddeler arap zamkı çeper madde kullanılarak farklı çekirdek/çeper madde oranlarında basit koerservasyon tekniğine göre kapsüllenmiş, kapsülleme işleminden önce doğal ekstraktların içerikleri yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile analiz edilmiştir. Mikrokapsüllerin ışık mikroskobu ve Fourier dönüşümlü infrared spektrometre (FTIR) ile karakterizasyon analizleri yapıldıktan sonra mikrokapsüllerin partikül boyutu dağılımı görüntü işleme tekniği ile analiz edilmiştir. Ardından mikrokapsüller daldırma yöntemi ile pamuk ve pamuk/polyester kumaşlara aktarılmıştır. Mikrokapsülleri kumaş numuneleri üzerinde analiz etmek için taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılmıştır. Numunelerin arı kovuculuk özelliklerini in-vitro olarak analiz etmek için çam ağacı ve cam kullanılarak özel ölçüm kabinleri tasarlanmış, numunelerin arı kovuculuk özellikleri 2 saat süresince gözlemlenmiştir. Ölçüm süresince her 10 dakika arayla 1 dakika süresince ölçüm kabinleri kayıt altına alınmış, ayrıca kabinlerin fotoğrafı çekilmiştir. İn-vitro ölçümler sonucunda arı kovuculuk kapasitesi en iyi olan numunelere arıcı kıyafetlerine fiziksel olarak tutunabilme kabiliyeti kazandırılarak, numuneler arıcı kıyafetlerine dahil edilmiş ve numunelerin saha ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre doğal yağlardan elde edilen ekstraktların arı kovuculuk özellikleri umut vaat edicidir.

Anahtar Kelimeler: Lavanta yağı, rezene yağı, defne yağı, DEET, mikrokapsülasyon, arı kovuculuk

ABSTRACT

PhD Thesis

INVESTIGATION OF THE BEE REPELLENT FABRIC PRODUCED WITH THE MICROENCAPSULATION TECHNIQUE OF SOME NATURAL AND SYNTNHTIC PRODUCTS

Seyda EYUPOGLU

Uludag University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Textile Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Yasar Dilek KUT

Second Supervisor: Prof. Dr. Habip DAYIOGLU (Istanbul Commerce University)

In this content, N,N-diethyl m-toluamide (DEET), lavender, fennel, and laurel oils active ingredients were encapsulated with gum arabic wall material with simple coeservation technique at different core: wall ratios, before the microencapsulation process, the ingredients of natural extracts were analyzed with high performance liquid chromatography (HPLC). After the characterization analyses of microcapsules with light microscope and Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), the particle size distribution of microcapsules were analyzed with image processing. Following, microcapsules were applied to cotton and cotton/polyester fabrics by dipping method. In order to analyze the microcapsules on the fabric sample surfaces, scanning electron microscope (SEM) was used. To analyze the bee repellent properties of samples as in-vitro, special measurement cabins were designed with using pine-tree and glass, the bee repellent properties of samples were observed for 2 hours. Following in vitro measurements, the samples with the highest capacity of bee repellent are incorporated into the beekeeping clothing, which provides for adhesion, and the field measurements of samples are performed. During the measurement, the cabinets were videotaped for one minute in every ten minutes, photos of the cabins were also taken. According to the results, the bee repellent properties of natural extracts are promising.

Key words: Lavander oil, fennel oil, laurel oil, DEET, microencapsulation, bee repellent

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince her konuda desteğini esirgemeyen, bu tez çalışmasının oluşmasında, düzenlenmesinde ve değerlendirilmesinde katkıda bulunan hocalarım Prof. Dr. Yaşar Dilek Kut'a, Prof. Dr. Levent Aydın'a ve Prof. Dr. Habip Dayıoğlu'na teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında bana maddi ve manevi açıdan her türlü desteği sağlayan Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile İstanbul Ticaret Üniversitesi'ne teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tez çalışmam süresince bilgilerini benden esirgemeyen Doç. Dr. Ahmet Onur Girişgin, Araş. Gör. Mehmet Özüçli, Doç. Dr. Nigar Merdan ve Öğr. Gör. Haluk Duğa'ya teşekkürlerimi sunarım.

Doktora eğitimim süresince de manevi olarak her zaman yanımda olan, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen eşim Araş. Gör. Can Eyüpoğlu'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve her zaman yanımda olan sevgili aileme ve Araş. Gör. Yıldız Sekban Türkmen'e teşekkürlerimi sunarım.

Şeyda EYÜPOĞLU

Ocak 2018

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	2
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1. Mikrokapsüllerin Tanımı ve Özellikleri	4
2.2. Mikrokapsül Eldesinde Kullanılan Polimerler.....	6
2.3. Mikrokapsül Elde Etme Yöntemleri	7
2.3.1. Ara yüzey polimerizasyonu	8
2.3.2. İn-sitü polimerizasyonu	9
2.3.3. Koeservasyon yöntemi.....	9
2.3.4. Süperkritik akışkan yöntemi	10
2.3.5. Püskürterek kurutma	11
2.3.6. Santrifüj yöntemi	12
2.3.7. Rotasyonel süspansiyon ayırma	13
2.3.8. Akışkan yatak yöntemi	14
2.3.9. Elektrostatik yöntem	14
2.3.10. Soğutarak kurutma	15
2.3.11. Sıcak eriyik yöntemi	15
2.4. Böcek Kovuculuk ve Kovuculuk Terminolojisinin Temeli	15
2.5. Böcek Kovuculuğun Esasları.....	17
2.6. Böcek Kovuculuğun Neromoleküler Esasları.....	18
2.7. Böceklerin Biyolojik Yapısı.....	18
2.7.1. Böceklerin merkezi sinir sistemi.....	18
2.7.2. Böceklerde kimyasal duyu	19
2.8. Böcek Kovucular	22
2.9. Yeşil Kimyasallar.....	23
2.9.1. Esansiyel yağlar	23
2.9.2. Sentetik böcek kovucular	30
2.10. Böcek Kovuculuk Testleri	38
2.10.1. Kovuculuk test odası.....	38
2.10.2. Klun ve Debboun modülü.....	39
2.10.3. Statik hava kovuculuk aparatları.....	40
2.10.4. Yüksek verimli kovuculuk aparatı	41

2.11. Böcek Kovucularla İlgili Yapılan Çalışmalar	42
2.12. Böcek Kovucu Ajanların Mikrokapsülenmesiyle İlgili Çalışmalar	53
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	58
3.1. Kullanılan Malzemeler.....	58
3.1.1. Kumaş	58
3.1.2. Mikrokapsül eldesinde kullanılan kimyasallar.....	58
3.2. Yöntem.....	61
3.2.1. Mikrokapsüllerin hazırlanması	62
3.2.2. Mikrokapsüllerin kumaşa aktarılması	67
3.2.3. Mikrokapsüllerin ışık mikroskobu ile analiz edilmesi	68
3.2.4. Elektron mikroskobu analizi	68
3.2.5. Fourier dönüşümlü infrared spektrofotometre analizi.....	68
3.2.6. Partikül boyutu analizi	68
3.2.7. Mikrokapsüllerin polidispersite indeksinin ölçülmesi	69
3.2.8. Numunelerin arı kovuculuk özelliklerinin laboratuvar ortamında test edilmesi	69
3.2.9. Numunelerin arı kovuculuk özelliklerinin saha ortamında test edilmesi	70
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	71
4.1. İlk Grupta Yer Alan Mikrokapsüllerin Işık Mikroskobu Görüntüleri.....	71
4.1.1. Lavanta yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	71
4.1.2. Defne yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	71
4.1.3. Rezene yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	72
4.1.4. DEET etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri	73
4.1.5. Lavanta ve defne yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	74
4.1.6. Lavanta ve rezene yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri	75
4.1.7. Rezene ve defne yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	76
4.1.8. Lavanta, rezene ve defne yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	77
4.1.9. DEET+lavanta, DEET+rezene ve DEET+defne yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri	78
4.2. İkinci Grupta Yer Alan Mikrokapsüllerin Işık Mikroskobu Görüntüleri.....	79
4.2.1. Lavanta yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	79
4.2.2. Rezene yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	81

4.2.3. Defne yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	81
4.2.4. Lavanta, rezene ve defne yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	82
4.3. Mikrokapsüllerin Polidispersite İndeksi	83
4.4. Mikrokapsüllerin Partikül Boyutu Dağılımı	84
4.5. Mikrokapsüllerin Fourier Dönüşümlü İnfrared Spektrometre Analizleri	89
4.6. Mikrokapsüllerin Aktarıldığı Pamuklu Kumaş Numunelerin Taramalı Elektron Mikroskobu Analizleri	102
4.7. Numunelerin Arı Kovuculuk Özellikleri	106
4.7.1. İlk grupta yer alan mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin arı kovuculuk ölçümleri .	106
4.7.2. İkinci grupta yer alan mikrokapsüllerin aktarıldığı numuneler.....	131
4.7.3. Numunelerin arı kovuculuk etkilerinin etken madde türüne göre kıyaslanması.....	141
4.7.4. Birinci ve ikinci grupta bulunan numunelerin arı kovuculuk etkilerinin kıyaslanması ..	142
4.8. Numunelerin Saha Ortamında Arı Kovuculuk Özellikleri.....	142
5. SONUÇ	145
KAYNAKLAR	150
ÖZGEÇMİŞ	168

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kisaltmalar	Açıklama
DDT	Diklordifeniltrikloretan
DEET	N,N-dietil-m-toluamid
DHMB	N,N-dietil-m-hidroksimetilmenzamid
DMB	2,2-hidroksi-4-metoksibenzofenon
DMP	Dimetil ftalat
EBAAP	Etil-bütülasitalaminpropiyonat
EPA	Avrupa Çevre Koruma Örgütü
FTIR	Fourier Dönüşümlü Infrared Spektrofotometre Analizi
GRN	Tat algılama nöronları
IR3535	Etil bütül amino propiyonat
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
ORN	Koku algılama nöronları
PMD	P-methan-3,8-diol
Rutgers 612	2-etilhegzan-1,3-diol
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
THB	2,3,4-trihidroksibenzofenonun
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Mikrokapsül yapısı	4
Şekil 2.2. Mikrokapsül yapıları: (i) basit mikrokapsül, (ii) matriks, (iii) düzensiz mikrokapsül, (iv) çok çekirdekli mikrokapsül, (v) çok çeperli mikrokapsül, (vi) birada mikrokapsül	5
Şekil 2.3. Mikrokapsüllenen etken maddenin kontrollü salımı.....	6
Şekil 2.4. Mikrokapsül üretiminde kullanılan polimerler	7
Şekil 2.5. Mikrokapsül üretim yöntemleri	8
Şekil 2.6. Koeservasyon yöntemi.....	10
Şekil 2.7. Kompleks koeservasyon yöntemiyle mikrokapsüllerin oluşumu ((i) iki farklı polimer içeren sulu çözelti içinde yağın emülsiyon hale getirilmesi, (ii) sulu çözeltinin pH' nın proteinin izolektirik noktasının altına düşürülmesinden sonra ilk polimerin muhafaza edilmesi, (iii) polimerlerin yağın yüzeyinde depolanması, (iv) çeper polimerinin çapraz bağlayıcılarla sertleştirilmesi).....	10
Şekil 2.8. Süperkritik akışkan yöntemi	11
Şekil 2.9. Püskürterek kurutma yöntemi.....	12
Şekil 2.10. Santrifüj yöntemine göre mikrokapsülasyon	13
Şekil 2.11. Döner disk metoduna göre mikrokapsülasyon.....	13
Şekil 2.12. Elektrostatik yöntem ile mikrokapsül eldesi.....	14
Şekil 2.13. Ekstrüder yöntemine göre mikrokapsülasyon.....	15
Şekil 2.14. Koku alma sisteminin sivrisineğin baş kısmında dağıldığı üç bölge; anten, çene kemiği ve dil	19
Şekil 2.15. Koku algılama nöronları (ORNs) ve tat algılama nöronları (GRNs) algılanan kimyasal duyuyu anten lobuna ve merkezi sinir sisteminin bir parçası olan segmental gangliyon aynı zamanda kafasının içinde yutağın alt kısmında bulunan <i>subesophageal ganglion (SOG)</i> 'a iletimi	20
Şekil 2.16. Dişi <i>Aedes aegypti</i> sivrisineğinin koku algılama mekanizması	20
Şekil 2.17. Dişi <i>Aedes aegypti</i> sivrisineğinin tat algılama mekanizması	20
Şekil 2.18. Z,E nepetalaktan ve E,Z nepetalaktan izomerleri	25
Şekil 2.19. IR3535'in kimyasal yapısı	38
Şekil 2.20. Statik kovuculuk aparatları	40
Şekil 2.21. Sivrisinek davranışlarını test kimyasallarına karşı değerlendirmek için yüksek verimli görüntüleme aparatı (1) İşlem görmüş metal silindir (2) Temiz silindir (3) Son parça (4) Bağlanma sistemi (5) Uygulama sistemi (6) Ağsı yapı	41
Şekil 3.1. DEET'in kimyasal yapısı.....	60
Şekil 3.2. Arap zamkının kimyasal yapısı.....	60
Şekil 3.3. Sodyum sülfatın kimyasal yapısı	61
Şekil 3.4. Gluteraldehitin kimyasal yapısı	61
Şekil 3.5. Arı kovucu kumaş eldesinde izlenen işlem akışı	62
Şekil 3.6. İlk grupta yer alan mikrokapsüllerin hazırlanmasında izlenen işlem akışı	64
Şekil 3.7. İkinci grupta yer alan mikrokapsüllerin hazırlanmasında izlenen işlem akışı	64
Şekil 3.8. Numunelerin arı kovuculuk özelliklerinin analiz edildiği ölçüm kabinleri	69
Şekil 3.9. Arı kovucu tekstil materyali içeren arıcı giysisi	70

Şekil 4.1. Lavanta yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	71
Şekil 4.2. Defne yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	72
Şekil 4.3. Rezene yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	73
Şekil 4.4. DEET etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	74
Şekil 4.5. Lavanta+defne yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	75
Şekil 4.6. Lavanta+rezene yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	76
Şekil 4.7. Rezene+defne yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	77
Şekil 4.8. Lavanta+rezene+defne yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	78
Şekil 4.9. DEET+lavanta yağı, DEET+rezene yağı ve DEET+defne yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	79
Şekil 4.10. Lavanta yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	80
Şekil 4.11. Rezene yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	81
Şekil 4.12. Defne yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	82
Şekil 4.13. Lavanta+Rezene+Defne yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri.....	82
Şekil 4.14. Birinci grupta yer alan mikrokapsüllerin partikül boyutu dağılımı.....	85
Şekil 4.15. İkinci grupta yer alan mikrokapsüllerin partikül boyutu dağılımı.....	87
Şekil 4.16. Lavanta yağının farklı konsantrasyonlarda hazırlanması ile elde edilen mikrokapsüllerin partikül boyutu dağılımı.....	88
Şekil 4.17. Lavanta yağı, arap zıncı çözeltisi ve 1:5 Lavanta: Arap zıncı mikrokapsüllerin FTIR analizi.....	90
Şekil 4.18. Rezene yağı, arap zıncı çözeltisi ve 1:5 Rezene: Arap zıncı mikrokapsüllerin FTIR analizi.....	91
Şekil 4.19. Defne yağı, arap zıncı çözeltisi ve 1:5 Defne: Arap zıncı mikrokapsüllerin FTIR analizi.....	92
Şekil 4.20. Lavanta yağı, defne yağı, arap zıncı çözeltisi ve 1:5 Lavanta+Defne: Arap zıncı mikrokapsüllerin FTIR analizi.....	93
Şekil 4.21. Lavanta yağı, rezene yağı, arap zıncı çözeltisi ve 1:5 Lavanta+Rezene:Arap zıncı mikrokapsüllerin FTIR analizi.....	94
Şekil 4.22. Defne yağı, rezene yağı, arap zıncı çözeltisi ve 1:5 Defne+Rezene:Arap zıncı mikrokapsüllerin FTIR analizi.....	95
Şekil 4.23. Lavanta yağı, defne yağı, rezene yağı, arap zıncı çözeltisi ve 1:5 Lavanta+Defne+Rezene:Arap zıncı mikrokapsüllerin FTIR analizi.....	96
Şekil 4.24. DEET, arap zıncı çözeltisi ve 1:5 DEET:Arap zıncı mikrokapsüllerin FTIR analizi.....	97

Şekil 4.25. Lavanta yağı, DEET, arap zankı çözeltisi ve 1:5 Lavanta / DEET: Arap zankı mikrokapsüllerin FTIR analizi	98
Şekil 4.26. Defne yağı, DEET, arap zankı çözeltisi ve 1:5 Defne/DEET: Arap zankı mikrokapsüllerin FTIR analizi	99
Şekil 4.27. Rezene yağı, DEET, arap zankı çözeltisi ve 1:5 Rezene+DEET:Arap zankı mikrokapsüllerin FTIR analizi	100
Şekil 4.28. Birinci grupta yer alan kumaş numunelerinin SEM görüntüleri.....	103
Şekil 4.29. İkinci grupta yer alan kumaş numunelerinin SEM görüntüleri.....	104
Şekil 4.30. Farklı konsantrasyonlarda lavanta yağı ile elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin SEM görüntüleri	105
Şekil 4.31. Kontrol numunesinin ölçüm sonuçları.....	106
Şekil 4.32. 1:9 Lavanta: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları	107
Şekil 4.33. 1:7 Lavanta: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları	108
Şekil 4.34. 1:5 Lavanta: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları	108
Şekil 4.35. 1:3 Lavanta: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları	109
Şekil 4.36. 1:9 Rezene: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları	110
Şekil 4.37. 1:7 Rezene: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları	111
Şekil 4.38. 1:5 Rezene: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları	111
Şekil 4.39. 1:3 Rezene: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları	112
Şekil 4.40. 1:9 Defne: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları	113
Şekil 4.41. 1:7 Defne: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları	113
Şekil 4.42. 1:5 Defne: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları	114
Şekil 4.43. 1:3 Defne: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları	114
Şekil 4.44. 1:9 DEET: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları	115
Şekil 4.45. 1:7 DEET: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları	116
Şekil 4.46. 1:5 DEET: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları	116
Şekil 4.47. 1:3 DEET: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları	117
Şekil 4.48. 1:9 Lavanta+Rezene: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları.....	118

Şekil 4.49. 1:7 Lavanta+Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları.....	119
Şekil 4.50. 1:5 Lavanta+Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları.....	119
Şekil 4.51. 1:3 Lavanta+Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları.....	120
Şekil 4.52. 1:9 Lavanta+Defne: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları.....	121
Şekil 4.53. 1:7 Lavanta+Defne: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları.....	122
Şekil 4.54. 1:5 Lavanta+Defne: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları.....	122
Şekil 4.55. 1:3 Lavanta+Defne: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları.....	123
Şekil 4.56. 1:9 Defne+Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları.....	124
Şekil 4.57. 1:7 Defne+Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları.....	124
Şekil 4.58. 1:5 Defne+Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları.....	125
Şekil 4.59. 1:3 Defne+Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları.....	125
Şekil 4.60. 1:9 Lavanta+Rezene+Defne: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları.....	126
Şekil 4.61. 1:7 Lavanta+Rezene+Defne: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları.....	127
Şekil 4.62. 1:5 Lavanta+Rezene+Defne: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları.....	127
Şekil 4.63. 1:3 Lavanta+Rezene+Defne: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları.....	128
Şekil 4.64. 1:5 Lavanta+DEET: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları.....	129
Şekil 4. 65.1:5 Rezene+DEET: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları.....	130
Şekil 4.66. 1:5 Defne+DEET: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları.....	131
Şekil 4.67. 1:9 Lavanta: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları.....	132
Şekil 4.68. 1:3 Lavanta: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları.....	132
Şekil 4.69. 1:9 Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları.....	133
Şekil 4.70. 1:3 Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları.....	134
Şekil 4.71. 1:9 Defne: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları.....	135

Şekil 4.72. 1:3 Defne: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları.....	135
Şekil 4.73. 1:3 Lavanta+Defne+Rezene: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları.....	136
Şekil 4.74. 1:9 Lavanta+Defne+Rezene: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları.....	137
Şekil 4.75. 1:5 Lavanta: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları	138
Şekil 4.76. 1:7 Lavanta: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları	138
Şekil 4.77. 1:12 Lavanta: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları	139
Şekil 4.78. 1:15 Lavanta: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları	139
Şekil 4.79. 1:18 Lavanta: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları	140
Şekil 4.80. 1:21 Lavanta: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları	140
Şekil 4.81. 1:3 Lavanta: Arap zankı mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin pamuk elyafından oluşan arıcı giysisine dahil edilmesi sonucu elde edilen giysilerin arı kovuculuk özellikleri	143
Şekil 4.82. 1:5 Lavanta: Arap zankı mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin pamuk elyafından oluşan arıcı giysisine dahil edilmesi sonucu elde edilen giysilerin arı kovuculuk özellikleri	143
Şekil 4.83. 1:5 Lavanta: Arap zankı mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin pamuk/polyester elyafından oluşan arıcı giysisine dahil edilmesi sonucu elde edilen giysilerin arı kovuculuk özellikleri	143
Şekil 4.84. 1:7 Defne:Arap zankı mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin pamuk elyafından oluşan arıcı giysisine dahil edilmesi sonucu elde edilen giysilerin arı kovuculuk özellikleri ..	144

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Mikrokapsülasyon teknolojisinin avantaj ve dezavantajları	6
Çizelge 2.2. Bazı böcek kovucular ve özellikleri.....	21
Çizelge 2.3. Böcekler ve insektisitler arasındaki etkileşim.....	22
Çizelge 2.4. Bazı terpenler ve kimyasal yapıları.....	27
Çizelge 2.5. Mısır'da kullanılan böcek kovucular	30
Çizelge 2.6. Ticari olarak kullanılan böcek kovucular	31
Çizelge 2.7. Pikaridinin genel özellikleri.....	37
Çizelge 2.8. Kullanılan bitkilerin böcek kovuculukları	47
Çizelge 2.9. Ticari ürünlerin <i>Ae. Aegypti</i> türüne karşı kovuculuk etkisi	53
Çizelge 2.10. Ticari ürünlerin <i>Ae. Albopictus</i> türüne karşı kovuculuk etkisi.....	53
Çizelge 3.1. Defne (<i>Laurus Nobilis</i>) esansiyel yağının bileşenleri	59
Çizelge 3.2. Lavanta (<i>Lavandula</i>) esansiyel yağının bileşenleri.....	59
Çizelge 3.3. Rezene (<i>Foeniculum vulgare</i>) esansiyel yağının bileşenleri.....	60
Çizelge 3.4. 1:7 arap zıncı: su kullanılarak elde edilen mikrokapsüller ve özellikleri.....	65
Çizelge 3.5. 1:5 arap zıncı: su kullanılarak elde edilen mikrokapsüller ve özellikleri	67
Çizelge 4.1. Birinci grupta yer alan mikrokapsüllerin polidispersite indeksi	84
Çizelge 4.2. İkinci grupta yer alan mikrokapsüllerin polidispersite indeksi.....	84

1. GİRİŞ

Tekstil sektörü ülkemiz ekonomisine katkı sağlayan en önemli sektörlerden biridir. Fakat son günlerde Asya ülkelerindeki düşük maliyetli üretimle rekabet edebilmek için ülkemiz tekstil sektörü yeni teknolojiler kullanmaya zorlanmaktadır. Çözüm olarak enerji, su ve kimyasal madde kullanımında tasarruflara gidilmiş, araştırma ve geliştirme çalışmaları ile yeni ve katma değeri yüksek ürün üretimi çalışmalarına başlanmış, teknik tekstillerin ve fonksiyonel bitim işlemlerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Son yıllarda fonksiyonel bitim işlemlerinden mikrokapsülasyon tekniği, tekstil materyaline kazandırılan etkinin uzun süreli olması nedeniyle araştırmaların odağı olmuştur. Mikrokapsülasyon tekniği ile tekstil materyaline uzun süreli güç tutuşurluk, koku yayma özelliği, kir ve su iticilik, böcek kovuculuk, antibakteriyellik vb. gibi özellikler kazandırılmaktadır.

Türkiye, coğrafi konumu, doğal zenginlikleri, iklim ve sahip olduğu bitki florası sayesinde arıcılık faaliyetlerinin gerçekleştirilebilmesi için oldukça avantajlı bir ülkedir. Ülkemiz, doğal arı meralarının varlığı dışında tarımsal alanlarda yetiştiriciliği yapılan çeşitli sebze alanları ve meyve ağaçları bakımından oldukça zengindir. Ayrıca arılar için önemli nektar kaynağı olan çam, göknar gibi salgı kaynağı ağaçlar ile akasya, ıhlamur, akçaağaç, kestane gibi orman ağaçları bakımından da genetik çeşitliliğe sahiptir.

Ülkemizde ve dünya da arılar, böcek ilaçlarından etkilenen en önemli böcek grubunu oluşturmaktadır. Pestisitlerin yoğun ve bilinçsiz kullanılmaları sonucunda her yıl binlerce kovan bal arısı zarar görmektedir. Pestisitler arılara, temas ve solunum yolu ile etki yapar ve arılar insektisit zehirlenmelerine karşı farklı semptomlar gösterir. Tarımsal mücadele ilaçlarının birçoğu arıların erginleri kadar larvaları için de zararlıdır. İnsektisitler, genellikle koloni üzerinde etkilerini göstermeden önce tarlacı arıları öldürür. Birçok arı tarlada ve ilaçlanan saha ile koloni arasında kaybolur. Koloni zayıflar fakat genellikle ölmez. Zehirli maddeler tarlacı arılar tarafından kovana taşınırlar. Bu durumda kovandaki larva ve genç arılar da etkilenerek ölür. Pestisit zehirlenmesi sonucunda, başlangıçta arıların kovan içerisindeki görevleri aksar, ardından hareketlerinde azalma olur ve abdomenleri şişer, son olarak kanatları ve bacakları felç olarak ölürler.

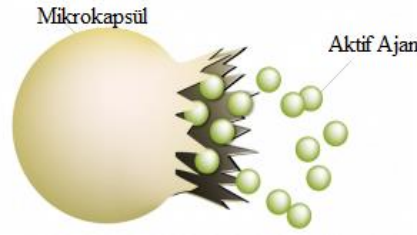
Türkiye arıcılık sektöründe önde gelen ülkelerden biri olup Çin'den sonra en çok bal üreten ikinci ülke konumundadır. Arıcılık ülkemiz ekonomisine katkı sağlayan önemli sektörlerden biridir. Arıcılık sektöründe kullanılan arıcıların giydiği kıyafetlerin çoğu pamuk ve polyester kumaşlardan elde edilmekte ve merdiven altı üretim şekliyle imal edilmektedir. Arıcı giysi üretiminde herhangi bir standardizasyon bulunmamakta ve giysi konforu açısından da yeterli kalmamaktadır.

Bu tez çalışmasında, koeservasyon yöntemi ile tekstil materyallerine doğal ekstraktlarla arı kovma özelliği kazandıran mikrokapsüllerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen mikrokapsüller çeşitli kumaşlara uygulanarak arı kovma özelliğine sahip olan kumaşlar elde edilmiştir. Elde edilen bu kumaşlara, arıcı kıyafeti üzerine fiziksel olarak tutunabilme özelliği kazandırılmıştır. Kapsül etken maddesi olarak çeşitli esanslar ve çeper malzeme olarak arap zamkı kullanılmıştır. Kapsül üretim optimizasyon çalışmalarından sonra kapsül verimi yüksek olan karışımlarda karakterizasyon çalışmaları (SEM, FTIR, partikül büyüklüğü ve dağılımı vb.) yapılmıştır. Elde edilen kapsüller tekstil materyaline daldırma yöntemi ile aktarılmıştır. Aplikasyon sonrası kumaş yüzeyinde kapsül varlığı, taramalı elektron mikroskobu ile analiz edilmiştir. Ardından numunelerin arı kovuculuk özellikleri özel tasarlanan ölçüm kabinleri ile analiz edilmiştir. Ayrıca laboratuvar ölçümleri sonucunda arı kovuculuk özelliği yüksek olan numuneler arıcı kıyafetlerine dahil edilerek saha araştırmaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre doğal esansiyel yağlar, sentetik kovucu ajanla (DEET) kıyaslandığında kovuculuk özelliklerinin umut vaat edici olduğu ve sentetik kovucuların yerine kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

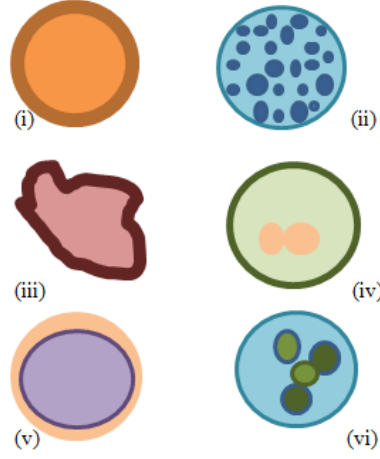
2.1. Mikrokapsüllerin Tanımı ve Özellikleri

Mikrokapsül sıvıların, katıların veya gazların mikro boyutta ince bir kabuk içine hapsedilmesi olarak tanımlanır (Nesterenko ve ark., 2013; Rajam ve Anandharamakrishnan, 2015; Nunes ve ark., 2015; Başal ve Karagönlü, 2013; Ünal ve Erginkaya, 2010). Bu tanımdan anlaşılacağı üzere kapsüllenen maddeye çekirdek veya kor, kaplama maddesine de çeper, kabuk veya duvar materyali denir (Nesterenko ve ark., 2013). Çeper malzeme kapsüllenen malzemenin oksijen, su ve diğer dış etmenlere karşı dayanımı artırır (Sharipova ve ark., 2016; Morales-Medina ve ark., 2016). Ayrıca çeper malzeme kapsüllenen maddeyi stabilize eder, sarar, istenmeyen etkilere karşı korur ve salım özelliklerini modifiye eder (Dalmoro ve ark., 2012; Bustamante ve ark., 2016; Laokuldikol ve ark., 2016). Etken maddenin mikrokapsüllemesi sonucu oluşan yapı Şekil 2.1'de yer almaktadır. Mikrokapsüllerin çapları birkaç µm'den birkaç yüz µm'ye kadar değişebilmektedir (Demirtürk, 2005).



Şekil 2.1. Mikrokapsül yapısı

Mikrokapsüllerin morfolojisine (yapısına) çekirdek, çeper ve mikrokapsülasyon işlemi parametreleri etki etmektedir. Mikrokapsülasyon işlemi sonunda meydana gelen mikro boyuttaki partiküller düzenli küre şeklinde veya düzensiz şekillere sahip olabilirler. Ayrıca mikrokapsüller tek çekirdekli, çok çekirdekli veya matriks yapıya sahip olabilirler. Tek çekirdekli mikrokapsüllerde çeper malzeme çekirdek materyali kesintisiz bir şekilde çevrelemektedir. Çok çekirdekli mikrokapsüllerde çekirdek materyali mikrokapsül içerisinde farklı konumlarda kümelenmiş olup etrafı çeper materyali tarafından çevrelenmiştir. Matriks tipi mikrokapsüllerde çekirdek materyali çeper materyali içerisinde homojen olarak dağılmıştır. Şekil 2.2'de bazı mikrokapsül şekilleri görülmektedir (Bakry ve ark., 2016).



Şekil 2.2. Mikrokapşül yapıları: (i) basit mikrokapşül, (ii) matris, (iii) düzensiz mikrokapşül, (iv) çok çekirdekli mikrokapşül, (v) çok çeperli mikrokapşül, (vi) birada mikrokapşül

Mikrokapşülleme işlemi etken maddelerin mikron boyutta depolanmasını sağlar. Mikrokapşülleme işleminin üç aşaması vardır. Birinci aşamada çekirdek maddenin etrafı çeper katmanı tarafından sarılır. İkinci aşamada çekirdek maddenin, çeper katmanından çıkışı engellenir. Son aşama ise çekirdek maddenin çeper katmanından dışarıya çıkışının doğru zamanda meydana gelmesidir (Göde ve Kebapçı, 2013).

Mikrokapşüllerin taşınması gereken özellikler;

- Çekirdek maddenin özelliklerinde bir değişiklik meydana getirmemelidir,
- Çekirdek maddenin çeper madde içerisinde kontrollü bir şekilde salımı,
- Tüm koşullarda çekirdek maddeyi korumalı,
- Çekirdek materyali reaktif ve korozif maddelerden korumalı,
- Çekirdek maddenin düşük dozlarda kullanımında dahi yüksek ve uzun süreli etki sağlamalı,
- Mikrokapşüller biyolojik olarak parçalanabilmeli ve parçalanma ürünleri toksik olmamalıdır,

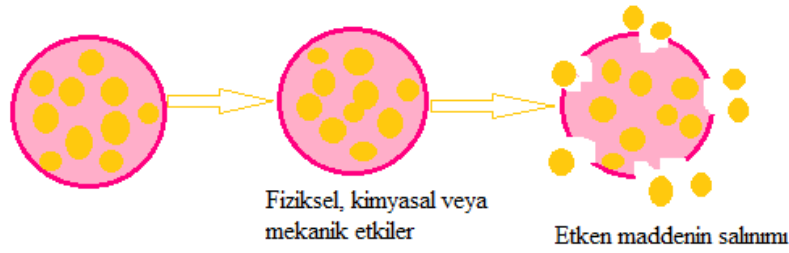
şeklinde sıralanabilir (Barış, 2011; Nelson, 2002; Rosenberg ve ark., 1990; Anal ve Singh, 2007; Krasaekoopt ve ark., 2003; Champagne ve Fustier, 2007; Koç ve ark., 2010; Wang ve ark., 2015; Czerniak ve ark., 2015).

Mikrokapsülasyon teknolojisinin avantaj ve dezavantajları Çizelge 2.1’de yer almaktadır (Czerniak ve ark., 2015).

Çizelge 2.1. Mikrokapsülasyon teknolojisinin avantaj ve dezavantajları

Avantajlar	Dezavantajlar
Çok küçük partiküllerin, çok farklı ve geniş bir alanda uygulanabilir	Tüm çekirdek materyallere uygulanabilecek tek bir mikrokapsülasyon işlemi olmaması
Sıvıların bir çeper içine hapsedilmesini sağlar	Tekrarlanabilirlik sorunları
Çekirdek materyalin her türlü dış etkiden korunması	Ekonomik sınırlamalar

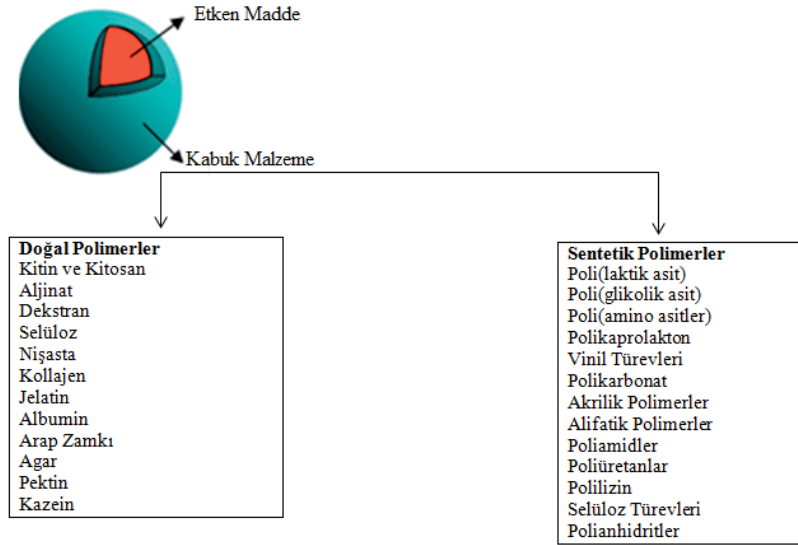
Kapsüllenen etken maddenin kontrollü salımının olması mikrokapsülasyon teknolojisinin en önemli avantajıdır. Mikrokapsüllerin kontrollü salımı Şekil 2.3’te yer almaktadır.



Şekil 2.3. Mikrokapsüllenen etken maddenin kontrollü salımı

2.2. Mikrokapsül Eldesinde Kullanılan Polimerler

Mikrokapsülasyon teknolojisinde kullanılan çeper malzemeler doğal ve sentetik olmak üzere iki grupta sınıflandırılabilir. Doğal polimerlerin sentetik polimerlere göre kullanımını avantajlı hale getiren özellikleri; metabolize olabilmeleri, kararlılıkları ve boyut dağılımlarının kontrol edilebilir olmasıdır. Sentetik polimerlerin, doğal polimerlere göre avantajları ise sentetik polimerlerin istenilen koşullara göre hazırlanabilmeleri, hazırlanma ve saklanma süreleri boyunca kolaylıkla bozunmamaları ve yüksek saflıkta üretilebilir olmalarıdır (Barış, 2011). Kullanılan bu çeper malzemeler Şekil 2.3’te yer almaktadır (Eyüpoğlu ve Kut, 2016).



Şekil 2.4. Mikro kapsül üretiminde kullanılan polimerler (Dima ve ark., 2014; Mi ve ark., 1997; Amine ve ark., 2014; Chang ve Price, 1988; Kagami ve ark., 2003; Mirzeai ve ark., 2012; Arshady, 1990; Battista ve ark., 2015; Drusch, 2007; Heidebach ve ark., 2010; Thomasin ve ark., 2000; Hsieh ve ark., 2009; Yufere ve ark., 2002; Nixon ve Yeung, 1988; Wang ve ark., 2012; Zhang ve ark., 2012; Alkan ve ark., 2007; Saihi ve ark., 2005; Saihi ve ark., 2005; Determan ve ark., 2004; Eyüpoğlu ve Kut, 2016)

Farklı farmakolojik gruplara ait etken maddeler (Aina ve ark., 2015), proteinler (Ma, 2014), enzimler (Rother ve Nidetzky, 2014), hormonlar (Liu ve ark., 2013), bakteriler (Porta ve ark., 2012), antikorlar, hücreler (Ausländer ve ark., 2012), insektisitler (Lopez ve ark., 2014), boyalar (Yi ve ark., 2005), esanslar (Beristain ve ark., 2001), pigmentler (Ersus ve Yurdagel, 2007), polielektrolitler (Liao ve ark., 2015), tarım kimyasalları (Alnson ve ark., 2013), besin maddeleri (Yufere ve ark., 1999), vitaminler (Desai ve Park, 2008) ve fotoğrafçılık maddeleri kapsüllenebilmektedir (Eyüpoğlu ve Kut, 2016).

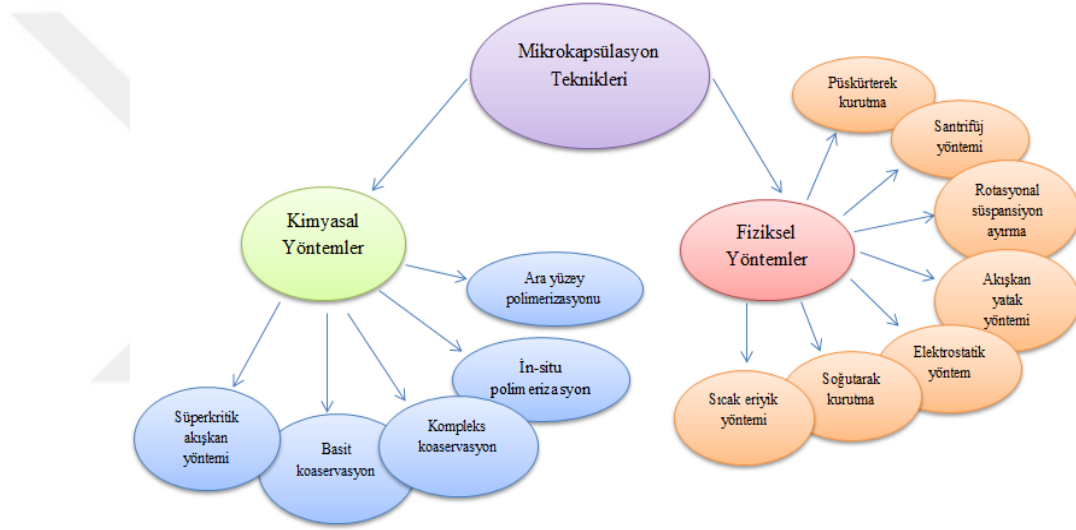
2.3. Mikro kapsül Elde Etme Yöntemleri

Mikro kapsül üretiminde birçok farklı teknik kullanılmaktadır. Kullanılan bu teknikler mekanik ve kimyasal olmak üzere iki ana sınıfa ayrılmaktadır. Mikro kapsülasyon tekniğinin seçiminde dikkate alınması gereken bazı parametreler vardır. Bu parametreler;

- Çekirdek materyalin tipi,
- İstenilen partikül boyutu,
- Çeper materyalinin geçirgenliği,

- Çekirdek materyalin fiziko-kimyasal özellikleri,
- Çekirdek materyalin saklanma koşulları,
- Kapsülleme işlemi sonrası meydana gelen kapsüllerin depolanma şartları,
- Maliyet

gibi parametreler mikrokapsülasyon yöntemi seçiminde önemli olan parametrelerdir (Gökmen ve ark., 2012; Kut, 2011; Nelson, 2001). Ayrıca mikrokapsülasyon tekniği hedeflenen etkiye göre seçilmelidir (Kut, 2011; Bansode ve ark., 2010). Mikrokapsülasyon üretim teknikleri Şekil 2.5'te yer almaktadır.



Şekil 2.5. Mikrokapsül üretim yöntemleri (Eyüpoğlu ve Kut, 2016)

2.3.1. Ara yüzey polimerizasyonu

Ara yüzey polimerizasyonu iki reaktif monomerin fazları arasındaki yüzeyde meydana gelmektedir. Ara yüzey polimerizasyonu ile mikrokapsül üretiminde ilk olarak reaktif monomerlerden biri ve çeper malzeme aynı çözügen içinde diğer reaktif monomer de farklı bir çözügen içinde çözülür. Ardından bu iki dispersiyon karıştırılır ve iki sıvı fazın ara yüzeyinde monomerlerin birbiri ile reaksiyona girmesiyle dispers fazı hapsedecek şekilde film oluşur (Cireli ve ark., 2006, Eyüpoğlu ve Kut, 2016). Ortalama polimerizasyon derecesi monomerlerin reaktifliğine, konsantrasyonlarına ve ortam

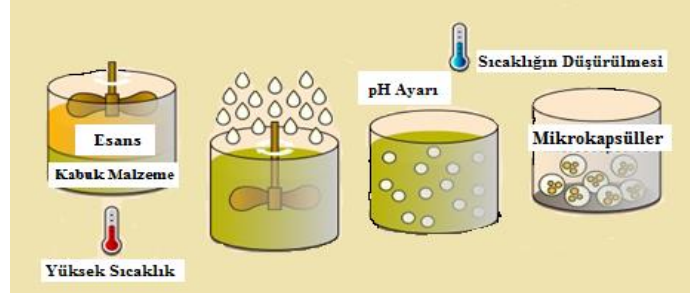
sıcaklığına bağlıdır. Ara yüzey polimerizasyonu ile üretilen mikrokapsüllerin boyutu 0.5-1000 µm arasında değişmektedir (Cho ve ark., 2002).

2.3.2. İn-sitü polimerizasyonu

İn-situ polimerizasyonu 1960'lı yıllardan bu yana bilinmektedir (Polenz ve ark., 2015). Çekirdek malzeme ve reaktif madde aynı kapta bulunmamaktadır. İn-sitü polimerizasyonunda ara yüzey polimerizasyonunda olduğu gibi, uygun bir karıştırıcı ve yüzey aktif madde ile çekirdek maddenin sulu emülsiyonu oluşturulur. Emülsiyon oluştuktan sonra ön polimer ilave edilir ve polimerizasyonun devam etmesi için pH ve sıcaklık uygun şartlara getirilir (Kut, 2011). İn-sitü polimerizasyonu ile elde edilen mikrokapsüller 0.5-1100 µm arasında değişmektedir.

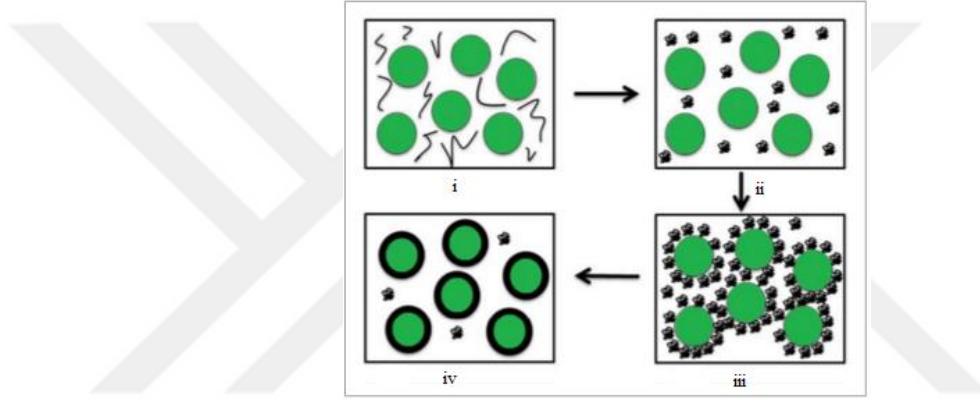
2.3.3. Koeservasyon yöntemi

Koeservasyon metodunda çekirdek materyali polimer çözeltisi içerisinde dispers haline getirilir. Polimer çözeltisi karıştırılırken karışımın sıcaklığının düşürülmesi, pH'nın değiştirilmesi v.b. yöntemlerle faz ayrımı gerçekleştirilerek çekirdek materyali oluşturulur (Güler, 2010). Koeservasyon yöntemi esas olarak basit ve kompleks koeservasyon olarak iki gruba ayrılabilir. Basit koeservasyon, tuz veya alkol gibi suya ilgisi yüksek olan maddelerin eklenmesiyle gerçekleştirilir. Sıcaklık, pH, çözücü ve tuz uygun oranlarda seçilmiş ise herhangi bir sulu polimer çözeltisi basit faz ayrımına uğramaktadır. Ayrı fazların oluşmasından dolayı polimer katılarak çekirdek maddenin çevresini sarmaktadır. Farklı yüklere sahip iki kolloid kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Kompleks koeservasyonda hidrofilik kolloidin sulu çözeltisi hazırlandıktan sonra ortama farklı yükteki ikinci kolloid ilave edilmektedir. İkinci kolloidin ilavesinden sonra kolloidler çekirdek madde etrafında toplanmaktadır ve kompleks koeservasyona göre mikrokapsülasyon gerçekleşmektedir (Kut, 2011). Koeservasyon yöntemi şematik olarak Şekil 2.6'da yer almaktadır.



Şekil 2.6. Koeservasyon yöntemi

Kompleks koeservasyon yöntemiyle mikrokapsül oluşumu Şekil 2.6'da yer almaktadır (Barky ve ark., 2015).



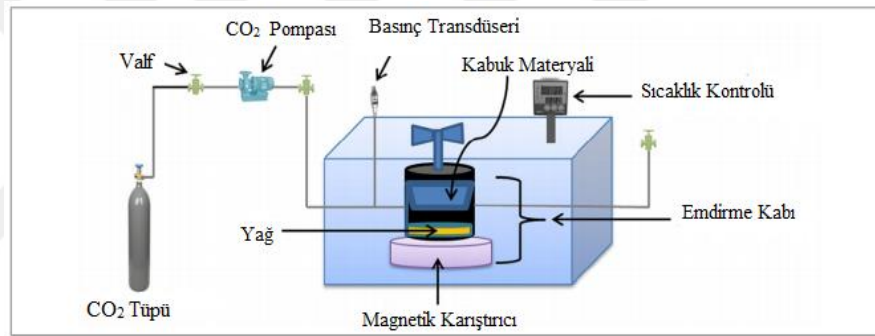
Şekil 2.7. Kompleks koeservasyon yöntemiyle mikrokapsüllerin oluşumu ((i) iki farklı polimer içeren sulu çözelti içinde yağ emülsiyon hale getirilmesi, (ii) sulu çözeltinin pH'nın proteinin izoelektronik noktasına düşürülmesinden sonra ilk polimerin muhafaza edilmesi, (iii) polimerlerin yağ yüzeyinde depolanması, (iv) çeper polimerinin çapraz bağlayıcılarla sertleştirilmesi)

Kompleks koeservasyon temeli elektrostatik etkileşime dayanmaktadır. Bu nedenle, kompleks koeservasyon yöntemi ile mikrokapsül elde edilmesinde, kullanılan polimerlerin pH, iyonik direnç, polimerlerin oranı ve konsantrasyonu gibi fiziko-kimyasal faktörler polimerin yüklenmesini etkilemektedir. Bunların dışında işlem sıcaklığı, karıştırma hızı ve süresi gibi parametreler de yüklenmeyi etkilemektedir (Karagönlü, 2011).

2.3.4. Süperkritik akışkan yöntemi

Süperkritik akışkanlar gazların yüksek basınçla sıkıştırılmasıyla meydana gelmektedir ve birçok avantaja sahiptir. Örneğin püskürterek kurutma yönetiminde kurutma sırasında 80 °C sıcaklıkta sıcak havaya maruz kalan mikrokapsüllerin çeper kısmında çatlamalar meydana gelmektedir. Süperkritik akışkan yatak yöntemi hassas bir yöntem olarak

bilinmektedir ve süperkritik akışkan olarak CO₂ kullanımından dolayı ekolojiktir. Akışkan yatak yöntemi ilk olarak farmakoloji alanında geliştirilmiş daha sonra gıda sektöründe de kullanılmaya başlamıştır. Akışkan yatak yönteminde temel işlem adımları; çeper malzemenin çözülmesi, kor (çekirdek) partiküllerin akışkan hale getirilmesi ve son olarak kor partiküllerin kaplanmasıdır (Desai ve Park, 2005). Bu yöntemde toz halindeki kor madde akışkan yatak kullanılarak sıcak bir gaz içinde süspansiyon edilir. Ardından süspansiyon olan kor partiküllerin üzerine kapsül çeperini oluşturan çözelti halindeki çeper malzeme püskürtülür. Son olarak çözücü uzaklaştırılarak çeper maddenin çekirdek materyalini kaplaması sağlanır. Bu teknoloji ile elde edilen kapsüllerin çapları 100-150 µm arasındadır (Sarier ve Onder, 2012). Akışkan yatak yönteminin şematik hali Şekil 2.8’de yer almaktadır (Barky ve ark., 2015).

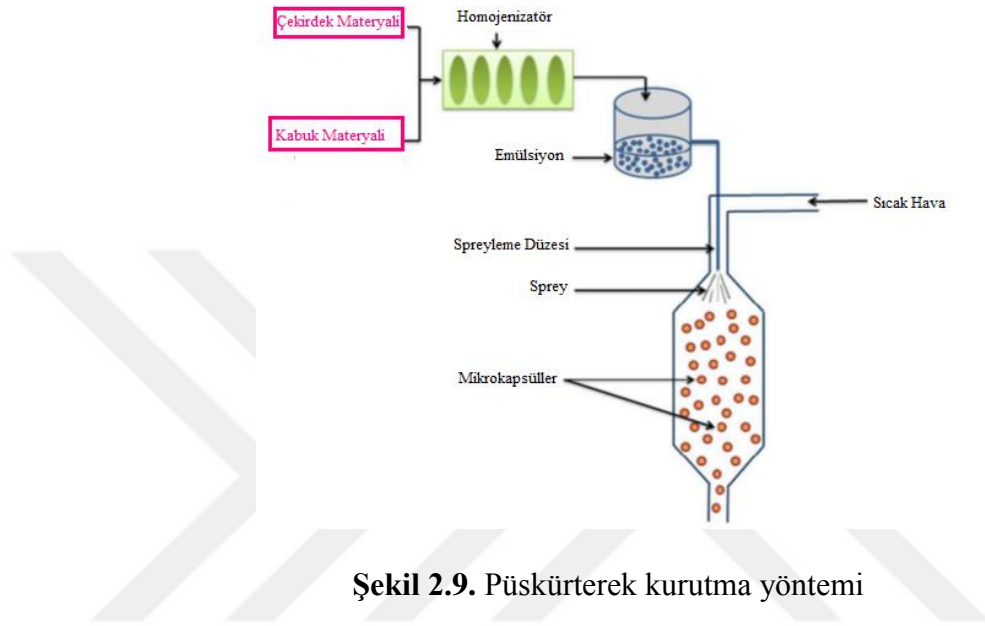


Şekil 2.8. Süperkritik akışkan yöntemi

2.3.5. Püskürterek kurutma

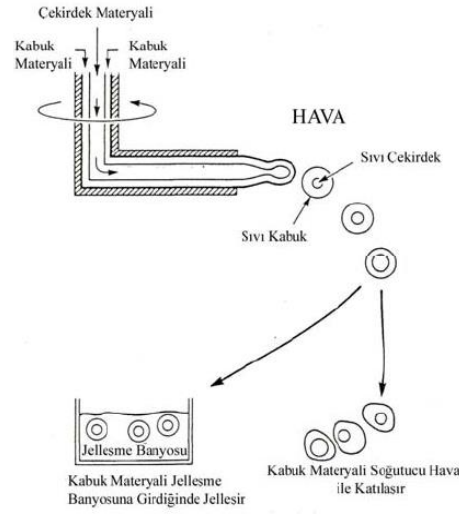
Püskürterek kurutma teknolojisi gıda endüstrisinde 1950’li yıllardan beri akışkanları degradasyondan ve oksidasyondan korumak için ayrıca sıvıları toz formuna getirmek için kullanılmıştır (Gouin, 2004). Bu teknikte; çeper malzeme çözüldükten sonra hazırlanan çözelti bir atomizer vasıtasıyla küçük damlacıklar halinde sıcak hava bulunan bir kabine püskürtülmektedir. Kabin içerisinde kurutma gazı olarak yaygın şekilde nitrojen ya da inert gazlar kullanılmaktadır. Kabin içerisinde sıcak hava nedeniyle çözgen uzaklaştırılmakta ve mikrokapsül oluşmaktadır. Sprey kurutmada kullanılan tipik çeper materyal; arap zıncı, modifiye edilmiş hidrofobik nişasta, alginatlar ve karboksimetilselülozlar gibi polisakkaritler ve proteinlerdir. Sprey kurutma

yöntemi hem çok basittir hem de çok verimli bir tekniktir. Ancak mikrokapsül boyut kontrolünün zor olması, çözgenin buharlaştırılmasında enerji kayıplarının fazla olması, sınırlı sayıda çeper malzeme kullanımı ve kapsül veriminin orta değerde olması yöntemin dezavantajıdır (Drusch, 2007). Püskürterek kurutma yöntemi Şekil 2.9’da yer almaktadır (Barky ve ark., 2015).



2.3.6. Santrifüj yöntemi

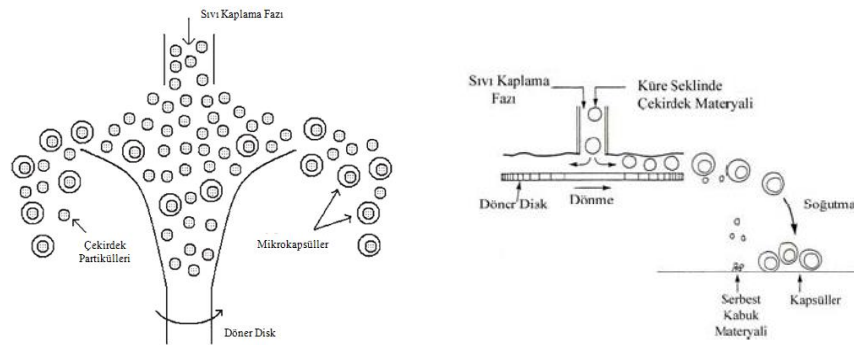
Santrifüj yönteminde birbiriyile karışmayan iki sıvı dönen memeciklerden geçirilerek mikrokapsül üretimi sağlanır. Memecikten çıkan çeper materyali hızla soğuyarak katılaşır ve çekirdek materyalinin etrafını kaplar. Çeper materyalinin eriyik halde göreceli olarak düşük viskoziteye sahip olması, soğutma sırasında hızlı kristalizasyonunu sağlar (Gökmen ve ark., 2012). Santrifüj yöntemine göre mikrokapsül üretimi Şekil 2.10’da yer almaktadır.



Şekil 2.10. Santrifüj yöntemine göre mikrokapsülasyon (Ghosh, 2006)

2.3.7. Rotasyonel süspansiyon ayırma

Rotasyonel süspansiyon ayırma tekniğinde çekirdek materyali ve çeper çözeltisi döner disk üzerine beslenir. Çeper materyali ile birlikte diskten fırlayan çekirdek materyali çeper materyalin soğumasıyla kapsül içine hapsolür. Diskin kenarında çeper materyali ile fırlayan çekirdek materyali, çeper materyalinin soğutulup katılaşmasıyla kapsül içerisine hapsedilir (Şekil 2.11). Literatürde bu yöntemin düşük maliyetli ve hızlı bir yöntem olduğu belirtilmektedir. Mikrokapsüller boyut açısından incelendiğinde 150 µm'nin altında çapa sahip oldukları görülmüştür (Koç, 2015; Thies, 1996; Gibbs ve ark., 1999).



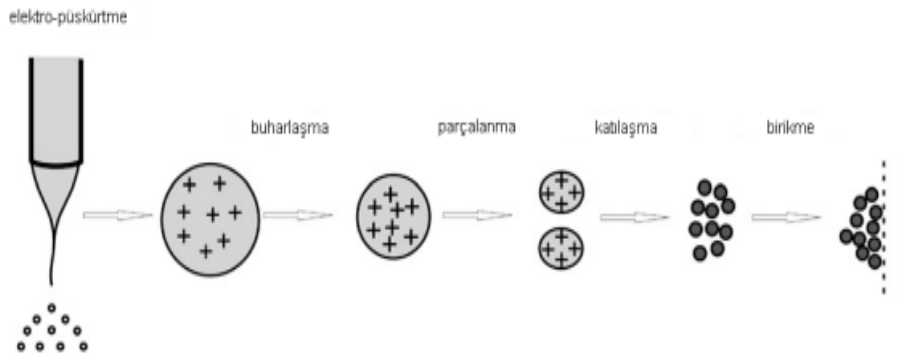
Şekil 2.11. Döner disk metoduna göre mikrokapsülasyon (Ghosh, 2006)

2.3.8. Akışkan yatak yöntemi

Akışkan yatak yönteminde çekirdek madde akışkan yatak vasıtasıyla süspansiyon edilir. Ardından süspansiyonun üzerine süspansiyon ve emülsiyon halindeki çeper maddesi püskürtülür. Bu işlemin ardından çözücü uzaklaştırılarak çeper maddesinin çekirdek materyali kaplaması sağlanır. Bu yöntemin avantajları üretim kapasitesinin yüksek olması, farklı şekildeki partiküllerin kapsüllenmesine olanak sağlaması ve uygun kurutma koşullarıdır. Ancak 75 µm'den küçük partiküllerin kaplanmasında problem olabilmektedir (Kaş, 2002).

2.3.9. Elektrostatik yöntem

Elektro-püskürtme (Elektrostatik yöntem), elektriksel kuvvetler aracılığıyla sıvıların atomizasyonunun gerçekleştirildiği bir yöntemdir. Tipik bir elektrohidrodinamik atomizör, genellikle kapiler bir püskürtücüden ve halka şeklinde bir elektrottan oluşmaktadır. Bu yöntemde, yüksek elektrik potansiyeli altında tutulan kapiler püskürtücüden dışarıya akan sıvının, elektrik alan tarafından itilerek çok ince damlacıklar halinde dağılması sağlanmaktadır. Elektrostatik yöntem ile mikrokapsül elde edilmesinde yüksek derecede yüklenmiş damlacıklar, karşı tarafta bulunan elektroda doğru elektriksel alan boyunca yolculuk etmektedir. Damlacıklar gaz fazı içinde yolculuk ederken çözücünün buharlaşması nedeniyle küçülmekte ve bunun sonucunda damlacıkların fizyonu (parçalanması) gerçekleşmektedir. Katılan partiküller, elektrodun üzerine yerleştirilmiş olan substratın yüzeyinde birikmektedir (Şekil 2.12) (Badıllı ve Tarımcı, 2009; Pritchett ve ark., 2002; Jawore, 2008).



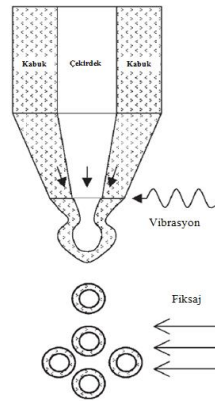
Şekil 2.12. Elektrostatik yöntem ile mikrokapsül eldesi

2.3.10. Soğutarak kurutma

Soğutarak kurutma tekniği püskürterek kurutma yöntemine oldukça benzemektedir. Bu yöntemin esası, atomize damlacıkların soğuk hava akımında kurutulmasına dayanır. Bu yöntemde, ilk olarak çeper malzeme uygun bir çözücü ile çözünür, daha sonra etkin madde ve çapraz bağlayıcı bu çözeltiliye eklenir. Bu çözelti, soğuk hava akımında atomize edilir. İşlem sonunda elde edilen mikrokapsüllerin partikül boyutu; püskürtme delik çapına, sprey akış hızına, atomizasyon basıncına ve çapraz bağlama yoğunluğuna bağlıdır (Paramita ve ark., 2010).

2.3.11. Sıcak eriyik yöntemi

Sıcak eriyik yönteminde ilk adım çekirdek materyalinin, eriyik halindeki polimerin içerisine karıştırılmasıdır. Ardından eriyik polimer cam sıcaklığının altında soğumaya başlayarak çeper materyalini oluşturur (Thies, 1996; Ghosh, 2006). Yöntemin şematik gösterimi Şekil 2.13'te yer almaktadır.



Şekil 2.13. Ekstrüder yöntemine göre mikrokapsülasyon (Ghosh, 2006)

2.4. Böcek Kovuculuk ve Kovuculuk Terminolojisinin Temeli

Kovucu materyaller veya kovuculuk etkisi Latince bir kelime olan “*repellent*” kelimesinden türemiş olup, bir hareketliyi uzaklaştırmak, geri çevirmek anlamına gelmektedir. Kovuculuğun diğer bir anlamı da “*antem*” sözcüğünden gelmekte olup “*hareket ettirici ajan*” anlamına gelmektedir. “*Cezbedici*” sözcüğü Latince “*attractum*” sözcüğünün zıt anlamlısı olup “*kendine doğru çeken*” anlamına gelmekte etimolojik olarak Latince “*trahere*” sözcüğünden türemiş ve “*çekmek veya itmek*” anlamına gelmektedir (Debboun ve ark., 2015).

Böcek kovucu ajanlar ise uygulandığı yüzeyle atmosfer arasında 4 cm'lik mesafe içinde (atmosfere dik yönde) böcekler için oldukça zehirli kimyasal veya organik maddeler olarak tanımlanır (Diaz, 2015).

Kovuculuk böceklerin kimyasallara karşı davranışını tanımlayan bir terminolojidir. Böceklerin davranışlarıyla ilgili bilgi artıkça, yeni kavramlar tanımlanmakta ve bu davranışların sınıflandırılması artmaktadır. Sonuç olarak, kovuculuk kimyasal-böcek etkileşimi ve böceklerin davranışsal reaksiyonlarına bağlıdır (Debboun ve ark., 2015).

Kovuculuk terimi böceklerin mekânsal dağılımlarına olan etkileri tanımlamak için kullanılır. Dolayısıyla bu terim davranışsal reaksiyonları içeren terim olarak tanımlanır. Dethier kovuculuk terimini iki tipe ayırarak birini böceklerin acilen kaçma reaksiyonuna neden olan diğerini ise kovucu yüzeyde böcek sayısını azaltan aktif madde olarak tanımlamıştır (Dethier, 1947). 1977 yılında, Browne kovucuyu 'gaz gibi davranan ve böceğin amacını engelleyen bir kimyasal olarak' tanımlamıştır. Roberts kovuculuğu içerisinde sinirlendirici ve kovucu özellikte kimyasalları bulunduran anlamında tanımlamıştır.

Gaz halindeki kovucular genellikle spesifik kovucular terimi olarak kullanılırlar. Spesifik kovuculardan kasıt belli bir alandaki böceklere zarar veren ve bu böceklerin hareketini engelleyen şeklindedir. Bazı yüksek uçucu piretroid böcek öldürücüler örneğin alethrin, transfluthrin ve metofluthrin sıklıkla böcekleri öldüren, beslenmelerini engelleyen ve kovucu etkiye sahip olan uçucu bileşenler olarak tanımlanır (Debboun ve ark., 2015).

Eski zamanlarda, genellikle, böcek kovucularla uzun süreli kişisel korumayı sağlamak için, böcek kovucu ajanlar cilde ve giysilere uygulanmaktaydı. Sivrisineklerden iç ve dış ortamlarda korunmak için, sivrisinek bobini ve kovucu gazlar üretilmiş, ancak bu ürünlerin etkileri hızla zayıfladığı ve kovuculuk etkileri de hızla sona erdiği için kullanımları azalmıştır (Debboun ve ark., 2015).

Ticari olarak böcek kovucular uygun pazarlama politikaları ile alıcıya sunulmuştur. Öncelerde kullanılan geleneksel böcek kovucular, böcek kovucu olarak yeni kimyasalların sentezlenmesi ile 1940-1950'li yıllarda yerini sentetik böcek kovuculara bırakmıştır. Böcek kovucu ürünlerin kullanımı 1939-1945 İkinci Dünya Savaşı yılları

arasında hızla büyümüş, bu kadar hızlı büyüme nedeni ise orduyu böceklerden korumak olmuştur (Debboun ve ark., 2015).

2.5. Böcek Kovuculuğun Esasları

Böceklerin kurbanları tarafından nasıl cezbedildiği kompleks ve anlaşılması zor bir olaydır. Böcekler kurbanlarının konumunu görsel, termal ve koku yoluyla tespit ederler. Bunlar içerisinde böceklerin kurbanlarının konumunu algılamada kullandıkları en etkili yöntem koku yoluyla tespittir. İnsan vücudunda metabolizma tarafından 300-400 bileşen salınır. Bu bileşenlerden 100'e yakın uçucu bileşen insan nefesinden salınır. Bu uçucu bileşenlerden, karbondioksit ve laktik asit böcekleri en çok cezbeden bileşenlerdir. Karbondioksit insanların her nefes alış verişinde ortaya çıkan ayrıca insanların derisinden de salgılanan bir bileşiktir. Karbondioksit ve ürik asitle bileşen laktik asit böcekler için oldukça çekici hale gelmektedir. Ayrıca böcekleri en çok cezbeden bileşenler arasında böceklerin sentezleyemediği kolesterol ve B vitamini gelmektedir. Böcekler antenlerinde laktik asitle uyarılan kimyasal algılayıcılara sahiptir. Bu algılayıcılar DEET gibi böcek kovucularla engellenmektedir (Debboun ve ark., 2015).

Temel olarak kullanılan 31 adet böcek kovucu ajan üzerinde yapılan araştırmaya göre böcek kovucularda bulunan amin grupları (N-C=O) böcek kovucu etki süresinin artmasında kilit rolü oynamaktadır. Amin bileşiğinde bulunan karbon ve azot aminin elektriksel özelliklerini etkilemektedir. Böylelikle, potansiyel kovuculuk etkisi üzerinde polaritenin önemli olduğu ortaya çıkmaktadır (Debboun ve ark., 2015).

Böcek kovuculuk alanında yapılan birçok çalışma bazı grupları içeren böcek kovucu bileşenlerin kovuculuk konusunda daha etkili olduğunu göstermektedir. Böcek kovuculuk mekanizması temelde böcek kovucunun kimyasal yapısını daha etkili hale getirmektir. Birçok çalışma sonucunda 31 adet böcek kovucu bileşenin kovuculuk aktivitesi;

$$PT = a \log P + b \log V_p + c \log ML + d \quad (2.1)$$

şeklinde formüle edilmiştir. Burada PT; kovuculuk süresi, P; lipofilisite (yağı sevme özelliği), Vp; buhar basıncı, ML; moleküler uzunluk, a, b, c ve d sabitleri temsil etmektedir (Debboun ve ark., 2015).

2.6. Böcek Kovuculuğun Neromoleküler Esasları

Böcek kovuculukta böceğin uzaklaştırılması için fiziksel bir temas gerekli değildir. Örneğin DEET böcek ile fiziksel bir teması olmadan böceklerin koku alma hatta tat alma duyusunu engeller. Ancak birçok böcek kovucuda olduğu gibi bu etkilerin süresi uzun değildir ve ani bir etkileme söz konusudur (Debboun ve ark., 2015).

Anlaşılabilecek şekilde böcek kovucuların nöromoleküler etkisi birçok araştırma sonucunda ortaya çıkarılabilmektedir. İlk kez 1962 yılında Jurgen Boeckh Necrophorous leş böceğinde böceklerin koku algılama nöronlarından (ORN) tek bir hücreyi kayıt altına almıştır. Birkaç yıl sonra, 1967 yılında Lacher böceklerin koku alma nöronlarında elektrofiziksel kaydı gerçekleştirmiştir. Davis ve Sokolove ise 1976 yılında böceklerin DEET'te de bulunan laktik asitten cezp olduğunu keşfetmiştir. İlk kez Hodgson tarafından 1955 yılında tat algılama nöronlarının (GRN) incelemek için keşfedilen elektropiskolojik kayıt cihazı, o yıllarda sadece böceklerin böcek kovucularla teması sonucunda kullanılmıştır (Debboun ve ark., 2015).

2.7. Böceklerin Biyolojik Yapısı

Böcek kovucuların mekanizmasını anlamak için böceklerin biyolojik yapısıyla ilgili birçok çalışma yapılmıştır.

2.7.1. Böceklerin merkezi sinir sistemi

Böceklerin sinir sistemi, boyuna ve enine bağlantılarla birbiriyle ilişkide olan, çok defa çift gangliyonlardan oluşmuş bir merkezi sinir sistemi ile, bu merkezlerden çıkarak tepkime organlarına uzanan periferik sinirlerden ve çeşitli şekillerdeki duyu organlarından meydana gelmiştir (Debboun ve ark., 2015).

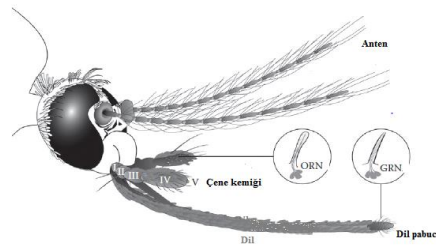
Sinir sisteminin yapı taşları olan sinir hücresi (nöron) farklı bölümlerden oluşur. Hücre gövdesi (perikaryon), omurgalı hayvanların nöronlarından farklı olarak, birçok glia hücresinden meydana gelmiş birkaç tabakalı bir kılıfla örtülmüştür. Omurgalı hayvanlar için çok karakteristik olan Nissl tanecikleri böceklerde pek az ya da tipik olmayan

durumlarda belirgindir ve bunların perikaryon içerisindeki dağılımı da aşağı yukarı tekdüzedir. Endoplazmik retikulum, golgi aygıtı, yaşlılık pigmentleri ve serbest ribozomlar, yalnız perikaryonda bulunmasına karşın, granüller ve mitokondriler düzenli olarak hücre uzantılarının içerisine de göç ederler. Sinir uzantıları, akson ve dendritlerden oluşur. Akson ve dendritler her iki yönde de iletim yeteneğine sahiptir. Bu iki yönlü iletimi engelleyip tek yönlü iletilmesini sağlayan yapıya sinaps denir. Merkezi sinir sisteminin sinir düğümleri gangliyonlardır. Sinir sisteminin dağılımı (tipografisi) gangliyonlar tarafından olur (Debboun ve ark., 2015).

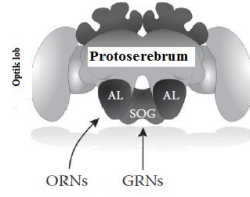
2.7.2. Böceklerde kimyasal duyu

Böceklerde bulunan kimyasal duyu sistemi koku ve tat alma duyu sinirlerinden oluşur. Birçok böcekte koku alma duyu sinirleri genellikle antenlerde ve çene kemiğinde bulunurken, bazı böceklerde koku sinirleri dilde bulunur. Koku duyuları böceklerde aksonları vasıtasıyla beyinlerinde bulunan duyurga lobuna gönderilir. Koku alma sinirleri böceklerde gözenekli bir yapıya sahiptir. Duyu lenfleri birçok iyondan oluşan dentritlerle çevrili olmasının yanı sıra koku alma duyusunu sağlayan proteinlerden meydana gelmiştir. Koku bağlayan proteinler kokular için oldukça fazla çeşitlilik gösterirler ve beynin dış membranında yoğunlaşan koku algılama nöronlarının kokuyu beyne iletilmesini kolaylaştırır (Debboun ve ark., 2015).

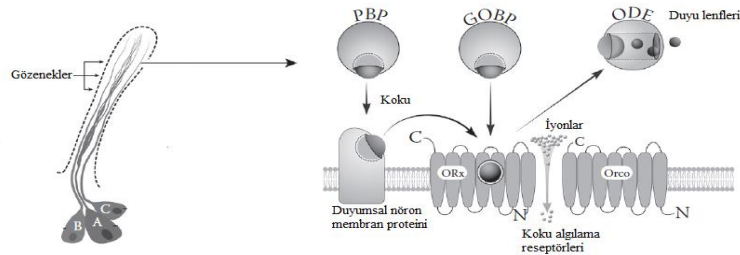
Tat alma duyuları uçucu olmayan kimyasalların iletimine izin verir. Tat alma duyuları değişik tatların örneğin tuzlu, şekerli gibi tatların kodlanmasını sağlar. Şekil 2.14, Şekil 2.15, Şekil 2.16 ve Şekil 2.17 dişi *Aedes aegypti* sivrisineğinin kimyasal algılama sistemlerini göstermektedir (Debboun ve ark., 2015).



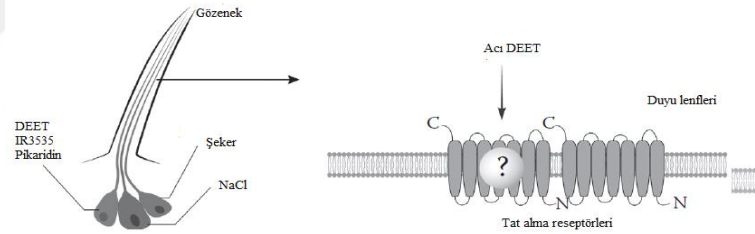
Şekil 2.14. Koku alma sisteminin sivrisineğin baş kısmında dağıldığı üç bölge; anten, çene kemiği ve dil



Şekil 2.15. Koku algılama nöronları (ORNs) ve tat algılama nöronları (GRNs) algılanan kimyasal duyuyu anten lobuna ve merkezi sinir sisteminin bir parçası olan segmental gangliyon aynı zamanda kafasının içinde yutağın alt kısmında bulunan *subesophageal ganglion (SOG)*'a iletimi (Debboun ve ark., 2015)



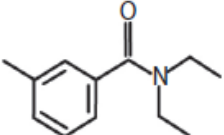
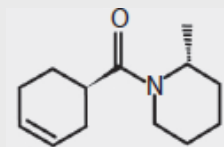
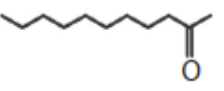
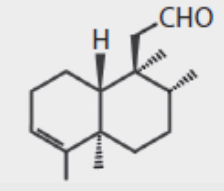
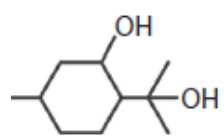
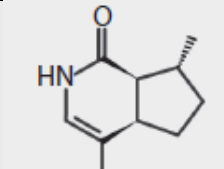
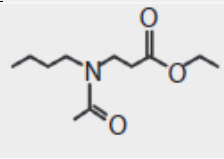
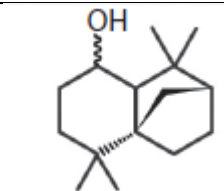
Şekil 2.16. Dişi *Aedes aegypti* sivrisineğinin koku algılama mekanizması



Şekil 2.17. Dişi *Aedes aegypti* sivrisineğinin tat algılama mekanizması

Böcek kovuculardan olan DEET'in koku yoluyla böcekleri etkisiz hale getirmesiyle ilgili birbirinden bağımsız olarak gerçekleştirilen bir çok çalışma mevcuttur (Fediuk ve ark., 2010; Xue ve ark., 2007; Katz ve ark., 2008). DEET böceklerin antenlerinde bulunan AgOR40 algılayıcısı tarafından düşman olarak algılanır ve böceğin DEET'e yaklaşmasını engeller. DEET ve diğer böcek kovucu ajanlar birçok böceğin koku alma nöronlarını kısa bir süre uyarır (Syed ve Leal, 2008). Diğer bir çalışmada ise DEET ve diğer böcek kovucuların böceğin tat ve koku algılama proteinlerini etkisiz hale getirdiği ortaya çıkartılmıştır (Ditzen ve ark., 2008; Lee ve ark., 2010). Ayrıca DEET'in böceğin koku alma nöronları üzerindeki dentrit tabakasını hasara uğrattığı görülmüştür (Qare ve Donia, 2001). Çizelge 2.2 bazı böcek kovucular ve bu böcek kovucuların hangi proteinleri etkilediği ve ne olarak algılandıkları yer almaktadır.

Çizelge 2.2. Bazı böcek kovucular ve özellikleri

Böcek kovucu	Yapısı	Koku proteini	Dost	Düşman	Ligand
DEET N,N-dietil-3-metilbenzamid		AgOR40-Orco	X		
		AgOR1-Orco		X	
		AgOR2-Orco		X	
		AgOR8-Orco		X	
		DmOR47A-Orco		X	
		DmOR59B		X	
		AaOR2-Orco	X		
		AaOR8-Orco		X	
		AaOR10-Orco		X	
		AaGRx?	X		
		AgOBP1&20			
S220 1-[3-Siklohegzen-1-karbonil]-2-metilpiperidin		AaOR2-Orco AaOR8-Orco	X X	X X	
2U 2-Undekonon		AaOR2-Orco AaOR8-Orco		X X	
Kallikarpenal [(1S,2R,4α,5-Tetrametil-1,2,3,4,4α,7,8,8α-oktohidro-1-1naptaetil] asetat		AaOR2-Orco AaOR8-Orco		X X	
PMD Para-methan-3,8-diol,2-(2-hidroksipropan-2-yl)-5-metilsiklohegzanol		AaOR2-Orco AaOR8-Orco		X X	
Neptalaktam (4αS,7S,7αR)-4,7-Dimetil-2,4a,5		AaOR2-Orco AaOR8-Orco	X X	X X	
IR3535 3-[N-Bütül-N-asetil]-amino-propionik asit etil ester		AaOR2-Orco AaOR8-Orco AaOR10-Orco AaGRx?		X X X	
Isolongifol-8-ol 2,2,8,8-Tetrametil-oktahidrol-1H-2,4α-metanoptlan-10-ol		AaOR2-Orco AaOR8-Orco		X X	

2.8. Böcek Kovucular

Dethier ve arkadaşları, 1960'lı yıllarda kovucuların kimyasal yapısını beş temel terim kullanarak karakterize etmiş ve bunu yayımlamışlardır. Böcek kovucuların kimyasal aktivitesi farklıdır ve bazen de böcek üzerinde farklı yollarla hareket ederler. Kovucular böceklerin durmasına, harekete geçmelerine ve hızlanmalarına, hedeflerine doğru veya yanlış yönelmelerine ayrıca caydırıcı bir davranış sergilemelerine neden olabilirler. Atraktant (çekici) ve repelent (kovucu) terimlerinin böceklerin sadece bir hedefe yönelmiş hareketini tespit etmede kullanılması önerilmektedir (Debboun ve ark., 2015).

Repelent (kovucu), iritant (tahriş edici), eksitant (tahrik edici) ve stimulan (uyarıcı) böceklerin böcek ilaçlarına karşı davranışsal tepkilerini tanımlamak için kullanılmaktadır. Bazı terimler örneğin repelent ve iritant nörotoksin efekt ve duyuşal girdiler arasındaki ayırım için belirsiz olduğu düşünölmektedir (Debboun ve ark., 2015).

Böcekler ve insektisitler arasındaki etkileşimi tanımlamak için kullanılan terimler Çizelge 2.3'te yer almaktadır.

Çizelge 2.3. Böcekler ve insektisitler arasındaki etkileşim

Böcek-insektist arasındaki etkileşim			
Temas olmadan (Ölümöl değıl)		Temas ile (Ölümöl değıl)	Temas ile (Ölümöl)
Terim	-Mekansal kovucu -Temassız tahriş edici (iritant)	-Kovucu -Temas ile tahriş edici (iritant)	-Böcek öldüröl -Zehirli
Etki	-Lokomotor uyarıcı -Dinlenme engelleyici -Davranışçı kaçınma		

Eksitorepelnsi: Böceğın böcek ilacı ile temasından sonra sonuçlanan kaçma reaksiyonu sonrası lokomotor aktivitede azalmazdır.

Mekansal kovuculuk: Böceğın böcek kovucu bir kimyasal gaz ile teması sonucu verdiğı kaçma reaksiyonudur.

2.9. Yeşil Kimyasallar

Tüketici böcek kovucu olarak konvansiyonel böcek kovuculara alternatif bahçelerinden elde ettikleri böcek kovucuları tercih etmektedir. Böcek kovucu olarak tercih ettikleri ajanların kendilerini böcek ısırılmalarından korumasını istemektedir. 1996 yılından bu yana, Avrupa Çevre Koruma Örgütü (EPA) böcek kovucu olarak doğal ürünler olan “biyopestisitler”i önermektedir (Debboun ve ark., 2015).

EPA yeşil kimyayı “Yeşil kimya, sürdürülebilir kimya olarak bilinen kimyasal ürün tasarımı ve bu ürünlerin üretiminde zararlı maddelerin zararlı etkilerini elimine eden proses” olarak tanımlar. Ayrıca bu tanımda yeşil kimya hayat döngüsü boyunca geçerli olan tasarım, üretim ve kullanımı da içine alır. EPA ve Amerika Kimyasal Toplumu katkılarıyla Yeşil Kimyasal Girişimi adlı dernek kurulmuştur. “Yeşil” sözcüğü orijini bitkilerden olan ve zararlı ürün ve üretimlerin önüne geçen kimyasal anlamına gelmektedir. Bakterilerin, mantarların ve aktinomisetlerin fermantasyon işlemlerinde etkili olan eklem bacaklıların etkilerini kontrol etmek için yeşil kimyasallar olarak adlandırılan kimyasalların kullanımı yaygın hale gelmiştir. Biyorasyonel bileşikler, bitkisel orijinli kimyasallar, doğal ürünlere oldukça benzerdir ve doğal ürünlerin yerini almaya başlamıştır (Debboun ve ark., 2015).

2.9.1. Esansiyel yağlar

Bitkisel esaslı bileşenler asırlardır eklem bacaklıların kişileri ısırmasına karşı kullanılmaktadır. Bitkilerin böcek kovuculuğundan, ev içerisinde yakılmalarıyla ortama koku saçılması sonucu ve bitkilerden elde edilen ekstraktların vücuda sürülmesi suretiyle yararlanılmıştır (Debboun ve ark., 2015).

Yağlar bazı bitkilerin “esans” veya “uçucu bileşen”lerinden elde edilir ve “esansiyel yağ” olarak tabir edilir. Esansiyel yağlar botanikçiler tarafından ikincil kimyasallar olarak tanımlanır çünkü esansiyel yağlar fotosentez sonucu ortaya çıkmazlar ve bitkinin hayatta kalması için sentezlenirler. Esansiyel yağlar alternatif kimyasallar olarak ürünlerinin saklama koşullarını iyileştirmeden parazitlerden koruma amacına kadar oldukça zengin kullanım alanına sahiptirler. Günümüzde esansiyel yağlar kozmetikte ve parfümlerde, gıdalarda ve içeceklerde lezzet için, aromo terapisinde ve farmokolojide, modern ve alternatif tıpta oldukça yaygın kullanım alanına sahiptirler. Ayrıca birçok

doğal esans, böcek öldürücü, mantar öldürücü, antibakteriyellik ve böcek kovuculuk için tüketilmektedir (Debboun ve ark., 2015).

Esansiyel yağların temel bileşenleri terpenler ve terpenoitlerdir. Terpenoitler, bitkiler tarafından fenilpropen/tirozin yollarıyla biyosentez edilen moleküllerin yansira izopren yoluyla üretilen terpen molekülleriyle de (hidrokarbon terpenler ve çeşitli oksijenli şekilleri de kapsamak üzere) ilişkilidir. Bunların yapıları sadece karbon, hidrojen ve oksijen içerir. Yaygın olarak bilinen böcek kovucu esansiyel yağlar; nane, karanfil, kekik (Park ve ark., 2005), sedir (McIntyre, 2015), tarçın (Jo ve ark., 2015), biberiye (Quinn ve ark., 2007), okaliptüs (Drapeau, 2011), narenciye (Camara ve ark., 2015), yabani adaçayı (Klys, 2007), greyfurt (Yoon ve ark., 2007), limon (Oshaghi ve ark., 2003), neem (Benelli ve ark., 2015), çin leylağı (Abiy ve ark., 2015) ve Batı Hindistan lantanası şeklindedir. *Lantana camara* (Keziah ve ark., 2015) ekili alanda bulunan *Anopheles funestus* türündeki azalma oranının %83 olduğu görülmüştür.

Böcek kovuculuk alanında bitkisel bileşenlerin sentetik bileşenlerin yerine kullanımı günden güne artmaktadır. Bitki seskipenderleri (Formülü $C_{15}H_{24}$ olan teorik olarak 3 izopren biriminin polimerleşmesiyle oluşan, kadin, kloven, santalen gibi terpen bileşikleri) özellikle sivrisineklere ve diğer zararlı böceklere karşı oldukça etkilidir. Yapısal olarak benzer olan ve böcek kovucu aktiviteye sahip on iki adet seskipenderin *Aedes aegypti* türüne karşı mekânsal ve temas kovuculuğu araştırılmıştır. Sonuçlara göre, geliştirilen kantitatif yapı-aktivite ilişkisi modelleri seskipenderlerin mekânsal ve temas kovuculuğunda kullanımının uygun olduğunu göstermektedir (Debboun ve ark., 2015).

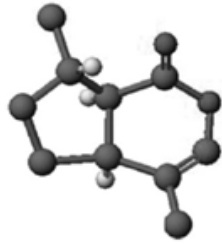
Geçtiğimiz on yıl içinde artan çabalar sonucu insektist olmayan böcek kovucuların keşfi üzerine gidilmiş, katnip ve linalol keşfedilmiştir (Müller ve ark., 2008; Simmons ve ark., 2016). Kline ve arkadaşları linalolün uçucu bileşenlere sahip olduğunu bulmuştur. CO_2 ve oktenol-tuzaklarına kıyasla linalolün sivrisineklere azaltma oranının %50 olduğu görülmüştür. Üç kafesli olfektometre ölçüm sisteminde, linalol ve dehidrolinalolün *Aedes aegypti* türüne karşı etkili olduğu görülmüştür (Kline ve ark., 2003).

Linalolün kovuculuk özellikleri vahşi sivrisineklere karşı İsrail’de araştırılmıştır. Parafinlerin ısırık azaltma etkisi %5 idris otu, %5 linalol ve %5 ıtır özünün ısırık

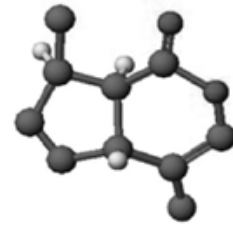
azaltma etkisi ile kıyaslanmıştır. Parafınle kıyaslandığında, linalol ve ıtır özünün böceklerin insanları ısırmasını %71 ve %86 oranında azalttığı görülmüştür. Ancak idris otu yağının parafınlere kıyasla ısırık azaltma etkisi %29'dur (Debboun ve ark., 2015).

Doğal bitkilerin vektör kovuculuklarıyla ilgili çalışmalarda en umut verici bitkilerden biri de nane ailesinden olan yaban sümbülüdür (*Nepeta cataria*). Nepetalakton 13 böcek ailesine karşı kovucu özellikte olan esansiyel yağın temel bileşenidir. Birçok deneyde yaban sümbülünün böceklere karşı etkinliği araştırılmıştır (Peterson ve ark., 2002; Chauhan ve Schmidt, 2014; Bernier ve ark., 2005; Chauhan ve ark., 2005; Zu ve ark., 2009). Yaban sümbülünün etkinliği olfaktometre ile değerlendirilmiş, yaban sümbülünün DEET'ten ve laktik asit ve aseton karışımından daha yüksek etkiye sahip olduğu görülmüştür. Y-olfaktometre ile yapılan diğer bir çalışmada yaban sümbülü yağından %5 konsantrasyonda kullanılmış ve test sivrisineklerinde %80 azalma elde edilmiştir (Debboun ve ark., 2015).

Thomas Eisner 1964 yılında yaban sümbülü yağının her türlü böceğe karşı etkili bir kovucu olduğunu ispatlamıştır. Peterson ve arkadaşları 1999 yılında yaban sümbülü yağının nepetalaktanın E,Z ve Z,E izomerlerini içerdiğini keşfetmiş ve yaban sümbülü yağının böcek kovuculuk etkisini DEET ile kıyaslamıştır (Peterson ve Wilson, 2003).



Z,E nepetalaktan



E,Z nepetalaktan

Şekil 2.18. Z,E nepetalaktan ve E,Z nepetalaktan izomerleri

Yaban sümbülünün böcek kovuculuğu ile ilgili gerçekleştirilen diğer çalışmalar sonucunda yaban sümbülü yağının böcek kovucu olarak kullanılabileceği bulunmuştur (Debboun ve ark., 2015; Tisgratog ve ark., 2016).

Yaban sümbülü yağı %70-90 oranında nepetalakton bileşiklerinden oluşmuştur. Bu nepetalaktonlardan monoterpeneoidler oldukça etkili kovuculuk özelliğine sahipken,

hidrokarbonların kovuculuk etkisi monoterpenoidlerden daha düşüktür (Debboun ve ark., 2015).

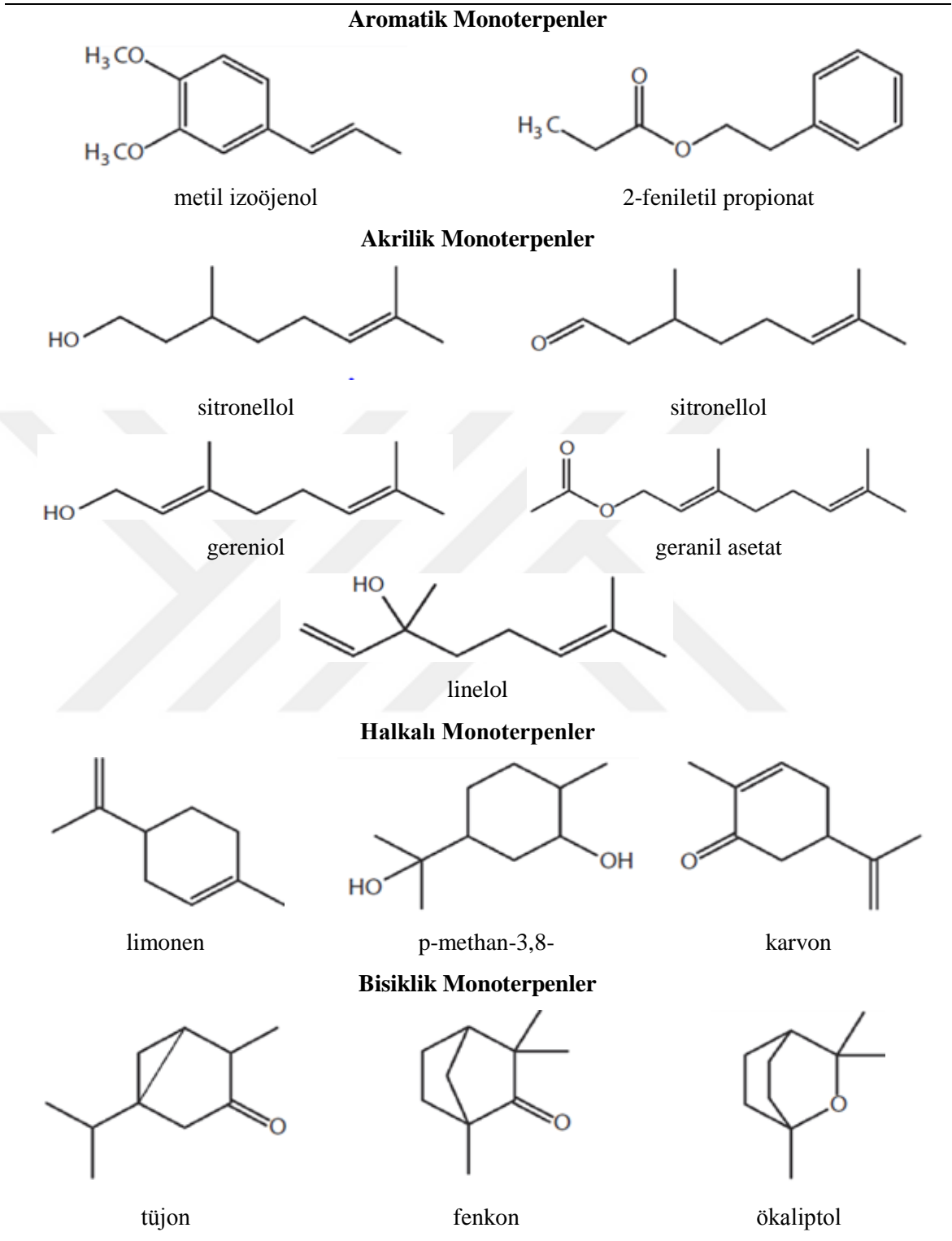
Yaban sümbülü ya da nepetalakton izomerlerinin kovuculuk aktivitesi ile ilgili yapılan bir diğer araştırmada nepetalakton izomerlerinin kovuculuk aktivitesi DEET ve diğer sentetik amidlerle kıyaslanmıştır. Kişilerin sivrisinekler tarafından ısırılma sayılarının ölçüldüğü bu araştırmada nepetalakton kullanan kişilerde ısırılma %85 azalırken, DEET kullanan kişilerde ısırılma miktarı %96 azalmıştır. Bernier ve arkadaşları üçlü-kafes olfaktometre ile yaptıkları araştırmada yaban sümbülü yağının DEET'e göre daha iyi böcek kovucu özellikte olduğunu bulmuşlardır. Ancak DEET bazı böcek türlerine karşı yaban sümbülü yağından daha etkili kovuculuğa sahiptir. Spero ve arkadaşları sıvı ve losyon formundaki yaban sümbülü yağının sivrisineklere ve karasineklere karşı kovuculuğunu incelemiştir. %15 aktif bileşenleri içeren sıvı ve losyonun sivrisinek ve karasineklere karşı 4-8 saat koruma sağladığı bulunmuştur (Spero ve ark., 2008).

Esansiyel yağlardan idris otu yağı asırlardır kullanılan doğal bir böcek kovucudur (Kyu ve ark., 2005) ve günümüzde ticarileştirilmiştir. İnsanlar sarı idris otundan mum yaparak böceklerden korunmuşlardır. İdris otu esans yağı diğer doğal esans yağlarla kıyaslandığında böcek kovuculuğu düşüktür. Ancak çocuklar ve evcil hayvanlar üzerinde kullanımının güvenli olduğu bulunmuştur.

İdris otunun böcek kovuculuğu yaban sümbülü ve nepatalaktonlar ile kıyaslandığında böcek kovucu aktivitesinin düşük olduğu bulunmuştur. Yaban sümbülü yağı ve idris otu yağının böcek kovuculukları statik hava kabinde test edildiğinde yaban sümbülü yağının idris otu yağından daha etkili olduğu ancak her iki esans yağının da böcek kovucu etkisinin 15-30 dakika içerisinde çok güçlü olduğu ve 1-2 saat içerisinde kaybolduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonucun aksine DEET ilk 6 saatte çok düşük etki gösterirken 6 saat sonra böcek kovuculuk etkisinin arttığı görülmüştür.

İdris otu yağının temel bileşenleri; monoterpenoid (10-karbon terpenoid), sitronellal, geraniyol, sitrenelol, limonen ve metil izo-egönol şeklinde sıralanmaktadır. Bu bileşenlerin kimyasal yapısı Çizelge 2.4'te yer almaktadır (Debboun ve ark., 2015).

Çizelge 2.4. Bazı terpenler ve kimyasal yapıları



İdris otu yağının bileşenleri ise çoğunlukla sitronelal, geraniol, limonen ve metil ögenoldür (Windsor ve Neilen, 2014). Bütün bu monoterpenoid bileşenleri DEET'e

kıyasla moleküler ağırlıkları daha düşük olduğu için ve DEET aramidi kadar polar olmadıkları için daha yüksek uçucu özelliğe sahiptir. İdris otu yağı insanların kullandığı bir böcek kovucu yağdır ancak idris otu yağının dermokolojik reaksiyonları tetiklediği bilinmektedir. İdris otunun böcek kovma mekanizması; kişinin vücudundan salınan ve böceklerin kişiye olan ilgisini artıran CO₂ ve laktik asiti maskeleyenlerdir. İdris otu marketlerde böcek kovucu olarak satılan mumların içerisinde bulunmaktadır (Debboun ve ark., 2015).

Ayrıca monoterpenler ticari olarak satılan ve kullanımı yaygın olan biberiye yağı, tarçın yağı, nane yağı, karanfil yağı, sümbül yağı, feniletıl propionat ve limon okalıptüs yağının aktif bileşenidir. İnsanlardan farklı olarak bazı bitkiler ve hayvanlar böceklere karşı koruyucu kimyasallar olan terpenoid bileşiklerine sahiptir (Lange ve Ahkami, 2013).

Karanfil yağı EPA sınıflandırılmasında, böcek kovucu ajanlar içerisinde böcekler için en az zararlı olduğu ve aktif bileşeninin insanlar üzerinde herhangi bir zarara neden olmadığı belirtilmektedir. Doğal böcek kovucu ürünlerin çoğu karanfil yağı içerir. Antibakteriyel uygulamalarda karanfil yağı ararot, kabartma tozu, fesleğen yağı, defne yağı, çay ağacı yağı ve adaçayı yağı ile karıştırıldığında ayakkabılarda bakterilere karşı kullanılır. DEET, Citriodiol, Icaridine ve IR3535'in cilde uygulanmasında cilde tahrişlere neden olması alışıldık bir durumdur. Ayrıca karanfil yağının sarımsak yağı ve kekik yağı ile karıştırılıp cilde uygulanmasında tahrişe neden olması alışılmadık bir durumdur. Karanfil yağının cildi hassas olan kişilerde tahrişe neden olduğu yapılan araştırmalar sonucunda bulunmuştur. Doğal yağlar içerisinde karanfil ve kekik yağının böceklere karşı oldukça etili kovucu ajan olduğu bulunmuştur (Debboun ve ark., 2015; Chaieb ve ark., 2007).

Bir diğer çalışmada karanfil yağının böcek kovucu olarak kullanımının faydaları ve güvenliliği araştırılmıştır. Karanfil yağı içerisinde böceklerin kişileri ısırma ve ısırma engelleyen ve böcekleri öldüren ögenol bulunmaktadır. Antibakteriyellik çalışmalarının birçoğunda aronat, kabartma tozu, fesleğen yağı, defne yağı, çay ağacı yağı ve ada çayı ayaklar için kullanılmıştır. Ayrıca bu bitki özleri insan vücudunda herhangi bir reaksiyona neden olmamıştır. Karanfil yağı ıtır yağı ve kekik yağı ile karıştırılmış ve bu karışımının çok iyi böcek kovucu özellikte olduğu bulunmuştur. Karanfil yağı

antibakteriyel, antimikrobiyel ve antifungal olduğu için ayrıca çevreci ve toksin olmama özelliklerinden dolayı ilaçlarda, parfümlerde ve gıda aromalarında kullanılmaktadır. Yapılan diğer çalışmalarda karanfil yağının antibakteriyel, antiviral, antimikrobiyel, antifungal, iltihabı engelleyici, böcek kovucu ve anti tümör özelliklerde olduğu bulunmuştur (Shapiro, 2012).

Bir diğer böcek kovucu esansiyel yağ ise limon otu yağıdır. Limon otu yağı 1901 yılında keşfedilmiş ve 1940'lı yıllarda böcek kovucu olarak oldukça yaygın şekilde kullanılmıştır. Limon otu yağının diğer bir kullanımı ise saçlarda pire ve bit yaşamasını önlemek içindir.

Limon okaliptüsü (p-methan 3,8-diol), soya fasülyesi ve ıtır özü yağı gibi çeşitli bitki özleri böcek kovucu olarak kullanılmaktadır. Doğal ürünler sentetik ürünlere örneğin DEET'e kıyasla insan sağlığına ve çevreye zararlı olmamasından ayrıca biyolojik olarak parçalanabilir olmasından dolayı daha güvenlidir. Bitkisel ürün özlerinin böcek kovucu olarak kullanımında *Zantboxylum* (sarı odun) meyvesi, *Citrus aurantifolia* yaprakları ve limon özü üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Yapılan diğer bir çalışmada ise hardal yağının hindistan cevizi yağından daha iyi böcek kovma özelliğine sahip olduğu bulunmuştur. Diğer böcek kovucu özelliğe sahip olduğu bulunan bitkiler ise ağaç minesini, limon otu özü, okaliptüs ve *Vitex negundo* şeklinde sıralanmaktadır. Limon okaliptüs özünün kenelere karşı etkili olmadığı, ancak diğer bütün eklem bacaklılara karşı etkili olduğu bulunmuştur (Katz ve ark., 2008).

İsveç ordusunda yapılan bir çalışma kenelerin sarımsağa gelmediğini göstermiş, sarımsak ve sarımsak yağı böcek kovucu olarak kabul edilmiştir (Katz ve ark., 2008).

Mısır'da yapılan bir çalışmada Mısır'da böcek kovucu olarak kullanılan 9 bitkinin böcek kovucu etkisi Jimma bölgesinde yaşayanlar üzerinde incelenmiştir. Bu bitkilerin halk arasındaki ismi etan (*Boswellia papyrifera*), göktop (*Kebercho*), bisana (*Croton macrostachyus Del.*), neem (*Melia azedarach L.*), baya (*Olea welwitschii*), woira (*Olea europaea L.*), nech bahir zaf (*Eucalyptus globulus Labill*), tid (*Cupressus lusitanica Mill.*) ve tej sar (*Cymbopogon citratus (DC.ex.Nees) Stapf*) şeklindedir. Bu bitkilerin böcek kovucu olarak hangi kısımlarının kullanıldığı, böcek kovma mekanizması ve

hangi böcekler üzerinde etkili oldukları Çizelge 2.5'te yer almaktadır (Karunamoorthi ve ark., 2009).

Çizelge 2.5. Mısır'da kullanılan böcek kovucular

Bitkinin Halk Arasında Bilinen Adı	Bitkinin Kullanılan Kısmı	Böcek Kovma Mekanizması	Etkili Olduğu Böcekler
Etan	Reçine	Koku ile	Sivrisinek, karasinek
Kebercho	Kökleri	Koku ile	Kene, sivrisinek ve diğer karasinekler
Bisana	Yaprakları	Koku ile	Sivrisinek ve hamam böceği
Neem ağacı	Yaprakları	Yaprağın süspanse olması	Sivrisinek, sinek ve pire
Baya	Kökleri	Koku ile	Sivrisinek ve karasinek
Woirra	Kökleri ve yaprakları	Koku ile	Sivrisinek ve karasinek
Nech bahir zaf	Yaprakları	Koku ile	Sivrisinek ve karasinek
Tid	Yaprakları	Koku ile	Sivrisinek ve karasinek
Tej sar	Yaprakları	Koku ile	Sivrisinek, pire ve bitler

2.9.2. Sentetik böcek kovucular

Tarihsel olarak, böcek kovucular tütünden, bitkilerden, yağlardan, katrandan ve deve idrarından elde edilmekteydi. II. Dünya Savaşında böcek kovucu olarak sadece dört böcek kovucu kullanılıyordu. Bu böcek kovucular; limon otu yağı (1901'de keşfedilmiştir), dialkil ftalat (1929'da keşfedilmiştir), indalon (1937'de keşfedildi) ve Rutgers 612 (2-etilhegzan-1,3-diol) (1939'da keşfedilmiştir) şeklindeydi.

Rutgers 612 artık kullanılmamaktadır, ancak Rutgers 612'nin aktif bileşenleri bazı böcek kovucularda kullanılmaktadır. Bu böcek kovuculardan bazıları 6-12 Plus Insect Repellent Stick, 6-12 Plus Insect Repellent Liquid, Off! Insect Repellent IV, 6100 Formula 2 Fly, Mosquito Repellent Gel, Johnson Wax 6017 Formula 10 Insect Repellent ve BF-100 Blackfly Repellent Solution şeklindedir. Çizelge 2.6'da ticari olarak kullanılan böcek kovucular yer almaktadır.

Çizelge 2.6. Ticari olarak kullanılan böcek kovucular

Ajan	Aktif Bileşen (%)	Bulunduğu Form
Cutter (For emergencies call 1-800-633-2873)		
Backyard	DEET (10)	Ayresol
Backwoods	DEET (21.85)	Sprey, ayresol
Sports pack	DEET (9.5)	Sprey, ayresol
Pleasant Protection	DEET (9.5)	Sprey, ayresol
Outdoorsman	DEET (30)	Ayresol, losyon, stik
OFF		
Skintastic for kids	DEET (7.125)	Losyon
Skintastic	DEET (8.125)	Losyon
Skintastic	DEET (6.65)	Sprey
OFF!	DEET (14.25)	Ayresol sprej
Deep Woods, OFF! (D.W.O.)	DEET (23.85)	Pump spray
Deep Woods OFF!	DEET (28.5)	Ayresol spray
D.W.O. Sportsman	DEET (38)	Sprey pompası
D.W.O. Sportsman	DEET (100)	Sprey pompası
Ticks OFF!	DEET (38)	Sprey pompası
Maximum protection OFF!	DEET (100)	Sprey pompası
Repel	DEET (38)	Losyon
	DEET (33)	Ayresol
	DEET (38)	Ayresol
	DEET (100)	Sprey pompası
Ultrathon	DEET (22.56)	Ayresol sprej
Ultrathon control release	DEET (31.58)	Losyon
Deet plus	DEET (17.5)	Losyon
	N-Octyl-bicyclo-heptene-dicarboximide (5)	Losyon
	Di-e-N-propylMsocincho-meronate (2.5)	Losyon
Ben's	Deer (100)	Losyon
Skedaddle (not for children younger than 2 yr)	Deet (6.2)	Losyon
Skedaddle (not for children younger than 2 yr)	Deet (6.2)	Losyon
Treo	Limon out yağı (0.05)	Losyon
Avon Skin So Soft	Limon out yağı (0.05)	Banyo lasyonu
Natrapel	Limon out yağı	Losyon
Green Ban	Limon out yağı, şamdan çiçeği,	Losyon
ZZZ Away	Limon out yağı	Losyon
Permanone Tick Repellent	Permethrin	Losyon

Bütün böcek kovucular kıyaslandığında DEET'in böceklere karşı oldukça etkili ajan olduğu sonucuna varılmıştır (Sfara ve ark., 2011; Staub ve ark., 2002). DEET 1956 yılında pazara sürülmüştür ve böcek kovucu ürünler arasında 40 yıl boyunca en etkili ürün olma özelliğini kaybetmemiştir (Brown, 1997; Qui ve ark., 1998). Off! Skintastic

(%8 DEET Losyonu) ve Skedaddle! (%10 DEET Krem) çocuklar için zararsız olan iki farklı DEET formülasyonudur.

DEET elli yıldır kullanılan ve her tür böceğe karşı etkili olan bir böcek kovucudur. Ancak DEET'in etkisi permithrin ve piperidine göre daha düşüktür. DEET genellikle oda spreyi veya vücuda direk uygulanmaktadır ancak plastik ve sentetik mamullere zarar verdiği için kullanımı tercih nedeni olmamaktadır (Bissinger ve Roe, 2010).

DEET genellikle böcek kovucu olarak kullanılan ama eşek arılarına karşı kovucu olmayan bir etken maddedir. Kanada'da böcek kovucu olarak kullanılan maddeler p-methan 3,8-diol, soya yağı, idris otu yağı, lavanta ve DEET'dir. DEET'in hamileler tarafından kullanımı tavsiye edilmez. DEET'in çocuklar tarafından alınımının azaltılması için DEET'in ellere ve yüze sürülmesi engellenmelidir. Ayrıca DEET rayon, elastan, deri ve lens gibi plastiklere hasar verebilir (Miller, 2004).

DEET kişisel böcek kovuculukta, zirai alanlarda (Weigel ve ark., 2002) ve böcek ısırıklarına karşı kullanılan aromatik amittir. DEET 1946'dan 1957 yılına kadar orduda kullanılmış, 1957 yılından sonra halk arasında kullanılmaya başlanmıştır. Avrupa'da nüfusun yaklaşık %30'u DEET'i losyon, stik veya sprey formunda %10-100 konsantasyonda kullanmışlardır (Lupi ve ark., 2013). Ancak DEET'in vücut tarafından absorblandığı sonucuna varılmıştır (Ross ve Shah, 2000). Ayrıca DEET'in kapsamlı ve tekrarlı topikal uygulamalarında zehirlenmeler (Antwi ve ark., 2008) ve zehirlenme sonucu ölümler meydana gelmiştir. DEET'ten zehirlenme sonucu meydana gelen belirtiler ise çarpıntı, tedirginlik, geveleyerek konuşma, kasılma nöbeti, bilişsel işlevlerde kayıp ve komadır (Abou-Donia ve ark., 1996).

DEET tek sefer uygulama ile en fazla etkili olan ve kalıcı olan böcek kovucu ajandır. Tek sefer uygulamada DEET'in 302.5 dakika etkili olurken diğer böcek kovucu ajanlardan soya yağının 94.6 dakika, IR3535'in 22.9 dakika ve idris otunun 20 dakika etkili olduğu görülmüştür. Giyim eşyalarının böcek kovucu etkilerini artırmak için B1 vitamini sarımsakla birlikte kullanmak tavsiye edilmektedir. Çünkü bu bileşenler böcek kovucu etkiyi artırır (Miller, 2004).

Yapılan araştırmalar DEET kullanımının dermatolojik, alerjik, nörolojik zarara, kansere ve kardiovasküler toksiniteye neden olduğunu göstermiştir (Koren ve ark., 2003; Schoenig ve ark., 1993; Briassoulis ve ark., 2001; Mena ve ark., 2015; Campos ve ark., 2016; . Qualls ve ark., 2012; Tay ve ark., 2009; Wang ve ark., 2006; Qare ve ark., 2001; Rahman ve ark., 2001; Goodyer ve Behrens, 1998). DEET'in keşfedilmesiyle birlikte o günün koşullarında kullanılan böcek kovucuların kullanımı DEET'in gölgesinde kalmıştır. Yaklaşık 20.000 bileşen DEET'in keşfinden sonra mercek altına alınmış ve hiçbir bileşenin böcek kovuculuk süresinin DEET kadar uzun olmadığı sonucuna varılmıştır. DEET 1946 yılında bir eklem bacaklı kovucu olarak formüle edilmiş ve 1957 yılında ticari olarak tescillenmiştir. DEET günümüzde de kullanılan aktif bir böcek kovucudur ve insan vücuduna uygulanabilir. Örneğın DEET *Haemaphysalis spp.* türüne karşı 24 saat boyunca %90-100'e yakın koruma sağladığı görölmüştür. Ayrıca 1.6 $\mu\text{mol}/\text{cm}^2$ alandaki DEET *Nymphal A. americanum* ve *I. Scapularis* türüne karşı 10-20 dakika koruma sağladığı görölmüştür. Bazı böcek türlerine karşı DEET yüksek konsantrasyonlarda uzun süreli koruma sağlar (Bissinger ve Roe, 2010).

Bir diğere sentetik böcek kovucu ise diklordifeniltri-klore-tan (DDT)'dir. DDT ilk olarak 1874 yılında sentezlenmiştir ancak böcek kovucu olduğu İsviçreli kimyager Paul Hermann Mueller tarafından 65 yıl önce keşfedilmiştir. Mueller bu keşfi güvelere ve halı böceklerine karşı yeni bir böcek kovucu araştırırken bulmuştur. DDT'nin kimyasal yapısı Birleşmiş Milletlerin Florida eyaletinin Orlando kentinde Ziraat Bölümünde 1942 yılında bulunmuştur. Öncelikle DDT'nin böcek aktivitesini kontrol etmede çok etkili olduğu görölmüş ve 1944 yılında orduyu böceklere karşı korumak için kullanılmıştır (Debboun ve ark., 2015)

II. Dünya Savaşının son ayları süresince, Birleşmiş Milletler ayda 3 milyon DDT üreterek orduyu böceklere karşı korumuşlardır. DDT'nin böceklerin neden olduğu hastalıklara karşı etkili olduğu belgelenmiştir. Ayrıca DDT 1943-1944 yılları arasında Napoli'de (İtalya) tifo ile Dakar'da (Senegal) veba salgınında kullanılmıştır. Buna ek olarak DDT anofel sivrisineklerinin neden olduğu sıtma hastalığına karşı Akdeniz ölkelerinde ve Uzak Doğu ölkelerinde oldukça etkili olduğu bulunmuştur (Debboun ve ark., 2015).

II. Dünya Savaşı sonrasında DDT ticari olarak ulaşılabilir hale gelmiştir. DDT'nin büyük bir kısmı ziraatte ve yabani hayvan kontrolünde hızla kullanılmaya başlanmış ve 1945'te üretimi 15.000 tondan 1959 yılına kadar 35.000 tona ulaşmıştır (Debboun ve ark., 2015).

DDT ile kapalı alan ilaçlaması (IRS) 1955 yılında Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından sıtma ile mücadelede mihenk taşı olmuştur. Ilıman bölgelerde DDT'nin sıtma ile mücadelesinin çok başarılı olmasına rağmen ekonomik problemler, sıtma virüsünün ilaca karşı bağışıklık kazanması, kötü planlanmış sulama projeleri sonucu ormanların tahrip edilmesi sonucu sıtma taşıyan sivrisineklerin yaşam alanlarının daralması DDT'nin ününü azaltmıştır. 1969 yılında, pestisitlerin sıtma kontrolünde kullanımı önemli hale gelmiştir. Birleşmiş Milletlerde artan çevre hassasiyeti sonucu DDT kullanımı 1972 yılında yasaklanmış ve 1970'li yılların sonlarına doğru üretimi dünya çapında durmuştur (Debboun ve ark., 2015).

DDT'nin eksitorepellent özelliği tarihiyle sıkı bir bağa sahiptir. II. Dünya Savaşı süresince, DDT araştırmalarının ve geliştirilmesinin temel odağı pratik bir uygulama bulmasındandır. DDT'nin böcekler üzerindeki etkisi 1940'lı yılların ortasına kadar çalışılmamıştır. 1940'lı yılların ortalarında DDT'nin tahrik edici ve kovucu özellikleri gözlemlenmiştir. Buxton DDT'ye maruz kalan böceklerin huzursuz davranış sergilediğini dile getirmiş ve Gahan ve arkadaşları ve Metcalf ve arkadaşları ise DDT'nin eksitasyon (uyarma) ve ışık altında aktivitesinin arttığını bulmuşlardır. Kennedy DDT'nin zehirlenme etkisinin *Anopheles Maculipennis* ve *Aedes aegypti* türleri üzerinde aynı derecede olduğunu bulmuştur. Ayrıca Kennedy DDT uygulanmış ve uygulanmamış yüzeylerde etkileşim sonucu böceklerde azalma olduğunu söylemiştir. Bu alanda, sivrisinekler DDT uygulanmış kulübelere deneye tabi tutulmuş ve az sayıda sivrisinek zarar görmeden düzenekten kaçmayı başarmıştır. Ayrıca DDT uygulanmış kulübeye giren sivrisineklerin zarar gördüğü sonucuna ulaşılmıştır. Busvine DDT'nin reaksiyonlarını şu şekilde sıralamıştır; i). bir mesafedeki repelens (kovuculuk) böceğin o bölgeye girişini engeller, ii). temas ile repelens (kovuculuk) böceğin kaçışını engeller. DDT'nin kovucu olup olmadığı irdelendiğinde ise, DDT içeren bölgeye gelen böceklerin o bölgeden hızla uzaklaştıkları görülmüş ve DDT'nin böcek kovucu olduğu sonucuna varılmıştır (Debboun ve ark., 2015).

Anofel cinsi sivrisineklerin DDT'ye karşı dayanıklı oldukları 1947 yılının başlarında İtalya'da gözlemlenmiştir. Florida'da 1943 yılında DDT kullanımını *Aedes sollicitans* ve *Aedes taeniorhynchus* türlerine karşı kullanımı yavaşken birkaç yıl içinde DDT kullanımını oldukça artmıştır (Debboun ve ark., 2015).

DDT dayanımı kanatlı böcekler ve sivrisineklerde 1-3 yıl sonrasında yaygın hale gelmiştir. 1957 yılında Dünya Sağlık Örgütü'nün insektisitler konusundaki uzmanları 20 böcek türü üzerinde yapılan DDT dayanım testinde 5 anofel cinsinin dirençli olduğunu bulmuştur. 1962 yılında bu değerler çarpıcı şekilde aratarak 81 böcek türü içinde 32 anofel türünün DDT'ye karşı dayanıklı olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır. Ancak 1970'li yıllarda alternatif insektisitlere kayma olduğu için DDT'nin sıtma virüsüne karşı kullanımını yeniden gündeme gelmiştir. Anofel cinsi sivrisineklerin DDT'ye karşı dayanımları artmasına rağmen, DDT evlerde sprey formunda kullanımı etkili şekilde devam etmiştir. DDT hala ulaşılabilir ve sıtma kontrolünde kullanılmaktadır (Debboun ve ark., 2015).

Diğer bir sentetik böcek kovucuda piretroittir. Piretroitlerin etkisi böceklerin periferik duyu sistemine zarar vermektir. Piretroitlerin kovuculuğunun nedeni olarak yüksek derecedeki ölümcül aktivitesinden ve ölümcül olmayan ancak böceklerin beslenme davranışlarına zarar veren zehirli aktivitesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Debboun ve ark., 2015).

Böcek kovucuların böceklerin koku alma reseptörlerini tahrip etmesi konusunda kanıtlar mevcuttur. Bohbot ve arkadaşları farklı moleküler yapıdaki böcek kovucuların etkisini test etmişler ve sentetik piredroidin *Aedes aegypti* türüne karşı kovucu özellikte olduğu bulunmuştur. Piretroidin böceklerin koku reseptörlerine 3,8-para-methan-diol veya nepetalakton gibi zarar verdiği görülmüştür. Araştırma sonuçları piredroidlerin kovuculuk özelliğinin böceklerin koku sistemleriyle etkileşiminden ve öldürücü nörotoksin özellikte olmasından kaynaklandığını göstermektedir (Debboun ve ark., 2015).

Yüksek basınçtaki piredroidler örneğin metofluthrin, transfluthrin ve alethrin oda sıcaklığında hızla buharlaşabilmektedir. Buharlaşma oranlarının, bundan başka, eklenti buharlaştırıcılar, sivrisinek sargıları ve paspaslar gibi ürün uygulamaları geliştirilmiştir.

Ancak, plastik reçinelere emdirilen aktif bileşenlerin buharlaşmaları için ısı gerekli değildir (Debboun ve ark., 2015).

Metofluthrin Sumitomo Kimyasal Limited Şirketi (Japonya) tarafından geliştirilmiş ve geçtiğimiz 10 yıl boyunca kullanılmıştır. Kimyasal dağıtımın en yaygın hali çok katmandan oluşan plastik ya da kâğıt şeritlerden oluşmaktadır. Argueta ve arkadaşları transfluthrin ve metofluthrin emdirilmiş iki adet kâğıt şeritlerin etkisini araştırmışlardır. Metofluthrin yüksek derecede kovuculuğa sahip olduğu ve uygulamadan 6 hafta sonra *Aedes Albopictus* sayısında %95-100 arasında azalma sağladığı görülmüştür. Transfluthrin metofluthrine göre *Aedes albopictus* sayısını azaltmada daha pasiftir ve etki uygulamadan 5 hafta sonra %44-86 arasındadır. %5 metofluthrin emdirilmiş plastik şeritlerin *Culex Quinquefasciatus*, *Aedes Aegypti* ve *Anopheles Gambiae* yoğunluğunu uygulamadan 11 hafta sonra %70-100 oranında azalttığı görülmüştür. Metofluthrin emdirilmiş kâğıt şeritlerin laboratuvar ölçekli rüzgâr tüneli testi *Aedes aegypti* etkinliğini azalttığı ve beslenme sistemlerine zarar verdiği görülmüştür. Son zamanlarda, metofluthrinin ticari olarak piyasada bulunan (Örneğin; OFF) ürünlerde kullanılmaya başlamıştır. Bu ürünlerde aktif bileşen %31 civarındadır. Florida eyaletinde altı gönüllü üzerinde yapılan çalışmada 3 saatlik periyotta *Aedes Albopictus* ve *Aedes taeniorhynchus* türlerinin gönüllüleri ısırması %70-79 oranında azalmıştır (Debboun ve ark., 2015).

Plastik şeritlere %5'lik metofluthrin emdirildiğinde 4 hafta içerisinde *A. Aegypti* türene karşı %58-68'lik azalma görülmüştür. Vektör kontrolünde kullanılan DDT, α -sipermethrin ve deltamethrinin tarihçelerine bakıldığında az miktarda kullanılmalarına rağmen etkili kovuculuğa ve temas sonucu ölümcül oldukları sonucuna varılmıştır. Ancak kullanıcılara karşı zararlı etkiye sahip olduğu için yeni böcek kovucuların modifiye edilmesine gidilmiştir. Modifiye edilen böcek kovucuların en önemli özelliği temas sonucu ölümcül olmaları ve bölgesel kovuculukta kişiyle böcek arasındaki teması azaltarak hastalık bulaşma riskini azaltmasıdır. Böcek ilaçlarının az kullanılmasına yönelik uygulamalar maliyeti azaltmakla kalmaz böceklerin böcek ilacına karşı direnç kazanmasını da sınırlar. En önemlisi, mekânsal kovuculuk insan-vektör karşılaşmalarını azaltır dolayısıyla hastalık bulaşma riski azalır (Debboun ve ark., 2015).

Böcek kovucu olarak kullanılan diğerk bir sentetik madde de permithrindir. Permetrin ilk olarak 1973 yılında piyasaya sürülen, kene, sivrisinek ve diğerk eklem bacaklılara karşı oldukça etkili olan kovucu bir ajandır. Permetrin böceklerin sinir sistemini bloke ederek böceğın vücudunda sodyum hareketini önler. Bit istilasına karşı da oldukça etkilidir. Permetrin, ayakkabı, elbise, yatak takımları ve kamp malzemelerinde her 5 yıkamadan sonra kullanılabilir. Permetrin nerotoksin etkilere sahiptir. Bu etkiler titreme, koordinasyon kaybı, hiperaktivite, paralizi ve vücut ısısında artış şeklindedir. Ayrıca, deri ve gözde tahriş, mutajenik etki ve bağışıklık sisteminde bozulma görülebilir (Katz ve ark., 2008).

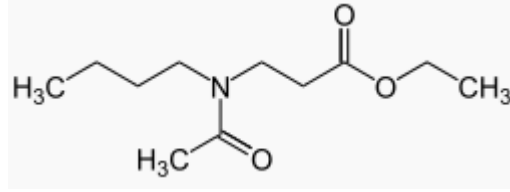
Sentetik böcek kovucu ajana diğerk bir örnek ise pikaridindir. Pikaridinin genel ismi 2-(2-hidroksietil)-1-piperidinkarboksilik asit 1-metilpropil esterdir. Piperidin grubuna aittir. İnsan vücuduna uygulanmaktadır. Böcek ve kene kovma özelliğindedir. Pikaridin ile ilgili yapılan çalışmalar sonucunda pikaridinin düşük oranda akut, dermatolojik ve solunum toksinitesine sahip olduğu bulunmuş, mutajenik olduğuna dair bir bulgu bulunmamıştır. Sıcaklık, pH gibi etkilere karşı oldukça dayanıklıdır ve hidrolizi oldukça güçtür. Pikaridin ajanının kimyasal ve fiziksel özellikleri Çizelge 2.7’de yer almaktadır (http://www.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-070705_01-May-05.pdf).

Çizelge 2.7. Pikaridinin genel özellikleri

Moleküler Formülü	C ₁₂ H ₂₃ F ₉ NO ₃
Fiziksel Hali	Sıvı
Renk	Renksiz
Koku	Kokusuz
Molekül Ağırlığı	229.3 g/mol

Toksinite açısından değerlendirildiğinde pikaridin III. kategoride yer almaktadır (Kategori I: Çok fazla toksin, Kategori II: Orta derecede toksin, Kategori III: Zayıf toksin, Kategori IV: Kısmen toksin). Kanserojen etkiye sahip değildir.

Bir diğerk sentetik böcek kovucu ürün ise IR3535’tir. Kullanımı yöresel yerlere seyahat eden kişilere önerilmektedir. IR3535 özellikle anofel sivrisineğine karşı oldukça etkilidir. Alanin veya beta-alanin yapıya sahiptir.



Şekil 2.19. IR3535'in kimyasal yapısı

2.10. Böcek Kovuculuk Testleri

Laboratuvar şartlarında böcek kovucuların etkilerini analiz edebilmek amacıyla birçok teknik geliştirilmiştir. Bu teknikler avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Araştırmacılar kendi sorularına çözüm ararken bu tekniklerin kendileri için en kullanışlı olanını seçmişlerdir. Sahada yapılan kovuculuk testleri laboratuvar testlerine göre daha komplekstir ama bu testleri gerçeğe simule etmek çok daha kolaydır. Laboratuvar şartlarında yapılan kovuculuk testleri genellikle kafes içinde kol testleri (arm-in-cage tests) olarak adlandırılır.

2.10.1. Kovuculuk test odası

Dünya Sağlık Örgütü 1957 yılında kovuculuğun ölçülmesinden ziyade kovuculuğun kalıcılığı üzerindeki çalışmalara yoğunlaşılması gerektiğini vurgulamıştır. Başlangıçta deneyler plastik koniler içinde DDT emdirilmiş kâğıtlardan kaçan ve ölen sivrisinek sayısının 24 saat süresince sayılması ile gerçekleştirilmiştir. İlerleyen yıllarda bu metotta iyileştirme yoluna gidilmiştir. Metal bir kutu yapılarak eklem bacaklılar karanlık metal kutu içinde muhafaza edilmiş ve böylelikle eklem bacaklıları tahrik etme azaltılmıştır. Kutunun önünde bulunan boşluk eklem bacaklıların test bölgesinden kaçmasına izin vermektedir. Bu yeni deney sisteminin kullanımıyla birlikte, test kutusundan kaçan eklem bacaklılar sayılmakta ve böylelikle kovuculuğun derecesi belirlenebilmektedir. Koni deneyinin aksine, kovuculuk test odası yönteminde eklem bacaklılar böcek öldürücü emdirilmiş yüzeylerle temasa zorlandığı için, ölçüm yönteminde gelişme vardır. Ama bu ölçüm yönteminin standardının olmaması ve değişken etkilerin olması yöntemin dezavantajlarıdır.

Dünya Sağlık Örgütü küçük skalalı alanlarda kovuculuk test odalarının kullanımının sivrisinek popülasyonları üzerinde yapılan insektisid testler için önermektedir. Yapı olarak aynı olan birçok deneysel kabin uygulama ve kontrol için kullanılabilir. Her bir

kabin bütün geceyi orda geçirecek sivrisinekleri alabilir. Sivrisinekler sabahın erken saatlerinde odada toplanır. Canlı ve ölü sivrisinek sayısı, beslenen ve beslenmeyen dişiler ve onların eşitlik durumu kayıt altına alınır. Canlı sivrisineklere %10'luk şeker çözeltisi temin edilir ve 24 saatlik ölüm oranları değerlendirilir.

İnsektisit etkinliği dört indikatör ile değerlendirilir: (1) giriş oranı, deney kabini ve çıkış tuzak içindeki toplam sivrisinek sayısının göstergesi; (2) çıkış hızı, çıkış tuzağı içindeki sivrisineklerin toplam sayısının deney kabini ve tuzak içindeki toplam sivrisinek sayısına oranı; (3) kanla beslenme oranı, kanla beslenen dişi sivrisineklerin toplam sivrisinek sayısına oranı; ve (4) ölüm oranı, deney kabini 24 saatin başlangıcında ve sonunda ölen sivrisinek oranıdır. Potansiyel insektisit etki;

$$\frac{100x(D_t - D_c)}{E_c} \quad (2.2)$$

formülüyle hesaplanır. Burada D_t deney kabini 24 saatte ölen toplam sivrisinek sayısı, D_c kontrol deney kabini 24 saatte ölen toplam sivrisinek sayısı ve E_c kontrol deney kabine giren toplam sivrisinek sayısıdır (Debboun ve ark., 2015).

Kovuculuk test odası geleneksel olarak ve büyük ölçüde sıtma taşıyan sivrisineklerin davranışlarını analiz etmede ve popülasyon yoğunluğuyla ilgili veri toplamada kullanılır. Portatif kabin dizaynı Achee ve arkadaşları tarafından Orta Amerika'da bulunan Belize kentindeki kanatlı böceklerin davranışlarını analiz etmek için gerçekleştirilmiştir (Debboun ve ark., 2015).

Kovuculuk test odası çalışmaları insektisitlere karşı sivrisinek davranışlarıyla ilgili bilgi birikiminin artmasına neden olmuştur. Eski versiyonlarına kıyasla, kovuculuk test odası dizaynı gelişmesine ve ilerlemesine rağmen veri toplama konusundaki önyargılar azalmıştır. Kovuculuk test odası pahalı olmasına rağmen standardize olmuş bir ölçüm tekniğidir. Böcek kovucuların ve tuzakların etkinliğinin analiz edilmesinde kovuculuk test odaları önemli bir araç haline gelecektir (Debboun ve ark., 2015).

2.10.2. Klun ve Debboun modülü

Dişi sivrisineklerin yaşamlarını kanlı yiyeceklerle beslenmeleri sayesinde sürdürdükleri için sivrisinek kavuculuğunun bir kurban üzerinde ölçülmesi ölçüm için faydalıdır.

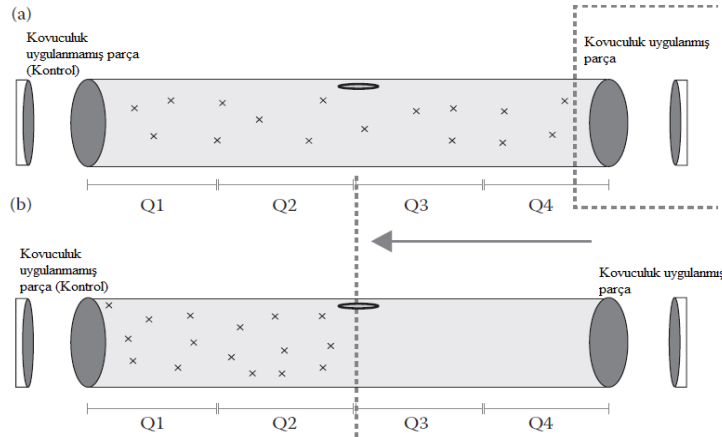
Amerikan Test ve Malzeme Örgütü Klun ve Debboun modülü (K&D modülü) ile kovuculuğun test edilmesi için bir çekici geliştirmiştir. K&D modülü Plexiglas® altı adet birbirine bitişik (5cm x 5cm x 5cm) hücreden oluşmaktadır. Bu hücreler 3cm x 4cm sürgülü deneğe doğru açılan Plexiglas® kapıdan oluşmaktadır. K&D test modülü öncelikle böcek kovuculuk ölçümünde kantitatif ölçüm olanağı sunar. Bu metotta bir zar içinde kan örneği bulunur ve böylelikle in-vitro ölçümlere daha çok uyum sağlanır. Bu ölçüm metodunda kan sıvısının etrafını saran membrana böcek kovucular uygulanır ve böcek kovucunun aktivitesi test edilir (Debboun ve ark., 2015).

2.10.3. Statik hava kovuculuk aparatları

Bu testte 9x60 cm boyutlarında bir tüp bulunur. Potansiyel kovucu bir solventten (aseton veya hekzan) 1 mL solüsyon 63.6 cm² filtreye uygulanır ve testte başlamadan önce buharlaştırılır. Filtre kâğıdı daha sonrasında kovuculuk aparatlarına kenarlarından sabitlenir. Sonrasında, 20-25 adet yetişkin dişi sivrisinek ortama aktarılır ve dağılımları kaydedilir. Konumsal kovuculuk;

$$\% \text{ Kovuculuk} = \frac{x - y}{z} \times 10 \quad (2.3)$$

şeklinde hesaplanır. Burada x kovuculuk uygulanmış yarım parça, y kovuculuk uygulanmamış yarım parça ve z ise toplam sivrisinek sayısını göstermektedir. Bu ölçüm tekniği şematik olarak Şekil 2.20’de yer almaktadır.



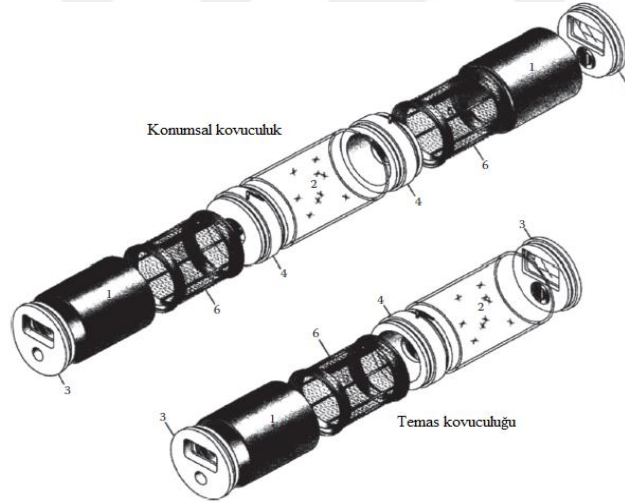
Şekil 2.20. Statik kovuculuk aparatları (Bu şekilde kontrol kısmı (9 cm filtre kâğıdı, kovuculuk uygulanmamış) ve kovuculuk uygulanmış kısımlar bulunmaktadır (9 cm filtre kâğıdı, kovuculuk uygulanmış). (a) Kontrol odasının 4 eşit parçaya bölünmesi (Q1-Q4), (b) Konumsal kovuculuk sivrisineklerin Q1 ve Q2 bölgesine gitmesine neden olur.)

Bu sistemde kontrol bölgesindeki (Q1 ve Q2) sivrisinek sayısı ve kovuculuk bölgesindeki (Q3 ve Q4) sivrisinek sayısı dağılımına bakılarak ölçüm yapılır. Ayrıca konumsal kovuculuk yanında kaçınma frekansı da ölçülebilir. Her bir ölçüm zamanında, kovuculuk işlemine tabi tutulmuş kumaşlara sivrisinek teması da kayıt altına alınmıştır (Debboun ve ark., 2015).

Statik hava kovuculuk odasının avantajları sivrisineklerin hareketlerinin geniş bir çevrede ölçülebilmesini sağlaması ve sivrisineklerin zamanla dağılımının saptanmasına izin vermesidir. Bu metodun dezavantajları ise yüksek dozda uygulanan kovucu bileşenlerin sivrisineklerin ölümüne neden olmasıdır (Debboun ve ark., 2015).

2.10.4. Yüksek verimli kovuculuk aparatı

Araştırmacılar kovuculuğu hızlı bir şekilde görüntülemek için temel bir test ve aparat tasarlamışlardır. Bu ölçüm tekniği ile temas kovuculuk, konumsal kovuculuk ve toksinite ölçülebilir.



Şekil 2.21. Sivrisinek davranışlarını test kimyasallarına karşı değerlendirmek için yüksek verimli görüntüleme aparatı (1) İşlem görmüş metal silindir (2) Temiz silindir (3) Son parça (4) Bağlanma sistemi (5) Uygulama sistemi (6) Ağsı yapı

Bu sistem sıtma kontrolünde dış ortamda kullanmak amacıyla kullanılan sentetik piretroidler ve diklorodifeniltrikloroetanın toksinitesini ve tahrişini kıyaslamak için kullanılır (Klun ve ark., 2005).

2.11. Böcek Kovucularla İlgili Yapılan Çalışmalar

Literatürde böcek kovucu ajanlarla ilgili birçok araştırma mevcuttur. Limon özü 15 adet böcek öldürücü ve kovucu ürünün içinde bulunan aktif bileşendir. Limon özü ilk kez 1985 yılında U.S’de böcek öldürücü olarak kullanılmıştır. 1971 yılında antimikrobiyel olduğu kanıtlanmış ve 1983 yılında kedi ve köpek kovucu olarak kullanılmıştır. Limon özü, monoklortriazin- β -siklodekstrinin aşılınması ile modifiye edilmiş pamuklu kumaşlara emdirme ve kaplama metodu ile applike edilmiştir. Limon özünün kumaşa aktarılmasında polimerik bir binder de kullanılmıştır. Ardından kumaşların biyosidal aktiviteleri ve yıkama dayanımları araştırılmıştır. Limon özü applike edilen pamuklu kumaşların yıkama dayanımının ve böcek kovucu özelliğinin iyi olduğu sonucuna varılmıştır (Hebeish ve ark., 2008).

DEET böceklere karşı oldukça etkili olduğu için sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmada poli (etilen oksit)-poli (etilen oksit)-poli (etilen oksit) üçlü blok kopolimer DEET’in kontrollü salımı için üretilmiştir. Ardından DEET’in deriden alımı incelenmiştir. Sonuçlar 6 saat sonra DEET’in deri tarafından alınımının %35 azaldığını göstermektedir (Barradas ve ark., 2013).

Karunamoorthi ve arkadaşları Habeşistan milli ilaç bitkisini (*Juniperus procera* (Cupressaceae)) sıtma taşıyan sivrisineklere karşı kullanılabileceğini araştırmışlardır. Bu bitkinin zararsız ve ekonomik olduğu ve sıtma hastalığına karşı gelecekte de kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Bitki yaprakları toplanarak 20 gün boyunca açık havada kurutulmuştur. Ardından yapraklar toz haline getirilerek metanol ile karıştırılmış ve karışım Soxhlet cihazında 55°C’de 8 saat ekstrakte edilmiştir. Matanol karışımdan 45°C’de düşük basınçta buharlaştırılmıştır. Ekstrakt edilen bitki özü test odasında kişilerin koluna 1.0, 1.5, 2.5 ve 5.0 mg/cm² uygulanmıştır. Ardından 12 saat sivrisinek istilasına maruz kalan kişinin kolunda bulunan ısırıklar her 30 dakikada bir 3 dakika boyunca sayılmıştır. Sayma işlemi 5 kez tekrarlanmış ve test odasının şartları 28±2°C %75 izafi rutubet ortamında tutulmuştur. Böceklere karşı koruma etkinliği ise;

$$\%Koruma = \frac{X - Y}{X} \times 100 \quad (2.3)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Burada X , bitki özü uygulanmamış koldaki ısırık sayısını, Y ise bitki özü uygulanmış koldaki ısırık sayısını ifade etmektedir. En yüksek koruma faktörü ve böcek kovucu kapasitenin Habeşistan milli ilaç bitkisinin 5.0 mg/cm^2 kullanımını sonucunda elde edilmiştir (Karunamoorthi ve ark., 2014).

Hang ve arkadaşları Asya kaplan sivrisineğini uzaklaştırmak için neem ağacı yağı ekstraktının kovucu etkisini araştırmışlardır. Her bir test materyalinin yüzde kovuculuğunu analiz edebilmek için elde edilen ekstraktan %50 oranında kullanılmıştır. Böcek kovucu etkiyi artırmak için dijulis yaprağı ekstraktı (%0.532), neem yağı (%0.579), dijulis çekirdeği ekstraktı (%0.930) ve deniz zambağı (%1.022) kullanılmıştır. Sonuçlar dijulis yaprağı ekstraktının neem ağacı ekstraktından daha etkili böcek kovucu olduğunu göstermektedir. Dijulisin bitkisinin yaprağı dışında diğer kısımlarının da böcek kovucu olduğu sonucuna varılmıştır (Hang ve Yang 2008).

Briassoulis ve arkadaşları DEET'in toksinejik ve böcek kovucu özelliklerini analiz etmek için baylara, bayanlara ve çocuklara DEET'i sprey halde uygulanmıştır. Sonuçlara göre DEET kullanımı çocuklarda oldukça zararlıdır. Ayrıca DEET'in potansiyel toksinitesi oldukça yüksektir ve böcek savar etkisi her zaman mevcuttur (Briassoulis ve ark., 2001).

Mokhtari ve arkadaşları sülfonamidin anti-bakteriyelliği ve DEET'in böcek kovuculuğunu birleştirmek için 4-amino-N-(4-metil-2-primidinil) benzen sülfonamid, 4-amino-N-(4-dimetil-2-primidinil) benzen sülfonamid ve 4-amino-N-(4,6-dimetil-2-primidinil) benzen sülfonamid olmak üzere üç tane azo reaktif boyarmadde sentezlemişlerdir. Elde edilen bu boyarmaddelerin anti-bakteriyel ve böcek savar olduğu sonucuna varılmıştır (Mokhtari ve ark., 2014).

Wei ve arkadaşları yaptıkları çalışmada hint otu yağının böcek kovuculuğunu incelemişlerdir. Hint otu yağının kimyasal analizi sonucu hint otu yağının 2-hexanol, sikloheksil formaldehit, 5-metil hekzanol, 4,4-dimetil hekzanolden oluştuğu bulunmuştur. Hint otuna bu bileşenlerden 2-hekzanol bileşiğinin böcek kovma özelliği kazandırdığı sonucuna varılmıştır (Wei ve ark., 1994).

Piperanol eskiden beri Avustralya'da bitlere karşı kullanılan bir kimyasaldır. Peock ve arkadaşları çalışmalarında %2'lik piperanolu sprey formda giysiye uygulanmış ve 24

saat bitlere karşı koruma sağlanmıştır. Bitlere karşı koruma ilk yarım saat çok yüksektir. DEET'in bit kovma özelliği piperanol ile karşılaştırılmıştır. %2'lik piperanol %50 DEET'e göre iki kat daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Peock ve ark., 1993).

Diğer bir çalışmada DEET ve güneş kremi oksibenzenin nöronlara ulaşan hücre toksinitesi ve dokulara zararı araştırılmıştır. Hücresel toksinite 1 µg/mL'de incelenmiş ve nöronlarda meydana gelen toksinite 7 gün süresince incelenmiştir. Çalışmalar sonucunda DEET ve oksibenzenin herhangi bir nörotoksin etkisinin bulunmadığı sonucuna varılmıştır (Fediuk ve ark., 2010).

Samson ve arkadaşları permethrini çadırılık ve tentelik kumaşa kaplama yoluyla aktarmışlardır. Permethrin ile birlikte plastikleştirici kullanımı sonucu numunelerin böcek kovma etkisinin arttığı, permethrinin kontrollü salımı, uzun süre etki ve ultraviyole ışınlar karşı koruma sağladığı görülmüştür. Kumaşlara permethrin ve plastikleştirici kaplanmasıyla çeşitli eklem bacaklıların neden olduğu sıtma, sarı humma, kızıl (dang humması) ve diğer hastalıklara karşı koruma artmıştır (Samson ve ark., 1994).

Solomon ve arkadaşları limon otu yağı (*Cymbopogon citratus*), hint sümbülü (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) ve okaliptüs limon otu (*Eucalyptus citriodora* Hook) yağının sivrisinek kovuculuğunu incelemiştir. Bu yağların etkinliği DEET ile karşılaştırılmıştır. Esansiyel yağların kullanılmasıyla hazırlanan solüsyonda; 4.0 g ketostarail alkol, 0.4 g sodyum lauril sülfat, 5.0 ml trietanolamin, 10.0 g sitrik asit, 0.2 g metil p-hidroksibenzenot ve 100 ml saf su kullanılmıştır. Yağ solüsyonları %20 ve %10'luk hazırlanmıştır. Sonuçlar solüsyonda %20 esansın kullanılmasının daha iyi böcek kovma özellikte olduğunu göstermektedir. Bu esans yağlar böcek kovucularla kıyaslandığında en iyi etki hint sümbülü, en zayıf etkinin ise okaliptüs otu yağında olduğu sonucuna varılmıştır (Solomon ve ark., 2012).

MyggA Natural kanla beslenen eklem bacaklılar için kullanılan etkili bir kovucudur. Bu ticari ürün %30 limonen yağı, %50 p-metan-3,8-diol ve az miktarda da lavanta yağı içerir. Bu çalışmada lavanta ve ıtır çiçeği yağı %1 1,2-propendiol ile seyreltilmiş ve böcek kovuculuğunun zayıf olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak lavanta yağının %30 1,2-prepandiol ile seyreltildiğinde böcek kovuculuğunun %100 olduğu görülmüştür.

Ayrıca bu ticari ürünün kene kovuculuğu %89 olarak bulunmuştur (Jeanson ve ark., 2006).

Diğer bir çalışmada içerisinde DEET bulunan 20,764 adet böcek kovucunun etkisi 1993-1997 yılları arasında zehir kontrol merkezi tarafından incelenmiştir. Bu böcek kovuculara maruz kalanlarının %70'inde cilt hastalıklarına rastlanmıştır. Bu yıllar arasında bu böcek kovucuları kullananlar arasından bir bayan ve bir erkek olmak üzere iki ölüme rastlanmıştır. Böcek kovucuları en çok kullananların çocuklar ve bebekler olduğu ancak bu yaş grubunun böcek kovucuların etkisinden gençlere ve yetişkinlere göre daha az etkilendiği sonucuna varılmıştır (Bel ve ark., 2002).

Böcek kovucu DEET ve güneş kremi okzobenzen vücuda eş zamanlı uygulandıklarında birbirlerinin deri ile alınımını artırmaktadır. Bu maddelerin aş zamanlı kullanılması ile DEET'in toksin iki bileşeni N,N-dietil-m-hidroksimetilmenzamid (DHMB) ve N-etil-m-toluamid (ET) ve okzobenzenin üç toksin bileşeni 2,4-hidroksibenzofenon (DHB), 2,2-hidroksi-4-metoksibenzofenon (DMB) ve 2,3,4-trihidroksibenzofenonun (THB) vücuttan alınımı artmaktadır. Fediuk ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği bu çalışmada DEET ve okzobenzon güneş kreminin sinerjik etkileri fareler üzerinde incelenmiştir. Bu iki kimyasalın birlikte kullanımı sonucunda farelerde hücresel çoğalmanın azaldığı görülmüştür (Fediuk ve ark., 2012).

Böcek kovucu özellikteki kumaşa plastikleştirici ve bariyer kaplanmasıyla kumaşa böcek kovuculuk kazandıran permitrinin UV ışınlarıyla ve oksijen ile bozunumu yavaşlar. Kullanılacak bariyer akrilik film, alüminyum folyo ve üretan film olabilir. Samson ve arkadaşları permitrin kaplama ile böcek kovuculuk kazandırılmış kumaşların böcek kovuculuk etkisini bariyer kaplama ile artırmış, ayrıca kumaşlara güç tutuşurluk ve su iticilik özellikleri de kazandırılmıştır. Ayrıca permitrin kaplı kumaşları tekrar bariyer ile kaplama sonucu permitrinin vücuda alımı engellenmiş olmaktadır (Samson, 1993).

Blum ve Roitberg çalışmalarında neem, idris otu ve sedir ağacı yağı kullanarak antioksidan ve böcek kovucu tekstil materyali elde etmişlerdir. Bu karışım losyon ve sprey forma getirilerek kişilerin kolaylıkla kullanabileceği hale getirilmiştir. Ayrıca bu karışımın polimerik bir tülbent içine applike edilerek hayvanların tasmalarında, çöp

torbalarında ve giyim eşyalarında kullanılabilirliği araştırılmıştır. Adı geçen yağların anti oksidanlığını artırmak için nitrojen gazı ile kaplanması da incelenmiştir (Blum ve Roitberg, 2014).

Bowers ve arkadaşları dikenli *Zanthoxylum Bungeanum* (Turunçgiller) bitkisinden ekstrakte edilen CH_2Cl_2 'nin böcek kovuculuğunu incelemişlerdir. Bu bitkiden ekstrakte edilen bu etken maddenin DEET'ten daha etkili böcek kovucu olduğu bulunmuştur (Bowers ve ark., 1993).

Diğer bir çalışmada yünlü kumaşları güvelere ve güve larvalarına karşı korumak için yünlü kumaşlara %0.025-0.05 konsantrasyonda deltamethrin aplike edilmiştir. %0.025'lik konsantrasyondaki deltamethrin uygulanmış yünlü kumaşın güve ve larvalarına karşı dayanımı 30 ay olarak bulunmuştur. %0.029 konsantrasyonda deltamethrin uygulanmış yünlü kumaşın yıkama dayanımı ise 5 yıkamadır. Beş yıkama sonucunda yünlü kumaş güve kovuculuğunu kaybetmektedir. Ayrıca 30 ay boyunca %0.05 konsantrasyonda deltamethrin uygulanmış numunelerde larva ölüm oranı %100'dür (Veer ve ark., 1991).

Faulde yaptığı çalışmada askeriyede kullanılan kumaşları permithrin bulunan bir banyoya daldırılmış ve kumaşlara çektirme yöntemine göre permithrin aplike edilmiştir. Böcek kovucu permithrinin yıkamaya karşı dayanımı incelenmiş ve 100 yıkama sonunda bile kumaşa yüksek oranda permithrine rastlanmıştır (Faulde, 2006).

Robinson pire otu yağı ve vaks kullanarak böcek kovucu tasma yapmıştır. Ayrıca böcek kovucu ajan olarak idris otu yağı, biberiye yağı, okaliptüs yağı ve neem yağı da kullanmıştır. Ardından bu etken maddeler ve vaks kumaşlara aktarılmıştır. Elde edilen kumaşların böcek kovucu olduğu, şapka ve giysilik kumaş olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır. Vaks olarak paraffin vaks kullanılmış ve etken madde olarak da adı geçen yağlardan pire otu yağı %0.5-6, idris otu yağı %0.5-4, biberiye yağı %0.5-5, neem yağı %3-9 ve okaliptüs yağı %0.5-6 konsantrasyonda kullanılmıştır. Kumaş olarak da polyester/pamuk karışım kumaş kullanılmıştır (Robinson, 2005).

Hebeish ve arkadaşları sipermethrini pamuklu kumaşlara emdirme ve bir polimerik malzeme kullanarak kaplamışlardır. Kumaşların toksin özellikleri ve böcek kovuculuğu yıkama öncesi ve sonrasında incelenmiştir. Sipermethrin içeren kumaşların böcek

kovucu özelliğinin yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan saha araştırmaları sonucu böcek kovucu etken madde aplike edilmiş kumaşların böcek kovucu özelliği oda sıcaklığında 18 ay sonra kaybolmaktadır. Ayrıca yapılan tekrarlı yıkamalar sonucunda kumaşların böcek kovucu etkinliğinin azalmadığı sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak sipermthrinin çok etkili bir böcek kovucu olduğu ve aktarma tekniklerinde de emdirme yönteminin daha etkili böcek kovuculuk kazandırdığı sonucuna varılmıştır (Hebeish ve ark., 2010).

Başka bir çalışmada böcek kovucu bitki ekstraktlarının böcek kovucu özellikleri kıyaslanmıştır. Böcek kovucu bitki olarak djulis, neem ağacı, djulis çekirdekleri ve deniz zambağı kullanılmış, bu bitkilerin böcek kovuculukları kıyaslandığında en iyi etkinin djulis yapraklarında sonra neem ağacı ardından djulis çekirdeği ve deniz zambağında olduğu görülmüştür ve sonuçlar Çizelge 2.8’de verilmiştir (Chio ve Yang, 2008).

Çizelge 2.8. Kullanılan bitkilerin böcek kovuculukları

Uygulama	Konsantrasyon (%)	Hesaplanan Kovuculuk (%)
Neem yağı	10	100
Neem yağı	5	98.04
Neem yağı	2.50	94.12
Neem yağı	1.25	70.59
Neem yağı	0.63	56.86
Neem yağı	0.31	23.53
DEET	15	100
Metanol	99	0
Djulis yaprağı	5	95.96
Djulis yaprağı	2.5	90.01
Djulis yaprağı	1.25	77.78
Djulis yaprağı	0.63	64.65
Djulis yaprağı	0.31	29.29
DEET	15	100
Methanol	99	0
Djulis çekirdeği	5	96.93
Djulis çekirdeği	1.25	77.78
Djulis çekirdeği	0.63	64.65
Djulis çekirdeği	0.31	29.29
DEET	15	100
Deniz zambağı	5	89.47
Deniz zambağı	2.5	76.32
Deniz zambağı	1.25	57.89
Deniz zambağı	0.63	34.21

Miller ve arkadaşları yazlık giysilere böcek kovucu ajan applike etmişlerdir. Böcek kovucu ajan olarak kene kullanılmış ve permithrinin kenelere karşı kovuculuğu araştırılmıştır. Permethrin uygulanmış ayakkabıları giyen kişilerde kene yapışması 73.6 kat daha azdır. Permethrin uygulanmış şort ve T-shirtleri giyen kişilerde ise sırasıyla kene yapışması 4.47 ve 2.17 kat daha azdır. Çalışmanın sonucunda permithrinin giysilik materyallere uygulanması ile kişilere eklem bacaklıların verdiği hasarın azalacağı sonucuna varılmıştır (Miller ve ark., 2011).

Shapiro ve arkadaşları karanfil yağının böcek kovucu olarak kullanılabilirliğini incelemişlerdir. Amerikan Pediatrik Akademisi DEET'in iki aydan büyük bebeklerde ve diğer yaş gruplarında kene ve sivrisineklere karşı kullanılacak en etkili böcek kovucu olduğunu ileri sürmüştür. Ancak bebek ve çocuk sahibi olanlar pediatrik ve dermatolojik açıdan bebeklerde ve çocuklarda doğal böcek kovucuların kullanılmasının uygun olduğunu savunmaktadır. DEET'e alternatif olarak karanfil yağının kullanılabilmesi savunulmaktadır. Enfeksiyon Hastalıkları ve Bağışıklık Kurulu Kanada Pediatri Derneği %23.8 DEET kullanımının 5 saat, %20 DEET kullanımının 2 saat ve %4.54 DEET'in 1.5 saat, soya fasülyesi yağının %2 kullanılmasıyla 1.5 saat, okaliptüs yağının 2 saat böceklere karşı kovucu özelliği olduğu bulunmuştur. Sentetik böcek kovucular doğal böcek kovucularla kıyaslandığında DEET, Citridiol (p-metan 3,8-diol), Icaridine ve IR3535'in alerjik olduğu sonucuna varılmıştır.

Diğer bir çalışmada DEET ve etil-bütillasitalaminpropiyonatın (EBAAP) böcek kovuculuğu İrlanda'da risk taşıyan keneler üzerinde incelenmiştir. Çalışmada İrlanda'da ticari olarak satılan Parapic-Tick-Repellent %15 DEET ve %15 EBAAP olmak üzere iki adet aktif bileşeni olan ürün kullanılmıştır. Bu ürün gönüllü kişiler üzerinde denenmiştir. Bu maddelerin böcek kovuculuğu kişiye böcek kovucu ajan aktarıldıktan sonra ve önce kişide 1 saatte meydana gelen ısırık sayısından belirlenmiştir. Sonuçlara göre kullanılan bu iki böcek kovucu ajanın böcek kovucu etkilerinin yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak Schreck ve arkadaşları DEET'in gerçek koşullarda laboratuvar koşullarına göre böcek kovuculuğunun daha düşük olduğu sonucuna varmıştır (Staub ve ark., 2002).

Brand ve arkadaşları UV koruyucu olarak kullanılan titanyum dioksit ve zinko oksiti DEET ile birleştirmiştir. Ardından karışım tüysüz deney farelerine sürülmüştür. Karışımın deri tarafından absorblandığı sonucuna varılmıştır (Brand ve ark., 2003).

Bazı esansiyel yağlar böceklerle uygulandıkları yüzeyin temasını engeller. Esansiyel yağlar toksin, kumaşın veya uygulandığı plastik yüzeyin erimesine neden olan böcek kovuculara alternatif olarak kullanılabilir. Bu çalışmada *Acantholippia seriphioides*, *Achyrocline satureioides*, *Aloysia citriodora*, *Anemia tomentosa*, *Baccharis spartioides*, *Chenopodium ambrosioides*, *Eucalyptus saligna*, *Hyptis mutabilis*, *Minthostachys mollis*, *Rosmarinus officinalis*, *Tagetes minuta* ve *Tagetes pusilla*'nın böcek kovuculuğu araştırılmıştır. Bu esansiyel yağların içerikleri analiz edilmiştir. Bu esansiyel yağlara böcek kovuculuk kazandıran asıl etken maddenin limonen, gerenial ve p-simen olduğu bulunmuştur (Gillij ve ark., 2008).

Young ve Evans askeri amaçlı kullanılacak kumaşlara DEET ve permithrin uygulamıştır. DEET ve permithrin uygulamasının ardından, DEET uygulanan numunelerin böcek kovuculuğunun yüksek olduğu ve böceklerin neden olduğu hastalıklarla mücadelede kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Young ve Evans, 1998).

Jantan ve Zaki çalışmalarında Malezya'da yetişen *Litsea elliptica*, *Cinnamomum mollissimum*, *Cymbopogon nardus* ve *Pogostemom cablin* bitkilerinin yapraklarından elde ettikleri yağın böcek kovuculuk özelliklerini incelemişlerdir. Bu yağların kovuculuklarını incelemek amacıyla krem elde etmişler ve elde ettikleri kreme bu yağların karışımından %15 oranında eklemişlerdir. Yağlar 1:1:1 oranında karıştırılmıştır. Bu yağların böcek kovuculuklarını incelemek için ASTM E951-83 "Laboratory testing of non-commercial mosquito repellent formulation on the skin" standardı kullanılmıştır. Bu standarta 4 adet gönüllünün kollarında 29 mm çapında test alanı oluşturulmuştur. Ardından 0.025 ml hacminde esansiyel yağ aynı hacimde etanol ile seyreltilen yağ ve seyreltici esansiyel yağ işaretli bölgelere rastgele uygulanmıştır. Gönüllülerin kollarında işaretli olmayan alanlar sarılmıştır. Ardından 15 tane sivrisinek test odasına gönderilmiş ve 90 dakika ölçüm yapılmıştır. Bu şekilde ölçüm 4 kez tekrar ettirilmiştir. Etken esansiyel yağların kovuculuğu;

$$\% \text{ Kovuculuk} = 100 - \frac{\text{Etken yağ uygulanan koldaki ısırık sayısı} \times 100}{\text{Etken madde uygulanmamış koldaki ısırık sayısı}} \quad (2.4)$$

şeklinde hesaplanmıştır. Test sonunda elde edilen kremin %96.6 oranında kovuculuğa sahip olduğu görülmüştür (Jantan ve Zaki, 1999).

Licciardello ve arkadaşları idris otu yağı, güvey otu yağı ve gül yağını kullanarak böcek kovucu streç film elde etmişlerdir. Yapılan kovuculuk testi sonucunda, 0.005 µL/cm² esansiyel yağları içeren streç filmlerin kırmızı un kurduna karşı kullanılabilecek potansiyel bir böcek kovucu olduğu sonucuna varılmıştır (Licciardello ve ark., 2013).

Mendki ve arkadaşları doğadan elde ettikleri 20 çeşit esansiyel yağın böcek kovuculuk aktivitesini incelemiştir. Ölçüm sonuçlarına göre kadife bitkisi, limon otu ve nane yağının N, N-dietilfenilasitamid ile karışımı sonucunda 3 saat kovuculuk sağladığı bulunmuştur. N, N-dietilfenilasitamid ile idris otu yağı, papatya yağı ve kasmı yağının karıştırması ile birlikte böceklere karşı 2.30 saat koruma sağlanmıştır. Bu yağlar arasında kovuculuk aktivitesi en yüksek olan yağ sarımsak yağıdır ve kovuculuğu 4 saattir (Mendki ve ark., 2015).

Faulde ve arkadaşları uzun ömürlü kovucu etkiye sahip file tasarlamıştır. File tasarımında DEET ve IR3535 kovucu ajanlar file kumaşlara kaplama tekniği ile aktarılmıştır. Kovuculuk testleri sonucunda iki farklı kovucu ajan aktarılan filelerden en iyi kovuculuk etki, DEET aktarılan fileye aittir ve 61 haftaya kadar kovuculuk etkisi devam etmektedir (Faulde ve ark., 2010).

Jantan ve Zaki *Litsea elliptica*, *Cinnamoum mollisimum*, *Cymbopogon nardus* ve *Pogostemom cabin* yapraklarından elde edilen esansiyel yağların *Aedes aegypti* sivrisineklerine karşı kovuculuk kapasitelerini incelemişlerdir. Elde edilen esansiyel yağlardan *Aedes aegypti* sivrisineklerine karşı en etkili olan yağ *Cymbopogon nardus* bitkisinden elde edilen esansiyel yağdır. Esansiyel yağların *Aedes aegypti* sivrisineklerine karşı kovuculuk özellikleri analiz edildikten sonra bu yağlardan vücut kremi elde edilmiştir. Vücut kremi *Litsea elliptica*, *Cinnamoum mollisimum*, *Cymbopogon nardus* yağlarının 1:1 oranında karışımıyla elde edilmiş olup bu kremin *Aedes aegypti* sivrisineklerine karşı kovuculuk özelliği %96.6 olarak bulunmuştur. Elde edilen vücut kreminin kovuculuk analizi gönüllü kişiler ile gerçekleştirilmiş olup analiz

3 saat süreyle devam etmiştir. Kovuculuk özelliklerinin test edilmesinde kişilerin kollarındaki ısırık sayısı baz alınmış ve kovuculuk kapasitesi;

$$\text{Koruma Yüzdesi} = \frac{A - B}{C} \times 100 \quad (2.5)$$

formülü ile hesaplanmıştır. Burada *A*; kontrol yüzeydeki ısırık sayısı, *B*; kovucu vücut kremi uygulanan yüzeydeki ısırık sayısı, *C*; toplam ısırık sayısı anlamına gelmektedir (Jantan ve Zaki, 1999).

Bir diğer çalışmada neem, idris ve sedir ağacı bitkilerinden elde edilen esansiyel yağlar karıştırılarak losyon, krem veya sprey halinde ya da kumaşa aktarım amaçlı böcek kovucu ajan elde edilmiştir. Ayrıca elde edilen karışım antioksidandır (Blum ve Roitberg, 1999).

Tawatsin ve arkadaşları zerdeçal (*Curcuma longa*), kaffir lime (*Citrus hystrix*), limon otu (*Cymbopogon winterianus*) ve reyhan (*Ocimum americanum*) bitkilerinden ekstrakte ettikleri esansiyel yağların kovuculuk özelliklerini *Aedes aegypti*, *Anopheles dirus* ve *Culex quinquefasciatus* türleri üzerinde denemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre zerdeçal, limon otu, reyhan ve %5 vanilya yağı karışımından elde edilen esansiyel yağ bu türlere karşı 8 saat kovuculuk özelliğe sahiptir. Numunelerin kovuculuk özelliklerinin analizinde;

$$\% \text{ Kovuculuk} = \frac{C - T}{C} \times 100 \quad (2.6)$$

formülü kullanılmıştır. Burada *C*; kontrol yüzeydeki sivrisinek sayısını, *T* ise kovucu esansiyel yağ uygulanan yüzeydeki sivrisinek sayısını göstermektedir (Tawatsin ve ark., 2001).

Sattar ve arkadaşları *Schinus molle* L. bitkisinin yaprağından ve meyvesinden elde ettikleri esansiyel yağın *Trogoderma granarium* ve *Tribolium castaneum* türlerine karşı kovuculuk özelliklerini araştırmışlardır. Esansiyel yağların bileşenleri analiz edildiğinde bitkinin meyve ve yaprak kısmından elde edilen esansiyel yağların %80.43 ve %74.84 oranında monoterpenlerden meydana geldiği görülmüştür. Ayrıca *p-symen* bu yağların ana bileşenidir. *Schinus molle* L. bitkisinin meyve ve yaprak kısmından elde edilen

esansiyel yağın bileşenlerinden dolayı etkili bir böcek kovucu ajan olduğu sonucuna varılmıştır (Abdel-Sattar ve ark., 2010).

Licciardello ve arkadaşları idris otu, güvey otu ve karanfil yağını fonksiyonel paketleme materyaline uygulayarak kırmızı un böceklerine karşı kovucu özellikte paketleme materyali elde etmeyi amaçlamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre 3 esansiyel yağın $0.005 \mu\text{L}/\text{cm}^2$ den fazla kullanımıyla paketleme materyalinin kırmızı un böceklerine karşı oldukça etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca kullanılan esansiyel yağların kovuculukları %53-87 arasında değişmektedir (Licciardello ve ark., 2013).

Demirci ve arkadaşları *Rhanterium epapposum Oliv* bitkisinden elde ettikleri yağın içeriğini analiz ederek böcek kovuculuk ve antibakteriyellik özelliklerini incelemişlerdir. Yağın içinde %38.5 kamfen, %17.5 mirsen, %10.1 limonen ve %8.7 α -pipen bulunmaktadır. Elde edilen esansiyel yağ etkili bir böcek kovucudur (Demirci ve ark., 2016).

Diğer bir çalışmada N,N-dietilfenilasetaminin (DEPA) idris otu, kadife, tarçın, reyhan, limon otu, nane, yaban sümbülü ve kasnı yağı ile karıştırılarak böcek kovuculuk etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre DEPA ve yağların karıştırılmadan kullanımlarında böcek kovuculuk kapasiteleri daha yüksektir (Mendki ve ark., 2015).

Tang ve arkadaşları böcek kovuculuk etki süresini uzatmak amacıyla böcek kovucu etken maddeleri poliüre aerojel disk içine hapsetmişlerdir. Aerojel diskin salımı %2'dir ve böcek kovuculuk etki süresi 40 gündür (Tang ve ark., 2015).

Bir diğer çalışmada ticari olarak satılan böcek kovucu sprey ve losyonların *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) ve *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) türlerine karşı kovuculuk etkilerini araştırmıştır. Araştırma için gönüllülerin bir eline böcek kovucu ajan, diğer eline de eldiven takılmış ve ortalama bir eldeki böcek sayısı sayılarak ticari ürünlerin böcek kovuculukları analiz edilmiştir. Çalışmada kullanılan böcek kovucuların böcek kovuculuk kapasiteleri Çizelge 2.9 ve Çizelge 2.10'da yer almaktadır (Rodriguez ve ark., 2015).

Çizelge 2.9. Ticari ürünlerin *Ae. Aegypti* türüne karşı kovuculuk etkisi

	Başlangıç	30 dk	120 dk	240 dk
Kontrol	61	61	58	68
Repel 100 insect repellent	10	18	15	14
OFF	6	17	14	29
Cuttur skinsations insect repellent	11	22	17	30
Cuttur natural insect repellent	57	47	64	65
EcoSmart	9	55	68	67
Cuttur lemon eucalyptus insect repellent	9	8	13	18
Avon Skin So Soft Bug Guard	48	42	52	67
Avon Skin So Soft Bath Oil	31	35	43	53
Victoria Secret Bombshell	17	15	18	47
Mosquito skin patch	68	67	48	68

Çizelge 2.10. Ticari ürünlerin *Ae. Albopictus* türüne karşı kovuculuk etkisi

	Başlangıç	30 dk	120 dk	240 dk
Kontrol	41	50	41	47
Repel 100 insect repellent	10	7	14	14
OFF	7	13	15	27
Cuttur skinsations insect repellent	20	18	18	30
Cuttur natural insect repellent	33	26	37	50
EcoSmart	5	15	23	15
Cuttur lemon eucalyptus insect repellent	9	18	23	22
Avon Skin So Soft Bug Guard	21	27	20	38
Avon Skin So Soft Bath Oil	31	36	36	56
Victoria Secret Bombshell	14	24	17	35
Mosquito skin patch	40	42	34	39

Bir diğer çalışmada İran'da alternatif tıpta kullanılan bitkilerin böcek kovuculuk özellikleri araştırılmıştır. Alternatif tıpta kullanılan *Allium sativum*, *Artemisia absinthium*, *Citrullus colocynthis*, *Laurus nobilis*, *Mentha pulegium*, *Myrtus communis*, *Nerium oleander*, *Ocimum basilicum*, ve *Origanum majorana* bitkilerin böcek kovuculuk etkileri oldukça yüksektir (Niroumand ve ark., 2016).

2.12. Böcek Kovucu Ajanların Mikrokapsülenmesiyle İlgili Çalışmalar

Tekstil liflerine ve tülbent haldeki tekstil elyafına böcek kovucu mikrokapsül ve binder aktarımı incelenmiştir. Böcek kovucu etken maddenin mikrokapsülenerek kullanılmasının nedeni ise böcek kovucu etken maddenin kontrollü salımı ve tekrarlı yıkamalara karşı kovucu etki dayanımının yüksek olmasıdır. Mikrokapsül kullanımının bir diğer önemli avantajı ise böcekler ağızlarından mikron boyutunda besin alırlar. Mikron boyutundaki mikrokapsülü yedikleri an böcek kovucu etken madde böceğin

vücuduna alınır ve böcek kısa bir sürede yaşamını yitirir. Böcek kovucu olarak kullanılacak etken madde DEET, etil IR3535, hidroksietil isobütil piperidin karboksilat ve predroid içermektedir. Çeper malzeme olarak agar kullanılmıştır. Polimerik binder olarak ise poliüretan, polivinil asetat, polimerik melamin bileşenleri, polimerik gloksal bileşenleri, polimerik silikon bileşenleri, epikloridin-çapraz bağlayıcı poliamid aminleri, polimetil akrilat, polimerik florokarbon, poliüretan ve polivinilasetat kullanılmıştır (Mathis ve Sladek, 2007).

Diğer çalışmada aktif böcek kovucu mikrokapsülenerek böcek kovuculuğu araştırılmıştır. Böcek kovucu ajan olarak C₆-C₁₂ yağ asiti ve çeper malzeme olarak melamin formaldehit ve koalin kullanılmıştır. Mikrokapsüller sivrisinek bulunan ortama spreyle sıkılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre sivrisineklerde %100'e kadar ölüm görülmüştür (Massey ve Langley, 2013).

Paya ve arkadaşları, böcek kovucu etken madde içeren mikrokapsül aktarılmış kumaşın kovucu özelliklerini incelemişlerdir. Etken madde olarak permethrin ve DEET kullanılmıştır. Elde edilen bu kumaşlar çarşaf, giysi ve diğer farklı giysiler olarak kullanılabilir. Çeper malzeme olarak melamin kullanılmıştır. Mikrokapsül eldesinde ara yüzey polimerizasyonu kullanılmıştır (Paya ve ark., 2010).

Massey ve arkadaşları C₆-C₁₀ zayıf asidi mikrokapsüllemiştir. Mikrokapsüller ortama spreylemiştir. Ortamda bulunan sivrisineklerin %100'e yakınının öldüğü görülmüştür (Massey ve Langey, 2014).

Bir diğer çalışmada pyrethroid bileşenlerinden tetrametrin kompleks koerservasyon yöntemi ile mikrokapsülenmiştir. Çeper malzeme olarak jelatin ve arap zıncı, pH ayarlamak için asetik asit ve kürleştirme için formaldehit kullanılmıştır. Ardından mikrokapsüller pamuklu kumaşlara aplik edilmiş ve elde edilen pamuklu kumaşların böcek kovucu özelliklerinin yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Junfeng ve ark., 2012).

Junfeng ve arkadaşları yaptıkları çalışmada sivrisinek kovucu giysi üretmişlerdir. Üretilen giysilerin sivrisinekleri öldürme miktarı %100'e yakın bulunmuş ve sivrisinek kovma özelliklerinin 15 yıkama ile sınırlı olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak elde edilen giysilik kumaşların giyim konfor özellikleri iyi değildir. Ayrıca bu giysilik

kumaşlar insan cildine alerjik değildir, oldukça güvenlidir ve insan vücuduna toksin değildir. Giysilik kumaşlar pamuk, tencel, modal, karışım pamuk, ipek ve yünden elde edilmiştir. Sivrisinek kovuculuk, giysilik kumaşlara piretroidin ana bileşeninin mikro ve nonokapsüllenmesi ve bu kapsüllerin kumaşa aktarılması sonucu gerçekleştirilmiştir. Sivrisinek kovuculukta kullanılan piretroidin bileşenleri beta-sipermethrin, deltamethrin, tetramethrin, DEET, teralethrin ve eter permetrindir. Mikrokapsül eldesi kompleks koerservasyon yöntemine göre elde edilmiştir. Çeper madde olarak jelatin, polietilen glikol, çözüldürücü maddeler (Tween-40, Tween-60 ve Tween-80) kullanılmıştır ve kapsülleme işlemi pH 7'de gerçekleştirilmiştir (Junfeng ve ark., 2012).

Mathis ve Sladeki çitosan ve agar çeper malzeme kullanarak C₆₋₂₂ yağ asidini mikrokapsüllemişlerdir. Elde edilen mikrokapsüller poliüretan, polivinil asetat, polimerik melamin bileşenleri, polimerik silikon bileşikleri, apikloridin-çapraz bağlayıcı poliamidamin, polimetil akrilat ve polimerik florokarbon binderler kullanılarak tülbent formundaki elyafa aktarılmıştır. İşlem sonunda böcek kovucu tülbent elde edilmiştir (Mathis ve Sladek, 2007).

Xihong ve arkadaşları bitkisel böcek kovucu yağlar arasından rezene, tarçın ve karanfil yağını kullanarak jelatin, şeftali sakızı, gliserol ve etil akrilat çeper malzeme ile bu yağları mikrokapsüllemişlerdir. Elde edilen mikrokapsüller zirai amaçlı kullanılmış ve ekili alanlara aktarılmıştır. Sonuçlar elde edilen mikrokapsüllerin ekinleri böceklere karşı koruduğunu göstermektedir (Xihong ve ark., 2013).

Costa DEET ve idris otunun aktif böcek kovucu bileşeni olan paramethan-3,8-diolu mikrokapsüllemişlerdir. Elde edilen bu mikrokapsüller polyester, naylon ve pamuk kumaşlara aplike edilmiştir. Bu aktif ajanın mikrokapsüllenmesi ile kullanıcı kişinin bu etken maddeden etkilenmesi minimuma indirilmiş ve elde edilen kumaşların böcek kovucu olduğu sonucuna varılmıştır (Costa, 2012).

Chung ve arkadaşları yaptıkları çalışmada kekik yağını üç farklı dispergatör kullanarak (pluronik F-127, tween 80 ve sodyum louril sülfat) melamin formaldehit çeper malzeme ile in-situ polimerizasyonuna göre mikrokapsüllemişler ve böcek kovucu mikrokapsüller elde etmişlerdir. Mikrokapsüller 150°C'de çözülmeye başlamıştır.

Yapılan analizler sonucu sodyum louril sülfat mikrokapsüllere iyi derecede termal dayanım ve yüzey özellikleri kazandırmıştır (Chung ve ark., 2013).

Diğer bir çalışmada etil selüloz çeper malzeme kullanılarak limonen ekstraktı koerservasyon tekniğine göre mikrokapsüllenmiştir. Çeper ve çekirdek malzeme oranları 1:1, 2:1, 3:1 ve 4:1 olarak seçilmiştir. Mikrokapsüllerin tanecik boyutu, ısıya karşı fiziksel ve kimyasal değişimleri (TGA ile incelenmiş) ve mikroskop görüntüleri incelenmiştir. Elde edilen mikrokapsüllerin kumaşa aktarılması emdirme yöntemi ile yapılmıştır. Böcek kovuculukta en iyi sonucu 1:4 oranda alınan mikrokapsüller vermiş ve elde edilen kumaşların böcek kovma özelliği 20 yıkama sonunda kaybolmuştur (Türkoğlu ve ark., 2013).

İnceboz ve arkadaşları DEET ve okaliptüsü β -siklodekstrin ile kapsülleyerek pamuklu kumaşlara aplike etmiş ve böcek kovuculuklarını incelemiştir. Yapılan deneyler sonucunda elde edilen pamuklu kumaşların kenelere karşı oldukça kovucu özellikte olduğu sonucuna varılmıştır (İnceboz ve ark., 2015).

Kitau ve arkadaşları DEET içeren mikrokapsülleri file malzemeye aktarmışlar ardından bu filelerin *Anopheles arabiensis* ve *Culex quinquefasciatus* türlerine karşı kovuculuk özelliğini incelemiştir. DEET içeren mikrokapsüllerin uygulandığı filelerin ölümcüllük oranı DEET içeren mikrokapsül uygulanmamış filelerden daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır (Kitau ve ark., 2014).

Ribeiro ve arkadaşları idris otu yağını poliüretan kullanarak sol-gel metoduna göre mikrokapsüllemişler ve elde ettikleri mikrokapsülleri TiO_2 nanopartiküllerle birlikte yüzeye aplike etmişlerdir. Sonuçlar mikrokapsüllerin nano partiküllerle birlikte fonksiyonel hale geldiğini, nano partiküllerin mikrokapsüllerin ultraviyole radyasyona karşı korunumunun arttığını ve böylelikle mikrokapsüllerin dayanımı artışı sonucu böcek kovuculuk kapasitelerinin arttığını göstermektedir (Ribeiro ve ark., 2016).

Chung ve arkadaşları melamin formaldehit çeper malzeme kullanarak kekik yağını emilgator kullanarak in-sitü polimerizasyonuna göre kapsüllemişlerdir. Ardından kapsüllerin salım davranışları, morfolojileri ve böcek kovuculukları araştırılmıştır. Mikrokapsüllerin boyutları 1-10 μm arasında değişmektedir. Elde edilen

mikrokapsüllerin böcek kovuculukları 4 hafta süresince devam etmektedir ve kavuculuk kapasitesi %90 civarındadır (Chung ve ark., 2013).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Kullanılan Malzemeler

3.1.1. Kumaş

Çalışma kapsamında üretilecek olan arı kovucu tekstil materyali olarak %100 pamuk ve %70 pamuk/%30 polyester elyafından elde edilen kumaşlar kullanılmıştır. Kullanılan kumaşlardan %100 pamuk kumaş bezayağı deseninde dokunmuş olup, gramajı 125 g/m²'dir. Kumaşın çözgü sıklığı 58 çözgü/cm, atkı sıklığı ise 29 atkı/cm'dir. Kullanılan diğer kumaş 3/1 dimi deseninde olup çözgü sıklığı 39 çözgü/cm, atkı sıklığı 13 atkı/cm'dir. Kumaşın gramajı ise 200 g/m²'dir.

3.1.2. Mikrokapsül eldesinde kullanılan kimyasallar

Bu çalışmada, uzun süreli kovuculuk etkiye ve arıların ölümüne neden olmayan arı kovucu tekstil materyali üretimi amaçlanmıştır. Bu amaçla lavanta yağı, defne yağı, rezene yağı ve DEET, arap zamkı kullanılarak kapsüllenmiştir. Mikrokapsül eldesinde lavanta yağı, defne yağı, rezene yağı ve DEET etken madde olarak kullanılmış, arap zamkı ise çeper malzeme olarak kullanılmıştır. Kullanılan etken maddelerden lavanta ve rezene yağı Yeşilvadi Bitkisel Kozmetik ve Sağlık Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti.'den (İzmir, Türkiye) temin edilmiştir. Defne yağı ise özel üretim olup Aydın Işık Aktar'dan (Bursa, Türkiye) temin edilmiştir. Etken madde olarak kullanılan DEET ise Akdeniz Üniversitesi'nden (Antalya, Türkiye), arap zamkı Zag Kimya'dan (İstanbul, Türkiye) temin edilmiştir. Ayrıca mikrokapsül eldesinde kullanılan sodyum sülfat ve gluteraldehit Balmumcu Kimya San. Tic. Ltd. Şti.'den (İstanbul, Türkiye) temin edilmiştir.

Arı kovucu tekstil materyali elde etmek için hazırlanan mikrokapsüllerde etken madde olarak kullanılan esansiyel yağlardan biri defne yağıdır. Çalışmada kullanılan defne yağının bileşenlerini HPLC cihazı (Yüksek basınçlı solvent dağıtımı için bir kuaterner gradyan pompa sistemi (Agilent 1312), otomatik enjektör (Agilent 1313 A) ve ultraviyole detektör (Agilent 1314A), Agilent Teknoloji) ile analiz edilmiştir. Defne yağının HPLC analizi Çizelge 3.1'de yer almaktadır.

Çizelge 3. 1. Defne (*Laurus Nobilis*) esansiyel yağının bileşenleri

Bileşenler	Yüzde Oran (%)
α - pipen	4.4
β -pinen	3.8
Sabinen	7.0
Limonen	1.1
1.8-sineol	54.6
p-simen	2.3
Terpinen-4-ol	2.3
α -terpinil asetat	8.9
Karvackrol	2.0

Mikrokapsül eldesinde çekirdek madde olarak kullanılan esansiyel yağlardan bir diğeri de lavanta yağıdır. Lavanta yağının içeriği HPLC cihazı (Yüksek basınçlı solvent dağıtımı için bir kuaterner gradyan pompa sistemi (Agilent 1312), otomatik enjektör (Agilent 1313 A) ve ultraviyole dedektör (Agilent 1314A), Agilent Teknoloji) ile analiz edilmiştir. Kullanılan lavanta yağının bileşenleri Çizelge 3.2’de yer almaktadır.

Çizelge 3. 2.Lavanta (*Lavandula*) esansiyel yağının bileşenleri

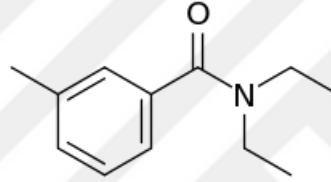
Bileşenler	Yüzde Oran (%)
α - pipen	49.4
β -pinen	5.8
Kamfen	1.0
δ -3-karen	1.1
Limonen	2.1
1.8-sineol	1.6
Kamfor	2.2
Linalool	16.3
Linalil Asetat	13.0

Mikrokapsül eldesinde kullanılan bir diğere etken madde ise rezene yağıdır. Rezene yağının içeriği HPLC cihazı (Yüksek basınçlı solvent dağıtımı için bir kuaterner gradyan pompa sistemi (Agilent 1312), otomatik enjektör (Agilent 1313 A) ve ultraviyole detektör (Agilent 1314A), Agilent Teknoloji) ile analiz edilmiştir. Kullanılan rezene yağının HPLC analizi Çizelge 3.3’te yer almaktadır.

Çizelge 3.3. Rezene (*Foeniculum vulgare*) esansiyel yağının bileşenleri

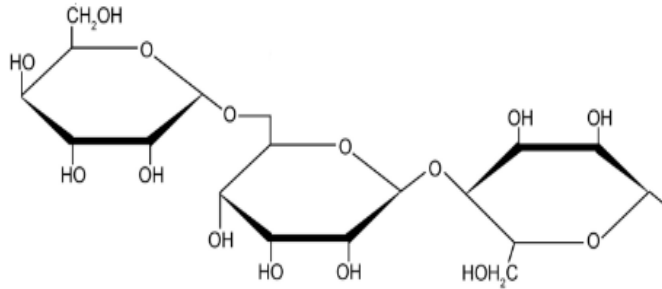
Bileşenler	Yüzde Oran (%)
Limonen	8.7
Estragol	3.3
Caruone	6.1
(2)-anethol	0.3
Anisaldehyd	2.0
Anisketon	0.3
Dill apiöle	0.3

Doğal yağların arı kovuculuk özelliği ticari ve yaygın kullanımı olan sentetik ajan DEET ile kıyaslanmıştır. DEET'in kimyasal yapısı Şekil 3.1'de yer almaktadır.



Şekil 3.1. DEET'in kimyasal yapısı

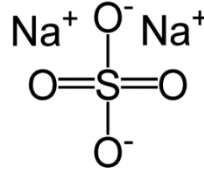
Arap zankı toksin olmadığı, doğal ve biyobozunur olduğu için koaservasyon yöntemiyle mikrokapsüllemeye geniş kullanım alanına sahiptir. Bu tez çalışmasında kimyasal yapısı Şekil 3.2'de yer alan arap zankı, mikrokapsül hazırlanmasında çeper malzeme olarak kullanılmıştır (<http://www.justpaint.org/the-science-behind-qor/>).



Şekil 3.2. Arap zankının kimyasal yapısı

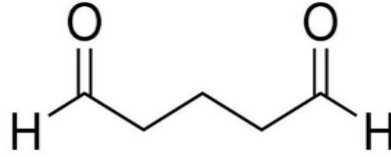
Mikrokapsül eldesinde sodyum sülfat koaservasyonun gerçekleşmesi için kullanılmıştır. Sodyum sülfat çözeltisi 1 l suya 25 gr sodyum sülfat eklenmesi ile hazırlanmıştır.

Sodyum sülfatın kimyasal yapısı Şekil 3.3'te yer almaktadır (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sodium_sulfate.png).



Şekil 3.3. Sodyum sülfatın kimyasal yapısı

Mikrokapsüllerin hazırlanmasında glüteraldehit mikrokapsül duvarlarının katılması için kullanılmıştır (Koç ve ark., 2014). Glüteraldehitin kimyasal yapısı Şekil 3.4'te verilmiştir (<http://www.balmumcukimya.com/glutaraldehyde-solution-for-synthesissigma-g6257-1litre>).

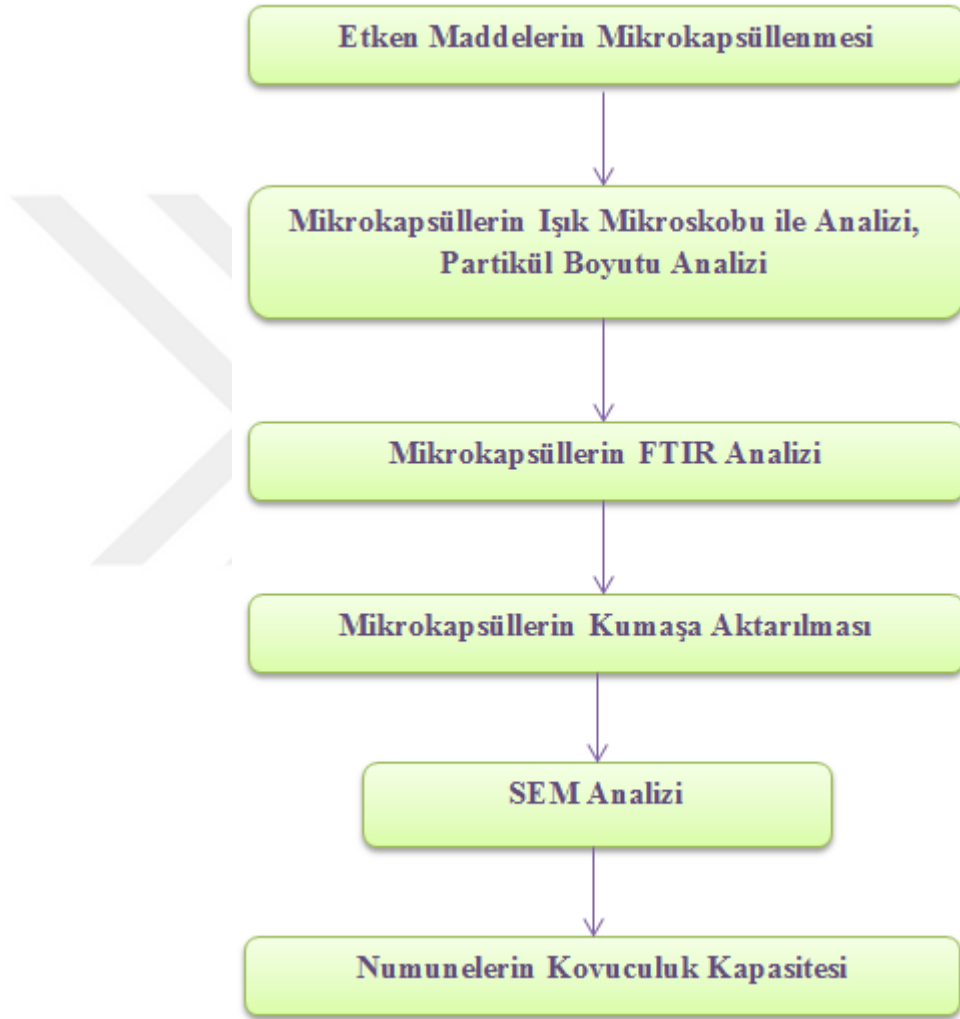


Şekil 3.4. Glüteraldehitin kimyasal yapısı

3.2. Yöntem

Bazı Doğal ve Sentetik Ürünlerin Mikrokapsülasyon Tekniği ile Hazırlanarak, Arılara Karşı Kovucu Özelliğe Sahip Kumaş Eldesinin Araştırılması başlıklı bu tez çalışmasında %100 pamuk ve %70 pamuk/ %30 polyester elyafından üretilen bezayağı ve 3/1 dimi desenindeki kumaşlara arı kovuculuk özelliği kazandırılmıştır. Kumaş numunelerine arı kovuculuk özelliği kazandırmak için arı kovucu mikrokapsüller hazırlanmıştır. Arı kovucu mikrokapsüllerin elde edilmesinde basit koerservasyon yöntemi kullanılmıştır. Doğal böcek kovucu ekstraktların mikrokapsüllenecek pamuklu kumaşa aktarılmasıyla arı kovuculuk etki süresinin uzatılması amaçlanmıştır. Mikrokapsüllerin oluşup oluşmadığını belirlemek için ışık mikroskobu ile görüntüleri alınmıştır. Ayrıca kapsül oluşumunda meydana gelen bağların belirlenmesi amacıyla mikrokapsüllerin, etken maddelerin ve çeper madde çözeltisinin FTIR analizi yapılmıştır. Işık mikroskobunda mikrokapsüllerin görüntülenmesinin ve FTIR analizlerinin ardından, mikrokapsüller 5x10 cm boyutlarında hazırlanmış pamuklu

kumaş numunelerine (%100 pamuk, %70 pamuk/%30 polyester) daldırma yöntemi ile aktarılmıştır. Ardından kumaşlar hava almayan bir ortamda, her bir kumaş numunesi farklı ortamda olmak üzere kendi halinde kurumaya bırakılmıştır. Ardından kumaş numunelerinin SEM ile görüntüleri alınmış ve numunelere mikrokapsüllerin aplike olup olmadığı değerlendirilmiştir. Arı kovucu kumaş eldesinde izlenen işlem akış şeması Şekil 3.5'te yer almaktadır.



Şekil 3.5. Arı kovucu kumaş eldesinde izlenen işlem akışı

3.2.1. Mikrokapsüllerin hazırlanması

Arı kovucu tekstil materyali elde etmek için ilk olarak mikrokapsüller hazırlanmıştır. Literatür taramasının ardından, mikrokapsül eldesinde kullanılacak doğal yağlar belirlenmiştir. Bu kapsamda arı kovuculuk sağlamak için lavanta, defne ve rezene yağı

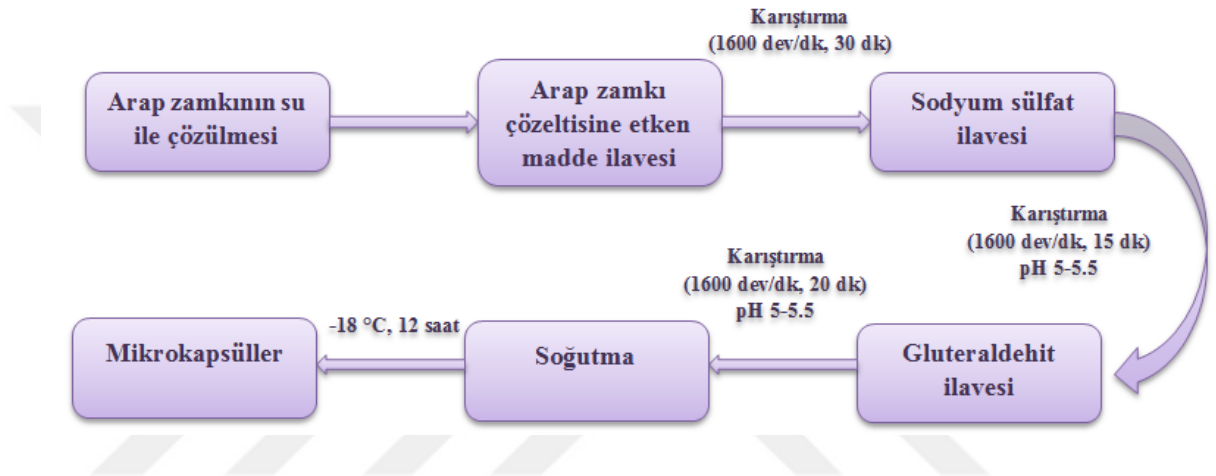
kullanılmış, bu yağların arı kovuculuk etkileri en etkili böcek kovucu ajan olan DEET ile kıyaslanmış ayrıca bu yağların arı kovuculuk etkisini artırmak için DEET doğal yağlara ilave edilmiştir. Mikrokapsül eldesinde çeper malzeme olarak arap zamkı kullanılmıştır. Böcek kovuculuk mekanizmasında böcekler koku vasıtasıyla kovulduğu için, her koku böcek kovuculuğu etkileyecektir. Etken maddelerin kapsüllenmesinde etken maddenin kovuculuk özelliklerinin analiz edilebilmesi adına kullanılan çeper maddenin kokusuz olması gerekmektedir. Kokusuz, ucuz ve kolaylıkla tedarik edilebilir olması nedeniyle çalışma kapsamında çeper madde olarak arap zamkı kullanılmıştır.

Mikrokapsül eldesinde arap zamkı çeper madde su ile çözülmüştür. Arap zamkının çözülmesinde kullanılan su iki farklı miktarda kullanılmıştır. Bu nedenle mikrokapsüllerin eldesinde kullanılan arap zamkının çözünme koşullarına göre hazırlanan mikrokapsüller iki gruba ayrılabilir.

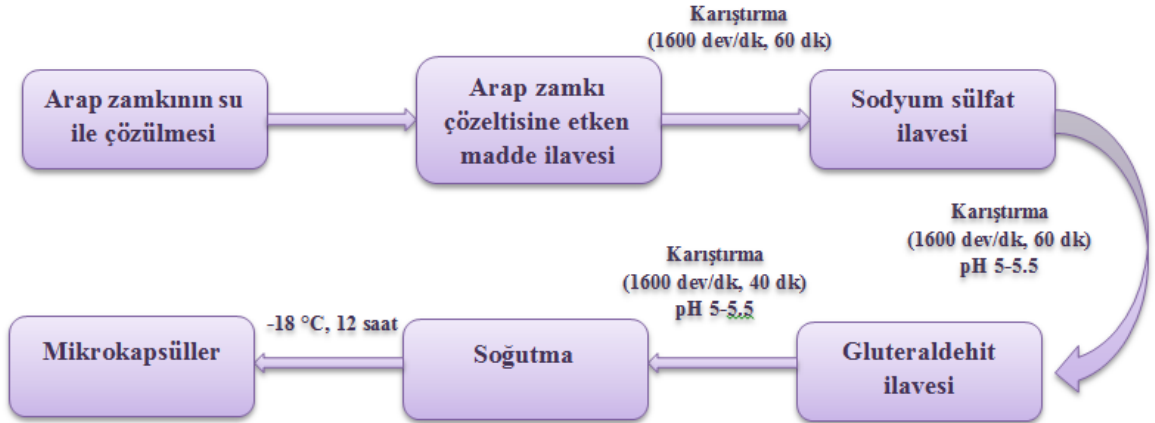
İlk gruptaki mikrokapsüllerin hazırlanmasında arap zamkı 1:7 (1 birim arap zamkına karşılık 7 birim su) oranında su kullanılarak manyetik karıştırıcıda ısı enerjisi kullanılmaksızın 1600 dev/dk'da çözülmüştür. Arap zamkı çözeltisine (35 ml) farklı çekirdek ve çeper madde oranlarında lavanta, rezene, defne ve DEET eklenmiştir. Elde edilen karışım 1600 dev/dk'da 30 dakika süreyle ısı kullanılmaksızın pH 5-5.5'da karıştırılmıştır. Ardından solüsyona %25'lik sodyum sülfat çözeltisinden eklenmiş (1 ml) ve solüsyon 1600 dev/dk'da pH 5-5.5'da 15 dakika ısı kullanılmaksızın karıştırılmıştır. Ardından solüsyona glutraldehit ilave edilmiş (3 ml) ve solüsyon 1600 dev/dk'da pH 5-5.5'de 20 dakika karıştırılmıştır. Son olarak hazırlanan solüsyon -18°C'de 12 saat soğumaya bırakılmıştır. İlk grupta 34 adet farklı özellikte mikrokapsüller üretilmiş, mikrokapsül solüsyonlarının özellikleri analiz edilmiş, ardından mikrokapsül solüsyonları bezayağı pamuklu kumaş numunelerine aktarılarak SEM görüntüleri ve arı kovuculuk özellikleri belirlenmiştir.

İkinci gruptaki mikrokapsüllerin hazırlanmasında arap zamkı 1:5 (1 birim arap zamkına karşılık 5 birim su) oranında su kullanılarak manyetik karıştırıcıda ısı enerjisi kullanılmaksızın 1600 dev/dk'da çözülmüştür. Arap zamkı çözeltisine (35 ml) farklı çekirdek ve çeper madde oranlarında lavanta, rezene ve defne yağı eklenmiştir. Elde edilen karışım 1600 dev/dk'da 60 dakika süreyle ısı kullanılmaksızın pH 5-5.5'da karıştırılmıştır. Ardından solüsyona %25'lik sodyum sülfat çözeltisinden eklenmiş (1

ml) ve solüsyon 1600 dev/dk'da pH 5-5.5' de 60 dakika ısı kullanılmaksızın karıştırılmıştır. Ardından solüsyona gluteralehit ilave edilmiş (3 ml) ve solüsyon 1600 dev/dk'da pH 5-5.5'de 40 dakika karıştırılmıştır. Son olarak hazırlanan solüsyon -18°C'de 12 saat soğumaya bırakılmıştır. İkinci grupta 14 adet farklı özellikte mikrokapsüller üretilmiş, mikrokapsül solüsyonlarının özellikleri analiz edilmiş, ardından mikrokapsül solüsyonları dimi pamuklu kumaş numunelerine aktarılarak SEM görüntüleri ve arı kovuculuk özellikleri analiz edilmiştir. Elde edilen mikrokapsüllerin özellikleri ve kısaltmaları Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5'de yer almaktadır.



Şekil 3.6. İlk grupta yer alan mikrokapsüllerin hazırlanmasında izlenen işlem akışı



Şekil 3.7. İkinci grupta yer alan mikrokapsüllerin hazırlanmasında izlenen işlem akışı

Çizelge 3.4. 1:7 arap zamkı:su kullanılarak elde edilen mikrokapsüller ve özellikleri

Kısaltma	Özellik
1:9 Lavanta:Arap zamkı	1:9 oranında lavanta yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:7 Lavanta:Arap zamkı	1:7 oranında lavanta yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:5 Lavanta:Arap zamkı	1:5 oranında lavanta yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:3 Lavanta:Arap zamkı	1:3 oranında lavanta yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:9 Rezene:Arap zamkı	1:9 oranında rezene yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:7 Rezene:Arap zamkı	1:7 oranında rezene yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:5 Rezene:Arap zamkı	1:5 oranında rezene yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:3 Rezene:Arap zamkı	1:3 oranında rezene yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:9 Defne:Arap zamkı	1:9 oranında defne yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:7 Defne:Arap zamkı	1:7 oranında defne yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:5 Defne:Arap zamkı	1:5 oranında defne yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:3 Defne: Arap zamkı	1:3 oranında defne yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:9 DEET:Arap zamkı	1:9 oranında DEET çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:7 DEET:Arap zamkı	1:7 oranında DEET çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:5 DEET:Arap zamkı	1:5 oranında DEET çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:3 DEET:Arap zamkı	1:3 oranında DEET çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:9 Lavanta+Rezene:Arap zamkı	1:9 oranında lavanta + rezene yağı karışımı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:7 Lavanta+Rezene:Arap zamkı	1:7 oranında lavanta + rezene yağı karışımı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:5 Lavanta+Rezene:Arap zamkı	1:5 oranında lavanta + rezene yağı karışımı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:3 Lavanta+Rezene:Arap zamkı	1:3 oranında lavanta + rezene yağı karışımı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.

Çizelge 3.4. 1:7 arap zamkı:su kullanılarak elde edilen mikrokapsüller ve özellikleri (devam)

1:9 Lavanta+Defne:Arap zamkı	1:9 oranında lavanta + defne yağı karışımı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:7 Lavanta+Defne:Arap zamkı	1:7 oranında lavanta + defne yağı karışımı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:5 Lavanta+Defne:Arap zamkı	1:5 oranında lavanta + defne yağı karışımı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:3 Lavanta+Defne:Arap zamkı	1:3 oranında lavanta + defne yağı karışımı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:9 Rezene+Defne:Arap zamkı	1:9 oranında rezene + defne yağı karışımı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:7 Rezene+Defne:Arap zamkı	1:7 oranında rezene + defne yağı karışımı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:5 Rezene+Defne: Arap zamkı	1:5 oranında rezene + defne yağı karışımı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:3 Rezene+Defne:Arap zamkı	1:3 oranında rezene + defne yağı karışımı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:9 Lavanta+Rezene+Defne:Arap zamkı	1:9 oranında lavanta + rezene + defne yağı karışımı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:7 Lavanta+Rezene+Defne:Arap zamkı	1:7 oranında lavanta + rezene + defne yağı karışımı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:5 Lavanta+Rezene+Defne:Arap zamkı	1:5 oranında lavanta + rezene + defne yağı karışımı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:3 Lavanta+Rezene+Defne:Arap zamkı	1:3 oranında lavanta + rezene + defne yağı karışımı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:5 Lavanta+DEET:Arap zamkı	1:5 oranında lavanta yağı + DEET karışımı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:5 Rezene+DEET:Arap zamkı	1:5 oranında rezene yağı + DEET karışımı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:5 Defne+DEET:Arap zamkı	1:5 oranında defne yağı + DEET karışımı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.

Çizelge 3.5.1:5 arap zamkı:su kullanılarak elde edilen mikrokapsüller ve özellikleri

Kısaltma	Özellik
1:3 Lavanta: Arap zamkı	1:3 oranında lavanta yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:7 Lavanta: Arap zamkı	1:7 oranında lavanta yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:9 Lavanta: Arap zamkı	1:9 oranında lavanta yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:12 Lavanta: Arap zamkı	1:12 oranında lavanta yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:15 Lavanta: Arap zamkı	1:15 oranında lavanta yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:18 Lavanta: Arap zamkı	1:18 oranında lavanta yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:21 Lavanta: Arap zamkı	1:21 oranında lavanta yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:9 Rezene: Arap zamkı	1:9 oranında rezene yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:3 Rezene: Arap zamkı	1:3 oranında rezene yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:9 Defne: Arap zamkı	1:9 oranında defne yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:3 Defne: Arap zamkı	1:3 oranında defne yağı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:3 Lavanta+Rezene+Defne: Arap zamkı	1:9 oranında lavanta + rezene + defne yağı karışımı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.
1:9 Lavanta+Rezene+Defne: Arap zamkı	1:9 oranında lavanta + rezene + defne yağı karışımı çekirdek ve arap zamkı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsül solüsyonu.

Çalışma kapsamında ilk grupta yer alan 34 adet mikrokapsül solüsyonu bezayağı pamuklu kumaş numunelerine daldırma yöntemi ile aktarılmış ardından arı kovuculuk özellikleri analiz edilmiştir. İkinci grupta yer alan mikrokapsüller 3/1 dimi pamuk/polyester kumaş numunelerine daldırma yöntemi ile aktarılmış ve ardından numunelerin arı kovuculuk özellikleri analiz edilmiştir. Esansiyel yağların karışım olarak kullanıldığı mikrokapsüllerde, esansiyel yağlar eşit miktarda kullanılmıştır.

3.2.2. Mikrokapsüllerin kumaşa aktarılması

Elde edilen mikrokapsüllerin pamuklu kumaşlara aktarılmasında daldırma yöntemi kullanılmıştır. Yüze aktarılan çözelti miktarı,

$$\%AF = \frac{E_2 - E_1}{E_1} \times 100 \quad (3.1)$$

ile hesaplanmıştır. Burada $\%AF$ kumaşa aktarılan çözelti miktarını, E_2 kumaşın emdirme işleminden sonraki ağırlığını ve E_1 kumaşın kuru ağırlığını göstermektedir. Pamuklu bezayağı kumaşlara aktarılan madde miktarı $\%110$, dimi pamuk/polyester kumaş numunelerine aktarılan madde miktarı ise $\%220$ olup, numuneler daldırma işleminden sonra kapsüllerin zarar görmemesi için ayrıca kokuların birbirine karışmaması adına farklı hava akımı olmayan ortamlarda oda şartlarında, kendi halinde kurumaya bırakılmıştır. Kuruma işleminden sonra numunelerin ağırlık artışları ölçülmüş olup, bezayağı pamuklu kumaşlarda $\%40$, dimi pamuk/polyester kumaş numunelerinde $\%60$ ağırlık artışı görülmüştür.

3.2.3. Mikrokapsüllerin ışık mikroskobu ile analiz edilmesi

Çalışmada, Nikon Eclipse E600 modeli ışık mikroskobu kullanılarak mikrokapsüllerin oluşup oluşmadığı analiz edilmiştir. Mikrokapsüllerin ışık mikroskobu ile analizinde 40 büyütme yapılmış ayrıca kapsüllerin çapları ve çeper kalınlıkları tespit edilmiştir.

3.2.4. Elektron mikroskobu analizi

Pamuklu kumaşlara aktarılan mikrokapsüllerin kumaş üzerindeki varlıkları ZEISS/EVO 40 taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile analiz edilmiştir. SEM analizinden önce numuneler analiz için altın-paladyum ile kaplanmıştır.

3.2.5. Fourier dönüşümlü infrared spektrofotometre analizi

Etken maddenin mikrokapsüllerin içinde varlığının belirlenmesi ve elde edilen üründe etken maddenin spektrum değişiminin gözlenmesi için Fourier dönüşümlü infrared spektrofotometre (FTIR) ile analizleri gerçekleştirilmiştir. FTIR ölçümleri Perkin-Elmer Spectrum BX cihazında $380-4000\text{ cm}^{-1}$ dalga boyunda gerçekleştirilmiştir.

3.2.6. Partikül boyutu analizi

Mikrokapsüllerin partikül boyutu analizi ve dağılımını belirleyebilmek için, mikrokapsüllerin ışık mikroskobu ile görüntüleri alınmıştır. Işık mikroskobu ile görüntüleme işlemi ardından, mikrokapsüllerin partikül boyutu analizi ve dağılımı MATLAB programı kullanılarak görüntü işleme teknikleri ile yapılmıştır.

3.2.7. Mikrokapsüllerin polidispersite indeksinin ölçülmesi

Mikrokapsüllerin polidispersite indeksi Zetasizer Nano ZS cihazı ile 24°C oda sıcaklığında üç tekrarlı olmak üzere gerçekleştirilmiş ve tekrarlı ölçüm sonuçlarının ortalaması alınmıştır.

3.2.8. Numunelerin arı kovuculuk özelliklerinin laboratuvar ortamında test edilmesi

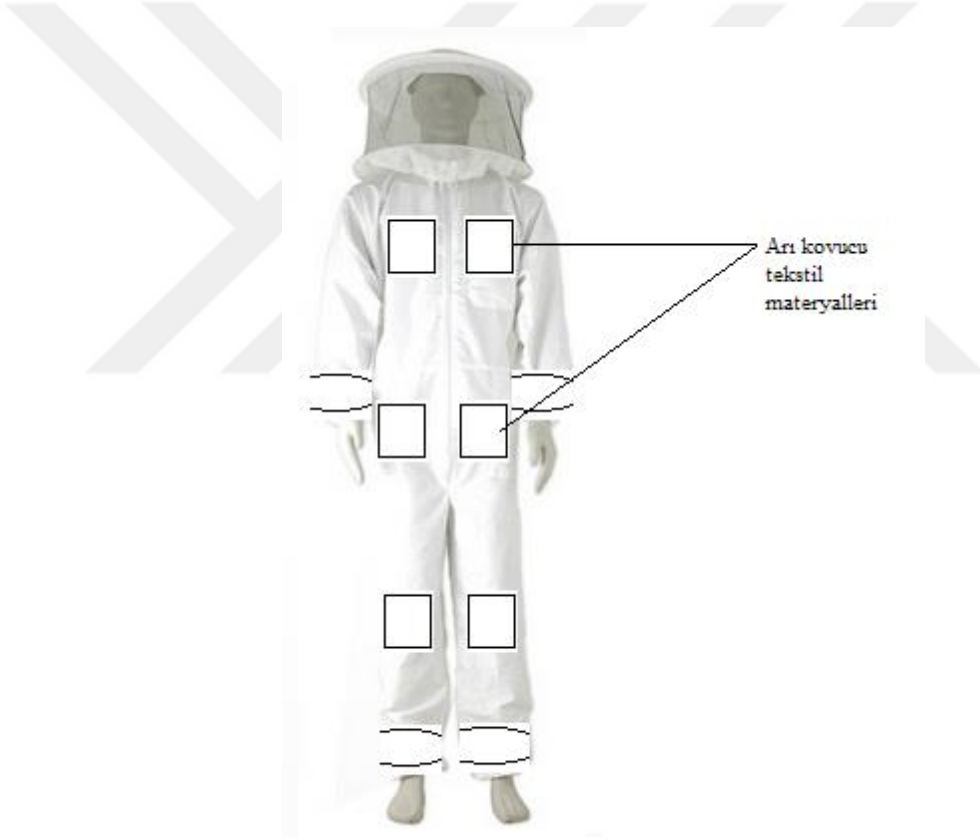
Numunelerin arı kovuculuk özelliklerini analiz etmek için çam ağacı ve cam kullanılarak özel ölçüm kabinleri tasarlanmıştır. Ölçüm kabinlerinde, kabinlerin sağ, sol, alt ve üst duvarları çam ağacından elde edilmiş ve bu duvarların birleştirilmesinde çivi kullanılmıştır. Duvarların birleştirilmesinde çivi kullanılmasının nedeni, yapıştırıcı kullanılarak arıların kimyasal kokulardan etkilenmesini önlemektir. Ayrıca kabinlerin ön ve arka duvarları camdır. Cam duvarlar yukarı ve aşağı hareket edebilecek şekilde sağ, sol, üst ve alt duvarla temas halindedir. Cam yüzeylerin yukarı ve aşağı hareket ettirilebilir olmasıyla arıların ölçüm öncesi ve sonrası kabinlerden dışarı çıkartılması amaçlanmıştır. Kabinlerin üst duvarında iki adet 5 cm çapında delikler bulunmaktadır. Bu delikler arıların kaçmasını önlemek için tel örgü ile kapatılmıştır. Böylece arıların bulunduğu kabinlere hava girişi sağlanmıştır. Ölçüm esnasında bu deliklerden birisinin yarısı su emdirilmiş pamuk ile kapatılmış böylece arıların su ve nem ihtiyacı bu şekilde sağlanmıştır. Numunelerin arı kovuculuk özellikleri 20-22°C sıcaklıkta 2 saat süreyle yapılmıştır. Numuneler ölçüm kabinlerine petri kabı içerisinde yerleştirilmiş ve herbir ölçüm kabini içerisine yaklaşık 100 adet bal arası konulmuştur. Kabinlerde yer alan bal arılarının hareketleri 2 saat süreyle incelenmiştir. Ölçüm süresince her 10 dakikada bir kabinlerin görüntüleri alınmış, kabinlerdeki ölü arı sayısı sayılmış ve 1 dakika süreyle kabinlerin video kaydı alınmıştır. Mikrokapsüllerin aktarıldığı kumaş numunelerinin arı kovuculuk etkisi aktarımdan 1 ay sonra analiz edilmiştir.



Şekil 3.8. Numunelerin arı kovuculuk özelliklerinin analiz edildiği ölçüm kabinleri

3.2.9. Numunelerin arı kovuculuk özelliklerinin saha ortamında test edilmesi

Çalışma kapsamında, in-vitro ölçüm sonuçlarına göre mikrokapsüllerden 1:3 Lavanta:Arap zamkı, 1:5 Lavanta:Arap zamkı ve 1:7 Defne:Arap zamkı 3/1 dimi pamuk/polyester kumaş numunelerine aktarılmıştır. Mikrokapsüllerin hazırlanması arap zamkı 1:5 oranında su kullanılarak çözülmüştür. Bu kumaş numuneleri 10x10 cm boyutlarında olacak şekilde hazırlanmış ve arıcı kıyafetinin 10 farklı bölgesine çırt bantlar vasıtasıyla dahil edilmiştir. Numunelerin arı kovuculuk özellikleri hazırlanmaları ardından 6 ay sonra ölçülmüştür. Böylelikle arı kovuculuk etki kaybolduğunda bu bölgelere yeni numunelerin dahil edilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen arıcı kıyafeti Şekil 3.9’da yer almaktadır.



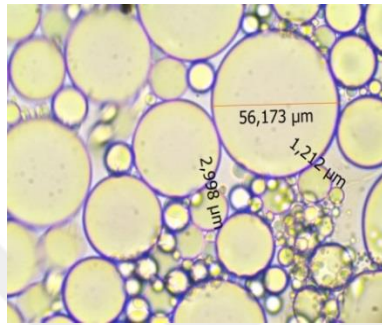
Şekil 3.9. Arı kovucu tekstil materyali içeren arıcı giysisi

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

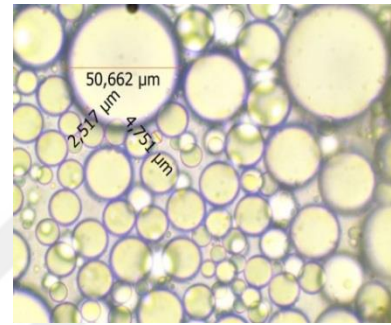
4.1. İlk Grupta Yer Alan Mikrokapsüllerin Işık Mikroskobu Görüntüleri

4.1.1. Lavanta yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

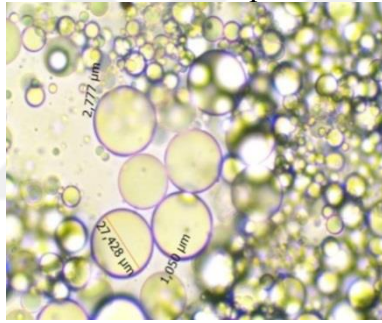
Lavanta yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri Şekil 4.1’de yer almaktadır.



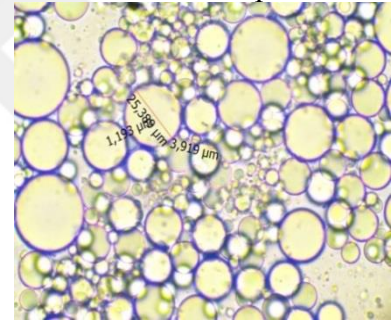
1:3 Lavanta:Arap zamkı



1:5 Lavanta:Arap zamkı



1:7 Lavanta:Arap zamkı



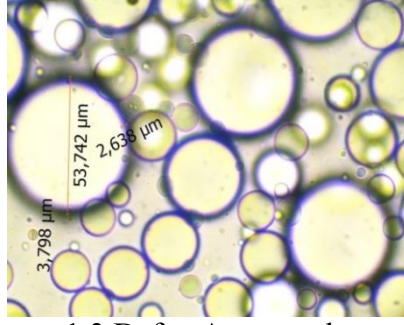
1:9 Lavanta:Arap zamkı

Şekil 4.1. Lavanta yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

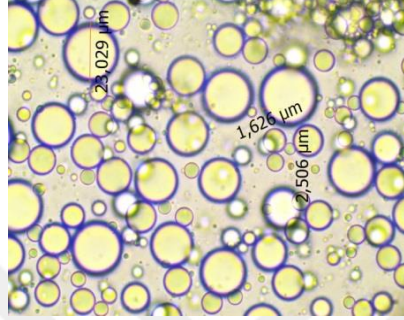
Işık mikroskobu analizi sonucunda lavanta yağı etken madde ve arap zamkı çeper madde kullanımı sonucunda mikrokapsüllerin meydana geldiği görülmektedir. Elde edilen mikrokapsüllerin çapları 60-2 µm arasında değişmektedir. Ayrıca kapsüllerin çeper kalınlığı 1-3 µm arasında değişmektedir.

4.1.2. Defne yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

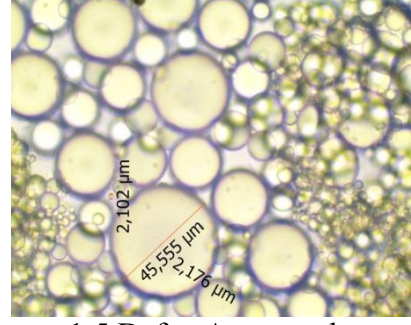
Defne yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri Şekil 4.2’de yer almaktadır.



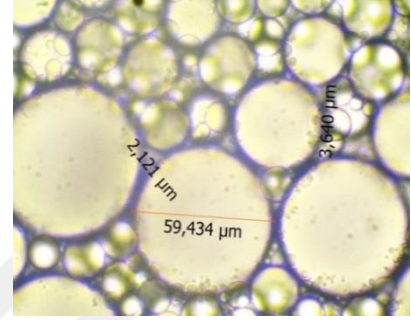
1:3 Defne: Arap zamkı



1:7 Defne: Arap zamkı



1:5 Defne: Arap zamkı



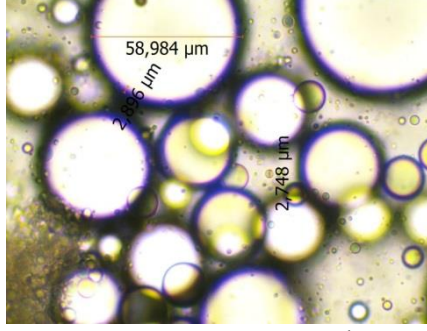
1:9 Defne: Arap zamkı

Şekil 4.2. Defne yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

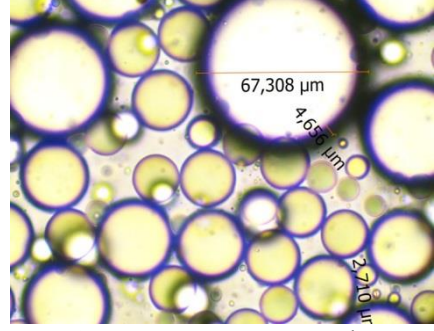
Işık mikroskobu analizi sonucunda defne yağı etken madde ve arap zamkı çeper madde kullanımı sonucunda mikrokapsüllerin meydana geldiği görülmektedir. Elde edilen mikrokapsüllerin çapları 60-2 µm arasında değişmektedir. Ayrıca kapsüllerin çeper kalınlığı 2-3 µm arasında değişmektedir.

4.1.3. Rezene yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

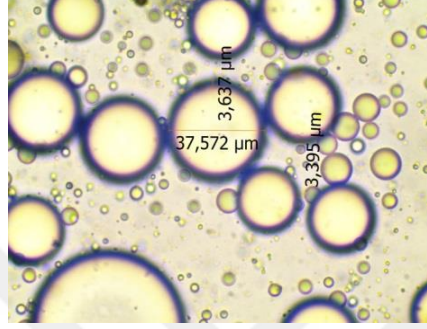
Rezene yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri Şekil 4.3'de yer almaktadır.



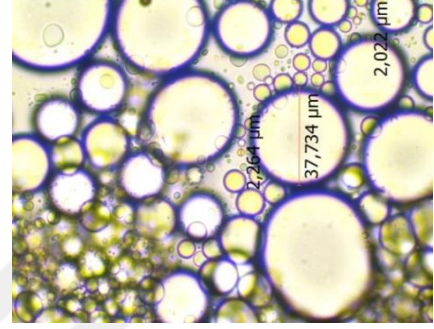
1:3 Rezene:Arap zımkı



1:5 Rezene:Arap zımkı



1:7 Rezene:Arap zımkı



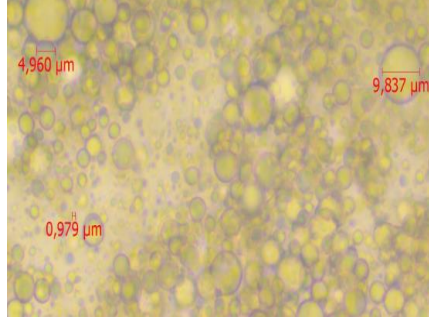
1:9 Rezene:Arap zımkı

Şekil 4.3. Rezene yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

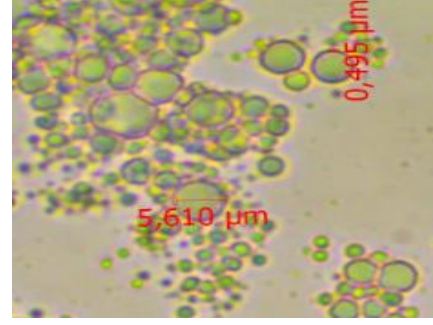
Işık mikroskobu analizi sonucunda rezene yağı etken madde ve arap zımkı çeper madde kullanımı sonucunda mikrokapsüllerin meydana geldiği görülmektedir. Elde edilen mikrokapsüllerin çapları 70-2 µm arasında değişmektedir. Ayrıca kapsüllerin çeper kalınlığı 2-3 µm arasında değişmektedir.

4.1.4. DEET etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

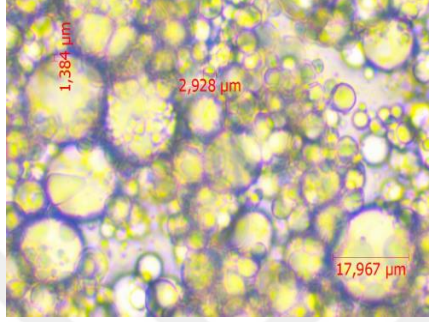
DEET etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri Şekil 4.4'te yer almaktadır.



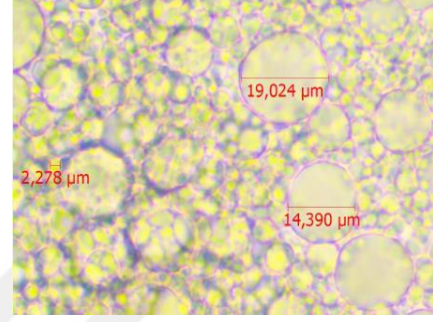
1:3 DEET:Arıp zamkı



1:5 DEET:Arıp zamkı



1:7 DEET:Arıp zamkı



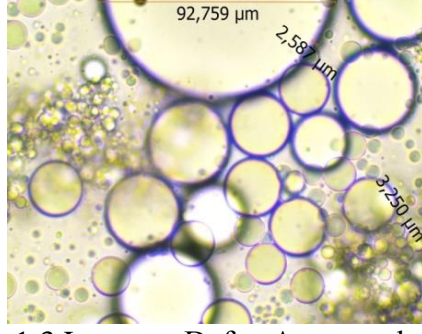
1:9 DEET:Arıp zamkı

Şekil 4.4. DEET etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

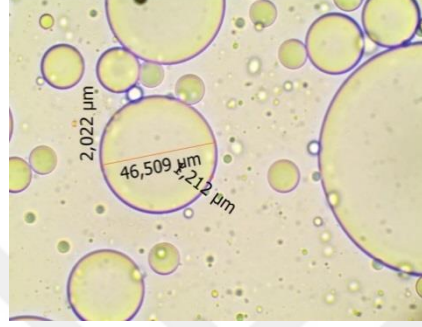
Işık mikroskobu analizi sonucunda DEET etken madde ve arıp zamkı çeper madde kullanımı sonucunda mikrokapsüllerin meydana geldiği görülmektedir. Elde edilen mikrokapsüllerin çapları 19-2 µm arasında değişmektedir. Ayrıca kapsüllerin çeper kalınlığı 1-3 µm arasında değişmektedir.

4.1.5. Lavanta ve defne yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

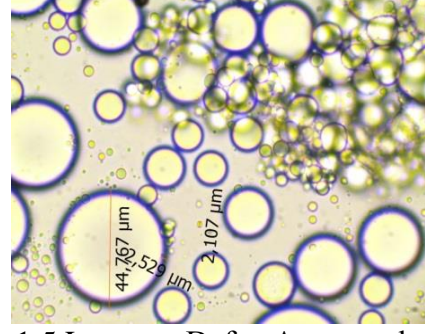
Lavanta+defne yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri Şekil 4.5'te yer almaktadır.



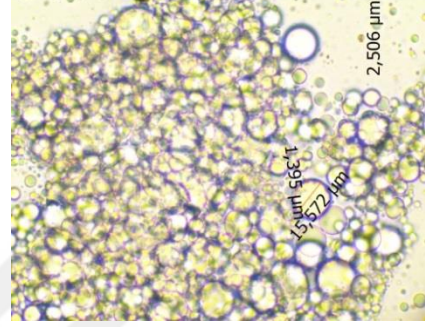
1:3 Lavanta+Defne:Arap zamkı



1:7 Lavanta+Defne:Arap zamkı



1:5 Lavanta+Defne:Arap zamkı



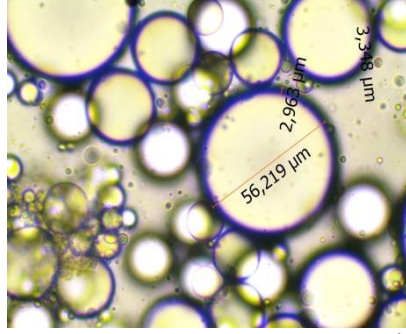
1:9 Lavanta+Defne:Arap zamkı

Şekil 4.5. Lavanta+defne yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

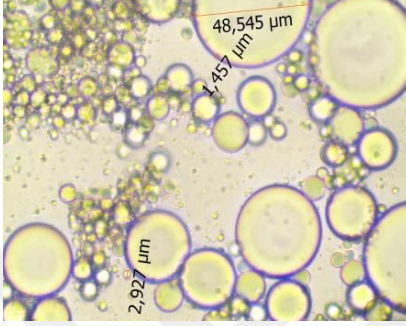
Işık mikroskobu analizi sonucunda lavanta+defne yağı karışımı etken madde ve arap zamkı çeper madde kullanımı sonucunda mikrokapsüllerin meydana geldiği görülmektedir. Elde edilen mikrokapsüllerin çapları 93-2 µm arasında değişmektedir. Ayrıca kapsüllerin çeper kalınlığı 1-3 µm arasında değişmektedir.

4.1.6. Lavanta ve rezene yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

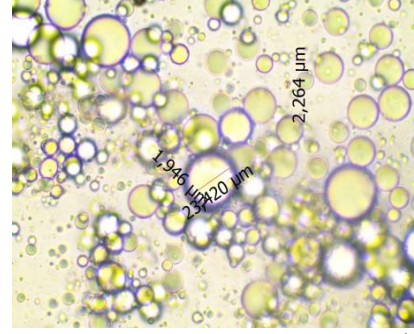
Lavanta+rezene yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri Şekil 4.6'da yer almaktadır.



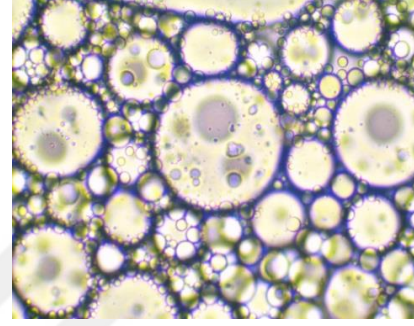
1:3 Lavanta+Rezene:Arap zamkı



1:7 Lavanta+Rezene:Arap zamkı



1:5 Lavanta+Rezene:Arap zamkı



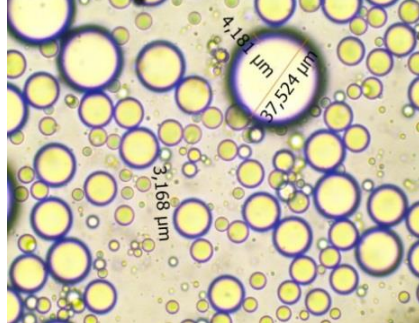
1:9 Lavanta+Rezene:Arap zamkı

Şekil 4.6. Lavanta+rezene yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

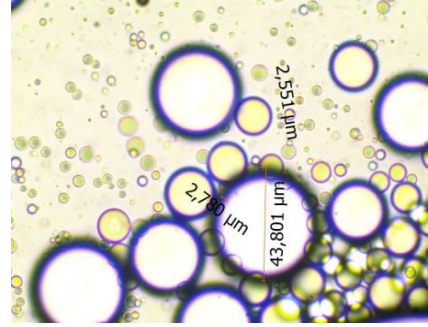
Işık mikroskobu analizi sonucunda lavanta+rezene yağı karışımı etken madde ve arap zamkı çeper madde kullanımı sonucunda mikrokapsüllerin meydana geldiği görülmektedir. Elde edilen mikrokapsüllerin çapları 56-2 µm arasında değişmektedir. Ayrıca kapsüllerin çeper kalınlığı 1-3 µm arasında değişmektedir.

4.1.7. Rezene ve defne yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

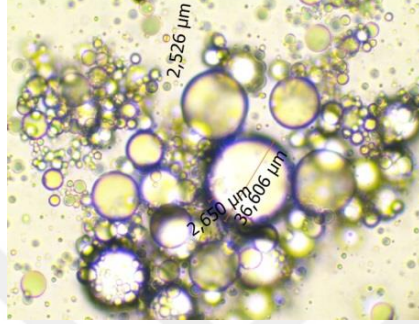
Rezene+defne yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri Şekil 4.7’de yer almaktadır.



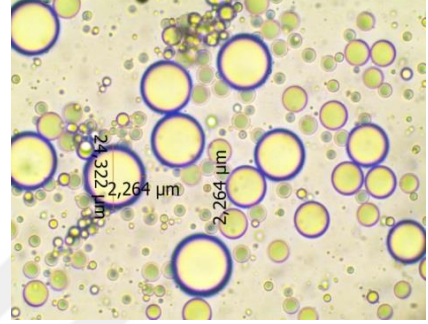
1:3 Rezene+Defne:Arap zamkı



1:5 Rezene+Defne:Arap zamkı



1:7 Rezene+Defne:Arap zamkı



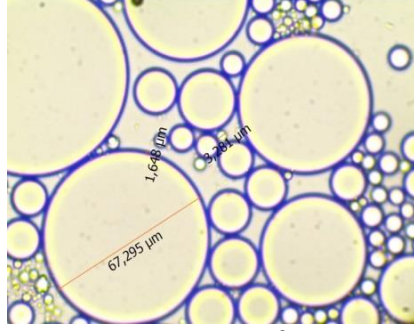
1:9 Rezene+Defne:Arap zamkı

Şekil 4.7. Rezene+defne yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

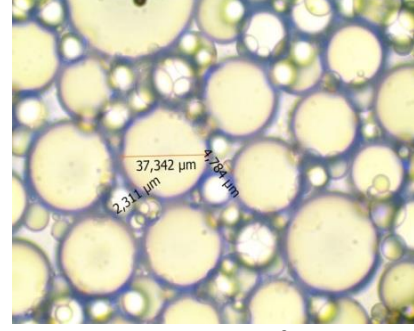
Işık mikroskobu analizi sonucunda rezene+defne yağı karışımı etken madde ve arap zamkı çeper madde kullanımı sonucunda mikrokapsüllerin meydana geldiği görülmektedir. Elde edilen mikrokapsüllerin çapları 44-2 µm arasında değişmektedir. Ayrıca kapsüllerin çeper kalınlığı 1-4 µm arasında değişmektedir.

4.1.8. Lavanta, rezene ve defne yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

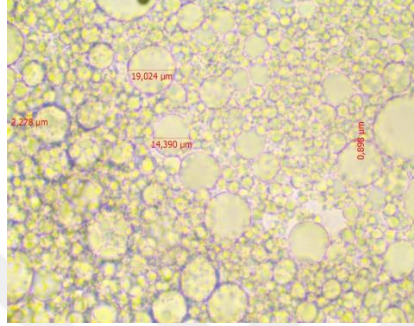
Lavanta+rezene+defne yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri Şekil 4.8'de yer almaktadır.



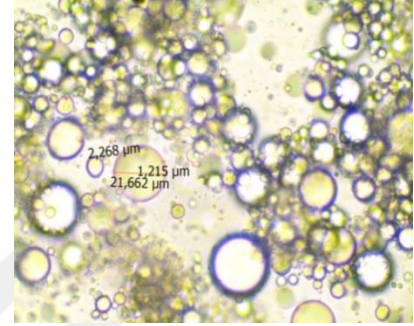
1:3 Lavanta+Rezene+Defne: Arap zamkı



1:5 Lavanta+Rezene+Defne: Arap zamkı



1:7 Lavanta+Rezene+Defne: Arap zamkı



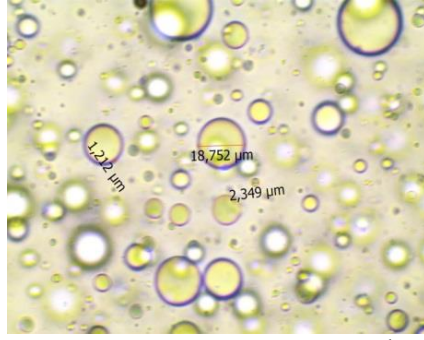
1:9 Lavanta+Rezene+Defne: Arap zamkı

Şekil 4.8. Lavanta+rezene+defne yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

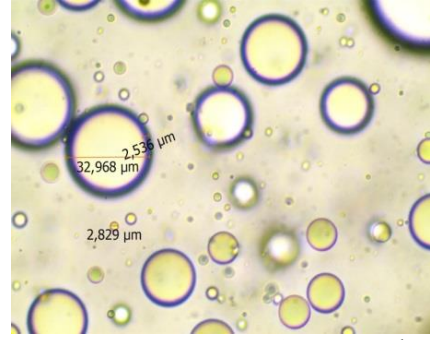
Işık mikroskobu analizi sonucunda lavanta+rezene+defne yağı karışımı etken madde ve arap zamkı çeper madde kullanımı sonucunda mikrokapsüllerin meydana geldiği görülmektedir. Elde edilen mikrokapsüllerin çapları 68-2 µm arasında değişmektedir. Ayrıca kapsüllerin çeper kalınlığı 1-3 µm arasında değişmektedir.

4.1.9. DEET+lavanta, DEET+rezene ve DEET+defne yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

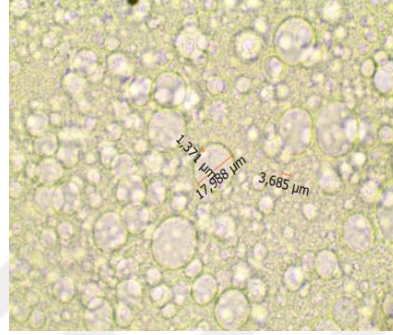
DEET+lavanta yağı, DEET+rezene yağı ve DEET+defne yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri Şekil 4.9'da yer almaktadır.



1:5 Defne+DEET:Arap zamkı



1:5 Rezene+DEET:Arap zamkı



1:5 Lavanta+DEET:Arap zamkı

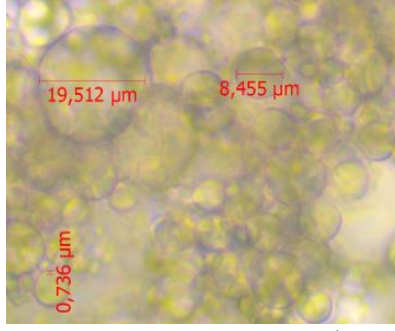
Şekil 4.9. DEET+lavanta yağı, DEET+rezene yağı ve DEET+defne yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

Işık mikroskobu analizi sonucunda DEET+lavanta yağı, DEET+rezene yağı ve DEET+defne yağı karışımı etken madde ve arap zamkı çeper madde kullanımı sonucunda mikrokapsüllerin meydana geldiği görülmektedir. Elde edilen mikrokapsüllerin çapları 34-2 µm arasında değişmektedir. Ayrıca kapsüllerin çeper kalınlığı 1-2 µm arasında değişmektedir.

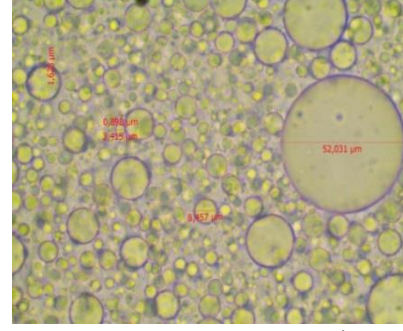
4.2. İkinci Grupta Yer Alan Mikrokapsüllerin Işık Mikroskobu Görüntüleri

4.2.1. Lavanta yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

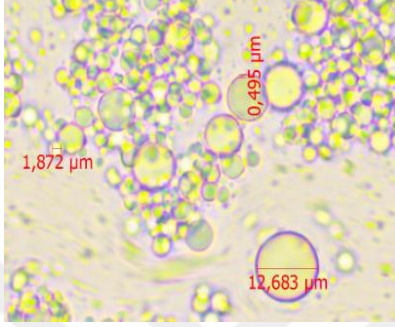
Lavanta yağı etken maddenin, 1:5 oranında su kullanılarak çözünmesi ile elde edilen arap zamkı çeper madde ile kapsüllenmesi sonucu elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri Şekil 4.10'da yer almaktadır.



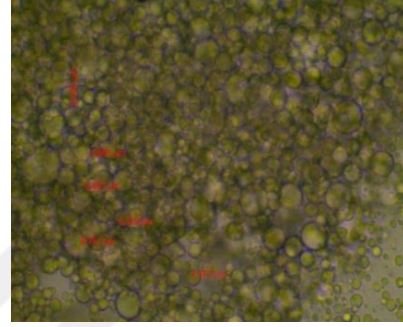
1:3 Lavanta:Arap zamkı



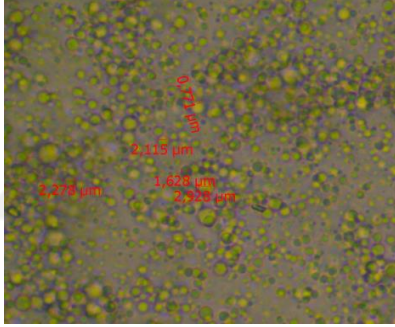
1:7 Lavanta:Arap zamkı



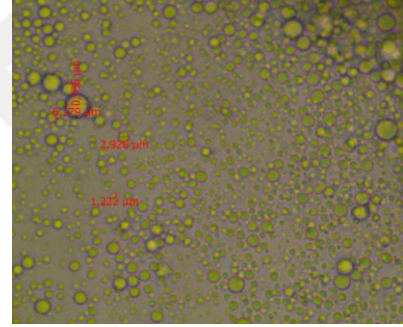
1:9 Lavanta:Arap zamkı



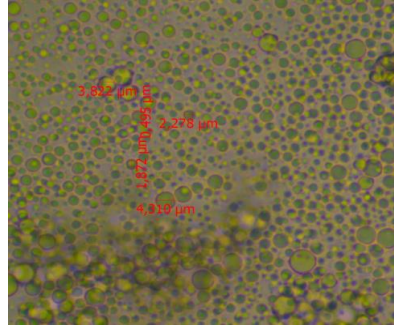
1:12 Lavanta:Arap zamkı



1:15 Lavanta:Arap zamkı



1:18 Lavanta:Arap zamkı



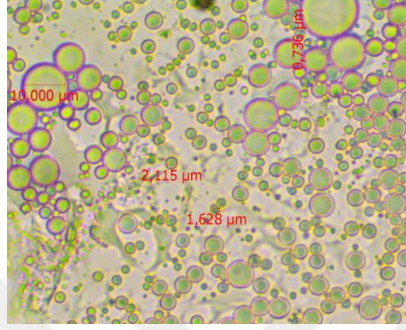
1:21 Lavanta:Arap zamkı

Şekil 4.10. Lavanta yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

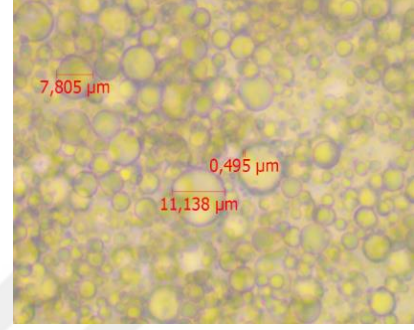
Işık mikroskobu analizi sonucunda lavanta yağı etken madde ve arap zamkı çeper madde kullanımı sonucunda mikrokapsüllerin meydana geldiği görülmektedir. Elde edilen mikrokapsüllerin çapları 19-1 µm arasında değişmektedir. Ayrıca kapsüllerin çeper kalınlığı 0.5-1 µm arasında değişmektedir.

4.2.2. Rezene yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

Rezene yağı etken maddenin, 1:5 oranında su kullanılarak çözünmesi ile elde edilen arap zankı çeper madde ile kapsüllenmesi sonucu elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri Şekil 4. 11’de yer almaktadır.



1:3 Rezene:Arap zankı



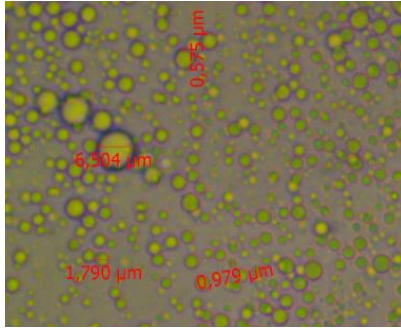
1:9 Rezene:Arap zankı

Şekil 4.11. Rezene yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

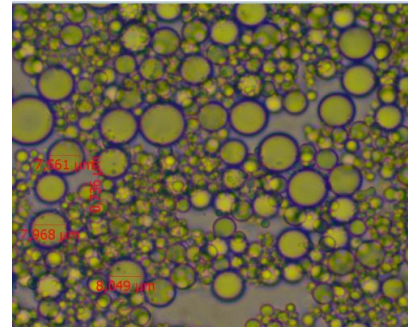
Işık mikroskobu analizi sonucunda rezene yağı etken madde ve arap zankı çeper madde kullanımı sonucunda mikrokapsüllerin meydana geldiği görülmektedir. Elde edilen mikrokapsüllerin çapları 12-0.5 µm arasında değişmektedir. Ayrıca kapsüllerin çeper kalınlığı 0.5-1 µm arasında değişmektedir.

4.2.3. Defne yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

Defne yağı etken maddenin, 1:5 oranında su kullanılarak çözünmesi sonucu elde edilen arap zankı çeper madde ile kapsüllenmesi sonucu elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri Şekil 4.12’de yer almaktadır.



1:3 Defne:Arap zamkı



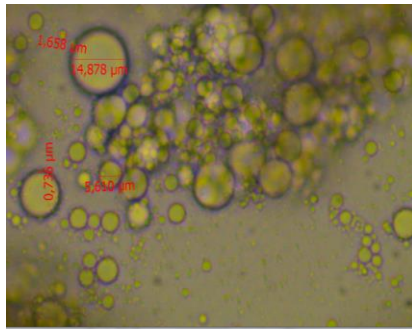
1:9 Defne:Arap zamkı

Şekil 4.12. Defne yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

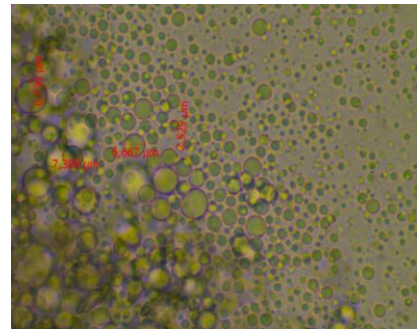
Işık mikroskobu analizi sonucunda defne yağı etken madde ve arap zamkı çeper madde kullanımı sonucunda mikrokapsüllerin meydana geldiği görülmektedir. Elde edilen mikrokapsüllerin çapları 7-0.5 µm arasında değişmektedir. Ayrıca kapsüllerin çeper kalınlığı 0.5-1 µm arasında değişmektedir.

4.2.7. Lavanta, rezene ve defne yağı karışımı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

Lavanta, rezene ve defne yağı karışımı etken maddelerin, arap zamkının 1:5 oranında su kullanılarak çözünmesi sonucu elde edilen çeper madde ile kapsüllenmesi sonucu oluşan mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri Şekil 4.13'te yer almaktadır.



1:3 Lavanta+Rezene+Defne:Arap zamkı



1:9 Lavanta+Rezene+Defne:Arap zamkı

Şekil 4.13. Lavanta+Rezene+Defne yağı etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu görüntüleri

Işık mikroskobu görüntüleri lavanta, rezene ve defne yağı etken madde karışımı ve arap zamkı çeper madde kullanımı sonucunda mikrokapsüllerin meydana geldiğini

göstermektedir. Elde edilen mikrokapsüllerin çapları 15-1 µm arasında değişmektedir. Ayrıca kapsüllerin çeper kalınlığı 0.5-1 µm arasında değişmektedir.

Işık mikroskobu görüntüleri, mikrokapsüllerin düzenli dairesel yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Literatürde emülsiyonlaşma esnasında koaservatların lipid damlacıkların yüzeyine göç ettiği ve duvar malzemesinin yağ damlacıklarının etrafında düzgün bir tabaka oluşturduğu belirtilmiştir (Timilsena ve ark. 2017). Ayrıca elde edilen birinci gruptaki mikrokapsüllerin çapları 1.5-68 µm arasında, ikinci gruptaki mikrokapsüllerin çapları 1-20 µm arasında değişmektedir. Mikrokapsül eldesinde yağ türü, yağ miktarı ve çeper madde miktarı farklılık göstermektedir. Mikrokapsüllerin çapları kullanılan etken madde açısından incelendiğinde kullanılan etken maddelerin her birinin moleküler yapısının farklı olması kapsül çapında farklılığa neden olduğu düşünülmektedir. Ancak farklı etken maddelerden elde edilen mikrokapsüllerin partikül boyutları birbirine yakın değerdedir. Ayrıca çeper maddenin daha düşük oranda su kullanılarak çözülmesi, yani çeper madde polimerinin artışı mikrokapsüllerin partikül boyutunun azalmasına neden olduğu düşünülmektedir. Çeper madde miktarı artışı, etken madde miktarı azalışı mikrokapsüllerin partikül boyutunun azalmasına neden olmuştur. Ayrıca birinci ve ikinci grupta yer alan mikrokapsüllerin hazırlanmasında karıştırma süreleri farklılık göstermektedir. İkinci grupta yer alan mikrokapsüllerin hazırlanmasında karıştırma süresi daha uzundur. Mikrokapsül eldesinde işlem süresinin uzamasının mikrokapsüllerin partikül boyutunun azalmasına neden olduğu düşünülmektedir.

4.3. Mikrokapsüllerin Polidispersite İndeksi

Tez çalışması kapsamında yer alan birinci ve ikinci gruptaki bazı mikrokapsüllerin polidispersite indeksi Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Birinci grupta yer alan mikrokapsüllerin polidispersite indeksi

Numune	PDI Değeri
1:5 Lavanta: Arap zamkı	1
1:5 Rezene: Arap zamkı	1
1:5 Defne: Arap zamkı	0,418
1:5 DEET: Arap zamkı	0,350
1:5 Lavanta/Defne: Arap zamkı	1
1:5 Rezene/Defne: Arap zamkı	1
1:5 Lavanta/Rezene: Arap zamkı	0,629
1:5 Lavanta/Rezene/Defne: Arap zamkı	0,936

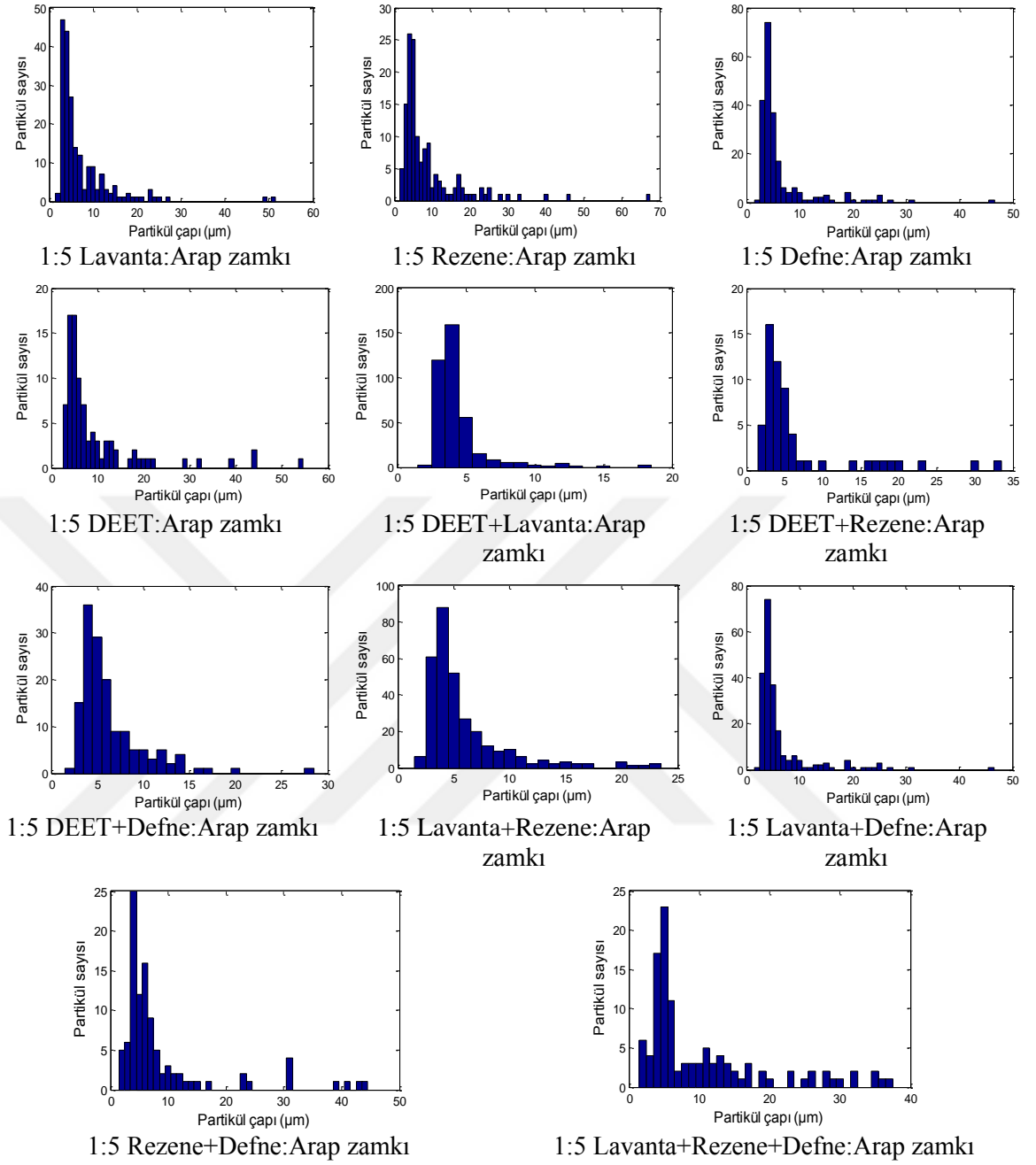
Çizelge 4.2. İkinci grupta yer alan mikrokapsüllerin polidispersite indeksi

Numune	PDI Değeri
1:3 Lavanta:Arap zamkı	1
1:9 Lavanta:Arap zamkı	0,426
1:3 Rezene:Arap zamkı	1
1:9 Rezene:Arap zamkı	0,642
1:3 Defne:Arap zamkı	0,754
1:9 Defne:Arap zamkı	1

Tez çalışması kapsamında birinci ve ikinci grupta yer alan mikrokapsüllerin bazılarının polidispersite indeksi Malvern Zetasizer Nano ZS cihazı ile analiz edilmiştir. Polidispersite indeksinin 1 ve 1'den küçük olması solüsyonda bulunan partiküllerin boyutlarının birbirine yakın olduğunu göstermektedir. Partiküllerin boyutları arasında çok büyük farklar yoktur. Ayrıca polidispersite indeksi mikrokapsüllerin materyale adhezyonu üzerinde kilit bir etkiye sahiptir (Zigoneanu ve ark., 2008; Hossain ve ark., 2016). Mikrokapsüllerin polidispersite indeksi üzerinde kullanılan etken maddelerin, çekirdek ve çeper maddenin oranının etkili olduğu düşünülmektedir (Koo ve ark., 2014).

4.4. Mikrokapsüllerin Partikül Boyutu Dağılımı

Tez çalışması kapsamında elde edilen birinci gruptaki mikrokapsüllerin (1:5 çekirdek: çeper oranı) partikül boyutu dağılımı Şekil 4.14'de yer almaktadır. Tez çalışması kapsamında elde edilen ikinci gruptaki mikrokapsüllerin partikül boyutu dağılımı Şekil 4.15'te verilmiştir.

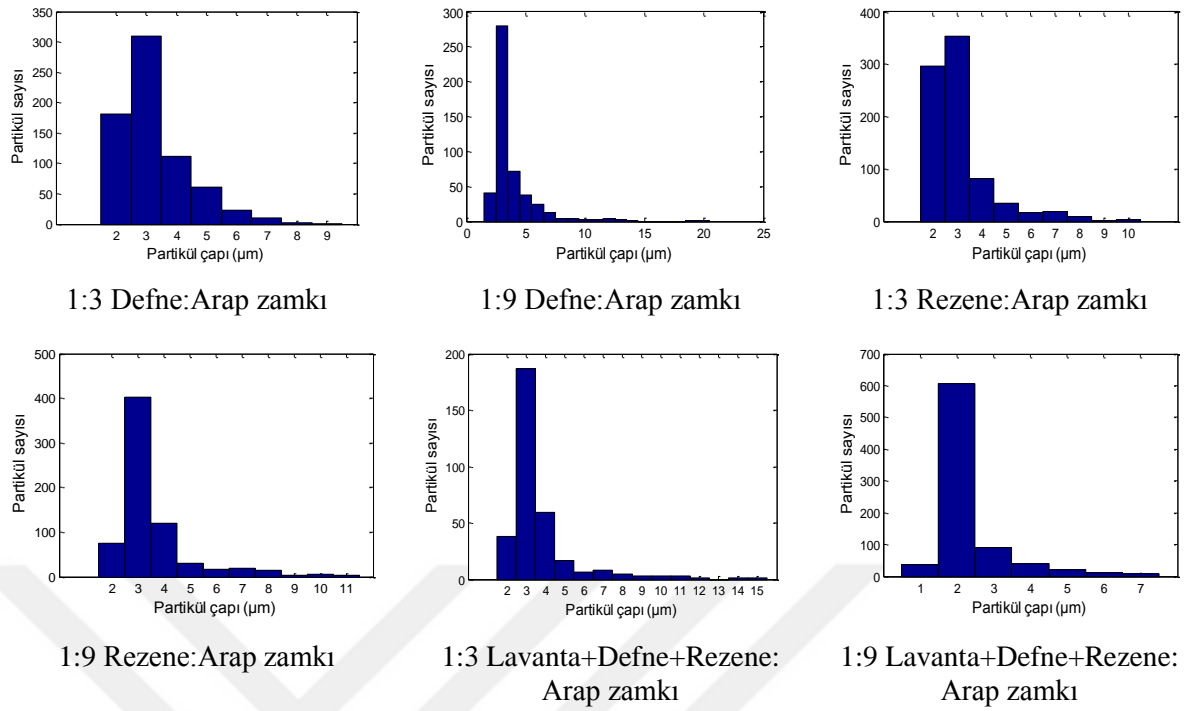


Şekil 4.14. Birinci grupta yer alan mikrokapsüllerin partikül boyutu dağılımı

Şekil 4.14 DEET, lavanta, defne ve rezene yağı kullanılarak hazırlanan mikrokapsüllerin partikül boyutu dağılımını göstermektedir. Mikrokapsüllerin ışık mikroskobu ile analiz edilmesiyle mikrokapsüllerin düzenli dairesel yapıya sahip olduğu görülmüştür. Basit koerservasyon tekniği ile üretilen mikrokapsüllerin yapılarının düzgün dairesel yapıya sahip olduğu daha önceki çalışmalarda da belirtilmiştir. Hekzadekanın soya glisinini ile basit koerservasyon tekniğine göre mikrokapsüllendiği

çalışmada mikrokapsüllerin çaplarının dağılımı 101.7 µm ile 157.7 µm arasında olduğu bulunmuştur. Çalışma sonuçlarına göre basit koerservasyon tekniği ile hazırlanan mikrokapsüllerin çapları geniş bir aralıkta dağılım göstermektedir (Meng ve ark., 2017). Bu tez çalışmasında, ilk grupta yer alan mikrokapsüllerin çaplarının 1 µm ile 68 µm arasında olduğu ışık mikroskobu analizi sonucunda görülmüştür. Koerservasyon tekniğinin temeli mikrokapsüllerin elde edilmesinde çekirdek/ çeper oranı, çekirdek ve çeper madde viskozitesinin etkisini açıklamaktadır. Koerservasyon tekniğinin temel prensibinde, parçacık boyutunu etkileyebilen koaservat damlacıklarıyla çevrelenmiş çekirdek parçacıkların agregasyon ve çökme eğilimi görülmektedir.

Bu çalışmada farklı çekirdek madde içeren mikrokapsüllerin partikül boyutu dağılımları birbirlerine oldukça benzerdir. Bu sonucun nedeni olarak kullanılan çekirdek maddelerin viskozitelerinin birbirlerine yakın olduğu düşünülmektedir (Meng ve ark., 2017; Gómez-Mascaraque ve ark., 2017). Ayrıca, basit koerservasyon tekniğinin parametreleri olan sıcaklık, pH, zaman ve karıştırma hızı partikül boyutu dağılımını etkilemektedir (Meng ve ark., 2017; Gómez-Mascaraque ve ark., 2017). Bu çalışmada, ilk grupta ve ikinci grupta yer alan mikrokapsüllerin üretiminde koerservasyon tekniği parametreleri sabit olup ikinci grupta üretilen mikrokapsüllerin mikrokapsül eldesinde işlem süresi daha uzundur. İlk grupta yer alan mikrokapsüller kendi aralarında, ikinci grupta yer alan mikrokapsüller kendi aralarında değerlendirildiğinde, mikrokapsül eldesinde, koerservasyon tekniği parametrelerinin sabit tutulması, mikrokapsüllerin partikül boyut dağılımlarının birbirlerine benzer oluşunu açıklamaktadır.



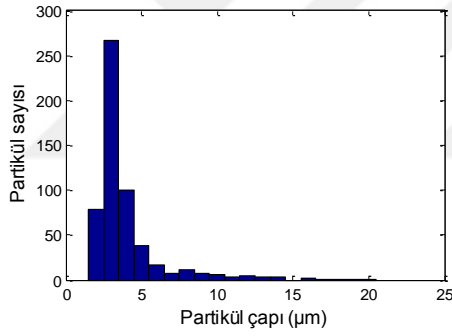
Şekil 4.15. İkinci grupta yer alan mikrokapsüllerin partikül boyutu dağılımı

Şekil 4.15 ikinci grupta yer alan mikrokapsüllerin partikül boyutu dağılımını göstermektedir. Mikrokapsüllerin ortalama partikül boyutu değeri 1:3 Defne: Arap zankı için $3.248 \pm 0.4351 \mu\text{m}$, 1:9 Defne: Arap zankı için $3.1921 \pm 0.3257 \mu\text{m}$, 1:3 Rezene: Arap zankı için $3.4417 \pm 0.362 \mu\text{m}$, 1:9 Rezene: Arap zankı için $3.342 \pm 0.4712 \mu\text{m}$, 1:3 Lavanta+Defne+Rezene: Arap zankı için $4.5213 \pm 0.3467 \mu\text{m}$ ve 1:9 Lavanta+Rezene+Defne: Arap zankı için $2.3135 \pm 0.432 \mu\text{m}$ değerindedir. Kullanılan etken madde miktarı artışı mikrokapsüllerin çaplarının artmasına neden olmuştur. Diğer bir ifade ile 1:3 çekirdek:çeper madde oranına göre hazırlanan mikrokapsüllerin 1:9 çekirdek:çeper madde oranına göre hazırlanan mikrokapsüllere göre partikül boyutları daha büyüktür. Etken madde artışı ile koeservasyon esnasında daha büyük agregatların oluştuğu düşünülmektedir. Sonuç olarak etken madde miktarı artışı ile mikrokapsüllerin çapları artmıştır. Mikrokapsül eldesinde kullanılan etken ve çeper madde miktarı mikrokapsüllerin çapını etkilemektedir (Karim ve ark. 2017).

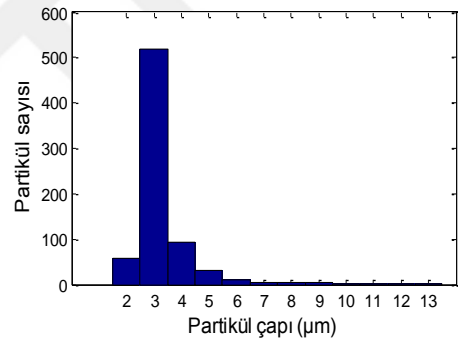
Mikrokapsül boyutunu etkileyen bir diğer parametre de kullanılan çeper malzemenin miktarıdır. Bu çalışmada çeper malzeme olarak arap zankı kullanılmış ve iki farklı oranda su ile çözülmüştür. Birinci grupta yer alan mikrokapsüller ikinci grupta yer alan mikrokapsüller ile kıyaslandığında, ikinci grupta yer alan mikrokapsüllerin elde

edilmesinde arap zankı daha düşük oranda su kullanılarak çözülmüştür. Buradan da anlaşılacağı üzere arap zankı miktarı artmıştır. Arap zankı miktarı arttıkça arap zankı-su çözeltisinin viskozitesi artmıştır. Çeper malzemenin vizkosite artışı kapsül çapının küçülmesine neden olmaktadır (Meng ve ark. 2017). Ayrıca çeper madde miktarı artışı ile etken madde agregatlarının etrafını saracak yeterli miktrada çeper madde var olmakta, etken madde daha küçük agregatlar oluşturmaktadır.

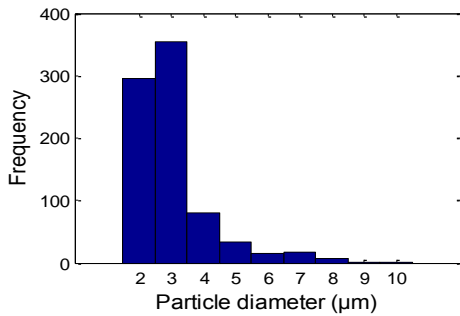
Birinci grupta yer alan mikrokapsüller ile ikinci grupta yer alan mikrokapsüllerin üretiminde karıştırma süreleri de farklılık göstermektedir. Koeservasyon tekniğinde kapsül çapını etkileyen bir diğer parametre ise karıştırma süresidir yani işlem süresidir. İşlem süresi artışı mikrokapsüllerin çaplarının azalmasına neden olmaktadır (Meng ve ark. 2017). Bu çalışmada, mikrokapsüllerin partikül boyutunu küçültmek için ikinci grupta yer alan mikrokapsüllerin üretiminde çeper madde miktarı ve karıştırma süresi artırılmıştır.



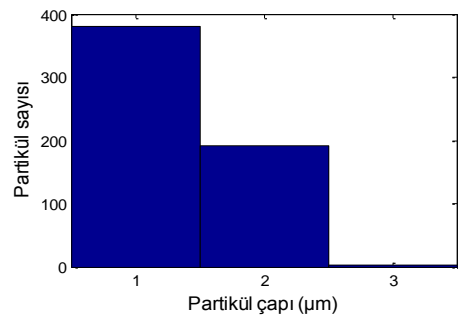
1:3 Lavanta:Arap zankı



1:9 Lavanta:Arap zankı



1:15 Lavanta:Arap zankı



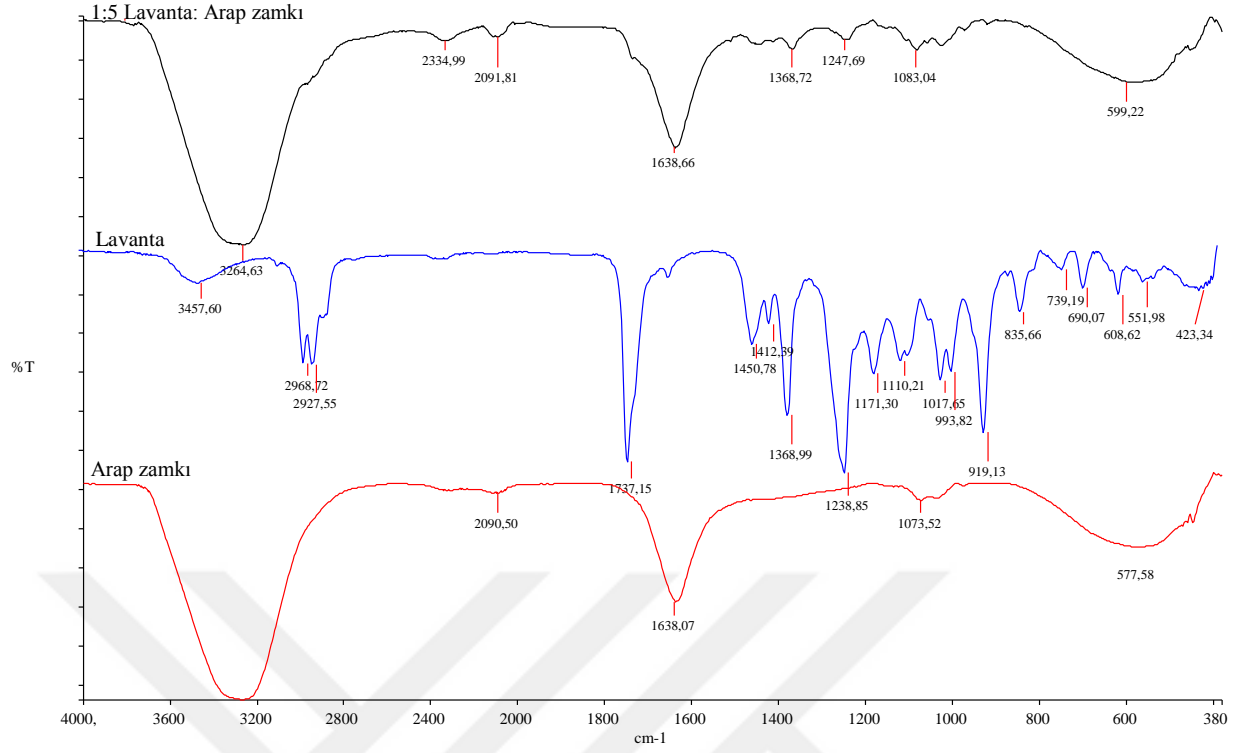
1:21 Lavanta:Arap zankı

Şekil 4.16. Lavanta yağının farklı konsantrasyonlarda hazırlanması ile elde edilen mikrokapsüllerin partikül boyutu dağılımı

Şekil 4.16 lavanta yağının farklı oranlarda arap zımkı ile mikrokapsülleme sonucu oluşan mikrokapsüllerin partikül boyutu dağılımlarını göstermektedir. Lavanta yağının farklı konsantaryonları ile elde edilen mikrokapsüllerin ortalama değeri 1:3 Lavanta: Arap zımkı için 4.2536 ± 0.2432 μm , 1:9 Lavanta: Arap zımkı için 3.3284 ± 1.1821 μm , 1:15 Lavanta: Arap zımkı için 1.4176 ± 0.6284 μm ve 1:21 Lavanta: Arap zımkı için 1.3409 ± 0.4817 μm değeriindedir. Partikül boyutu dağılımı analiz sonuçlarına göre lavanta yağının miktarının azalışı mikrokapsüllerin boyutlarının azalmasına neden olmuştur. Etken madde artışı ile koerservasyon esnasında etken maddenin daha büyük agregatlar oluşturduğu düşünölmektedir. Sonuç olarak etken madde miktarı artışı ile mikrokapsüllerin çapları artmıştır. Mikrokapsül eldesinde kullanılan etken ve çeper madde miktarı mikrokapsüllerin çapını etkilemektedir (Karim ve ark., 2017).

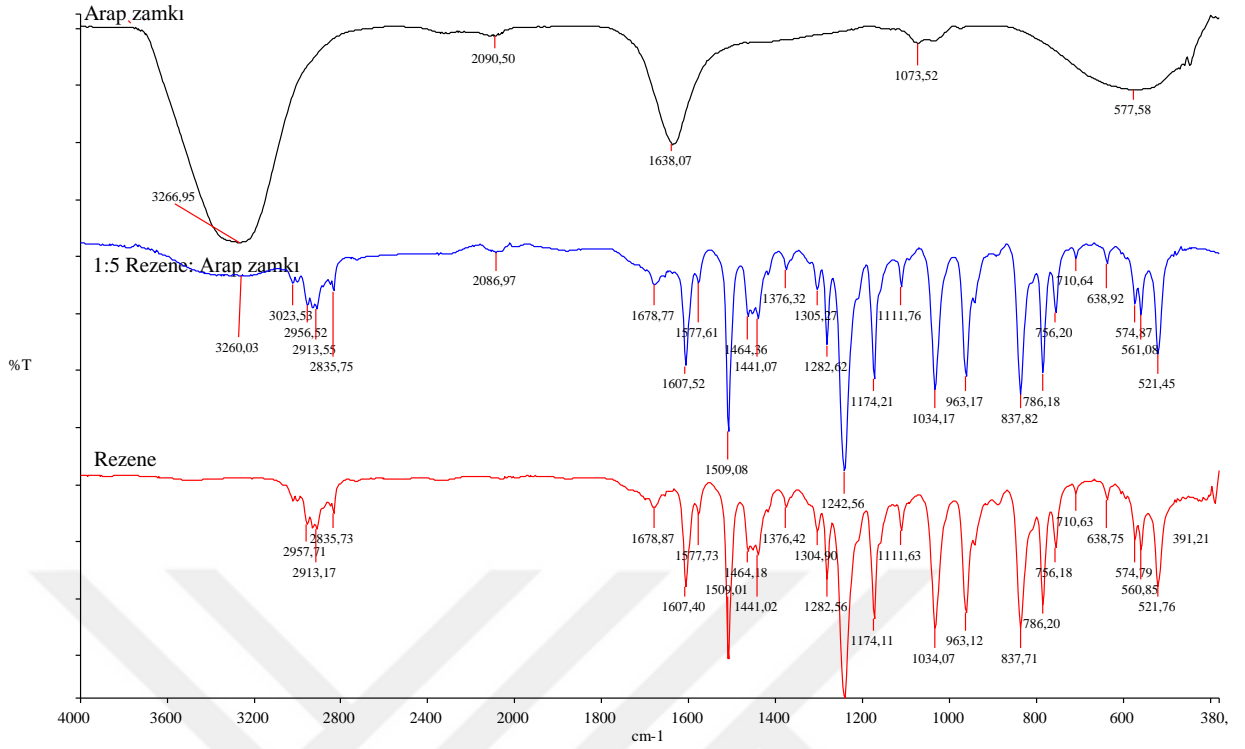
4.5. Mikrokapsüllerin Fourier Dönüşümlü İnfrared Spektrometre Analizleri

Çalışma kapsamında elde edilen mikrokapsüllerde mikrokapsül oluşumu sırasında meydana gelen bağların ve mikrokapsüllerin oluştuğunu analiz etmek amacıyla mikrokapsül solüsyonlarına, etken ve çeper maddelere FTIR analizi yapılmıştır. İlk grupta yer alan mikrokapsüllerden 1:5 etken/ çeper madde oranında hazırlanan mikrokapsül solüsyonları FTIR ile analiz edilmiştir. Mikrokapsül solüsyonları, etken ve çeper maddelerin FTIR analizi sonuçları Şekil 4.17-Şekil 4. 27 arasında yer almaktadır.



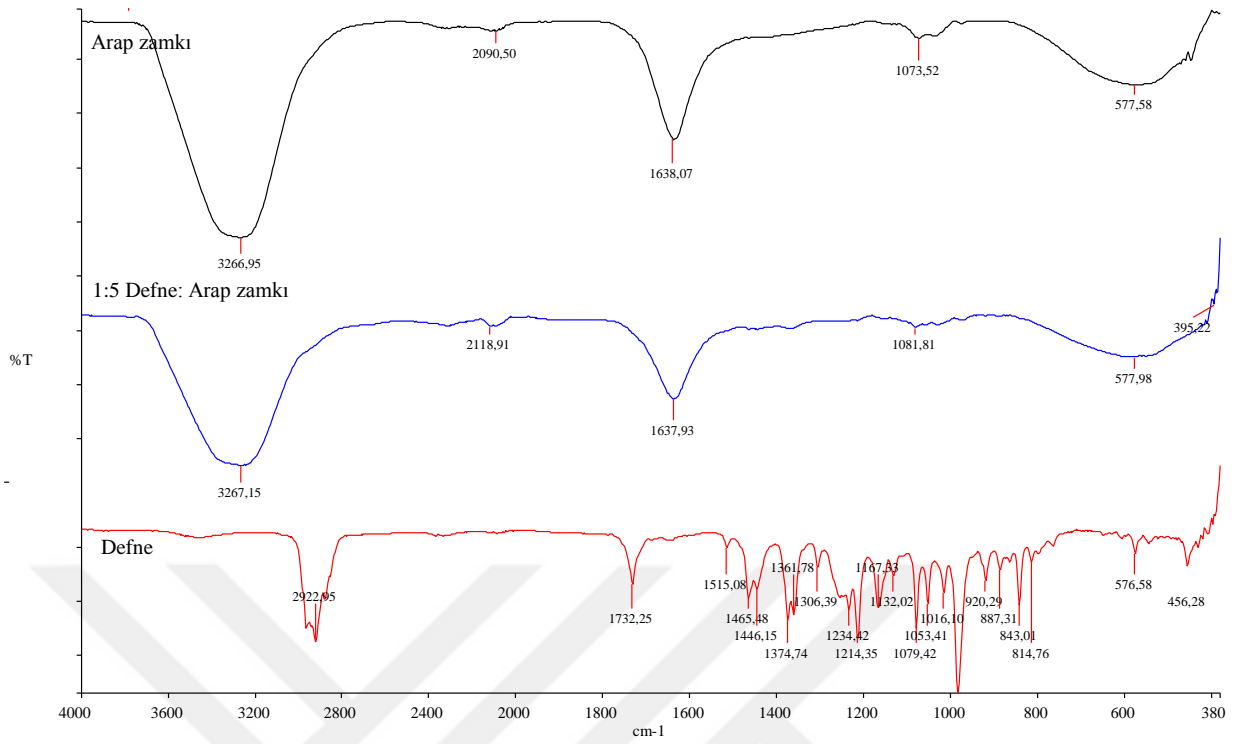
Şekil 4.17. Lavanta yağı, arap zamkı çözeltisi ve 1:5 Lavanta: Arap zamkı mikrokapsüllerin FTIR analizi

FTIR sonuçlarına göre 3300-3500 cm⁻¹ amin grupları, 2500-3300 cm⁻¹ alkan grupları, 2800-3000 cm⁻¹ karboksilik asit grupları, 1680-1740 cm⁻¹ aldehit grupları ve 1180-1360 cm⁻¹ amin grupları bantlarının karakteristik gerilme titreşimlerini göstermektedir. FTIR analizi sonucunda arap zamkı çözeltisi ve etken maddelerin bağ enerjilerinde kaymalar tespit edilmiş, etken maddelerin arap zamkı çeper madde ile kapsülendiği sonucuna varılmıştır.



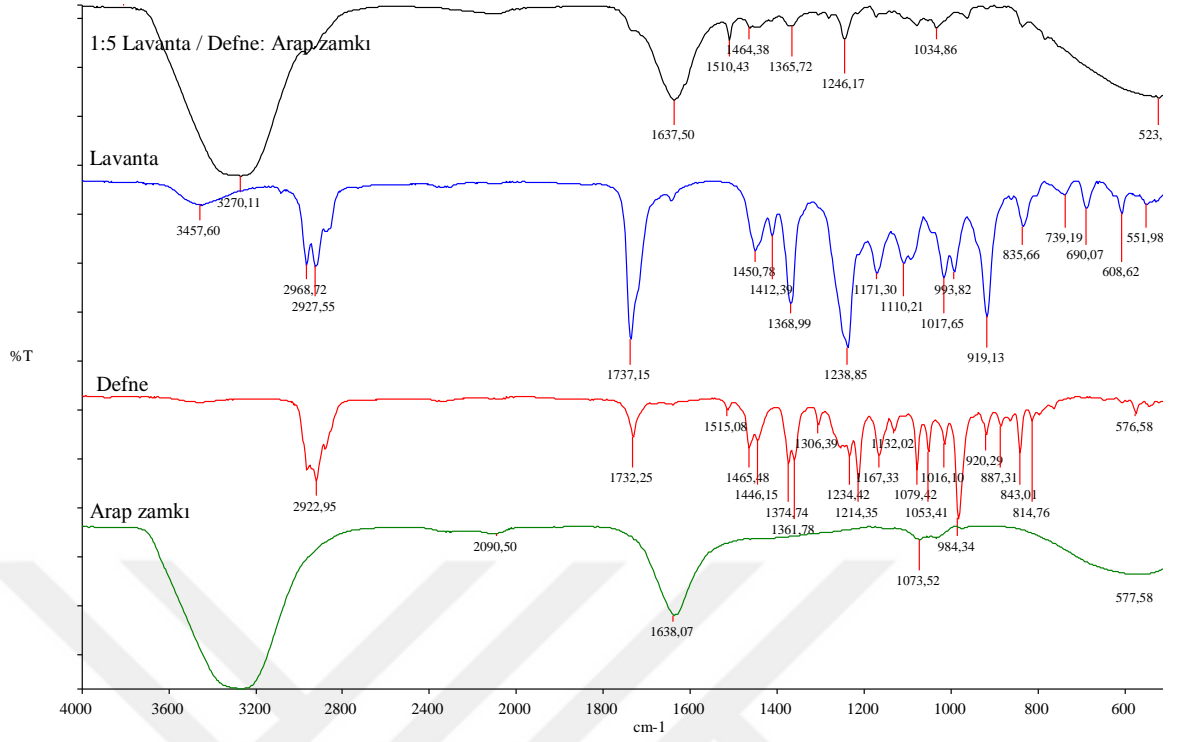
Şekil 4.18. Rezene yağı, arap zamkı çözeltisi ve 1:5 Rezene: Arap zamkı mikrokapsüllerin FTIR analizi

Sonuçlara göre $3300-3500\text{ cm}^{-1}$ amin grupları, $2500-3300\text{ cm}^{-1}$ alkan grupları, $2800-3000\text{ cm}^{-1}$ karboksilik asit grupları, $1680-1740\text{ cm}^{-1}$ aldehit grupları ve $1180-1360\text{ cm}^{-1}$ amin grupları bantlarının karakteristik gerilme titreşimlerini göstermektedir. FTIR analizi sonucunda arap zamkı çözeltisi ve etken maddelerin bağ enerjilerinde kaymalar tespit edilmiş, etken maddelerin arap zamkı çeper madde ile kapsüllendiği sonucuna varılmıştır.



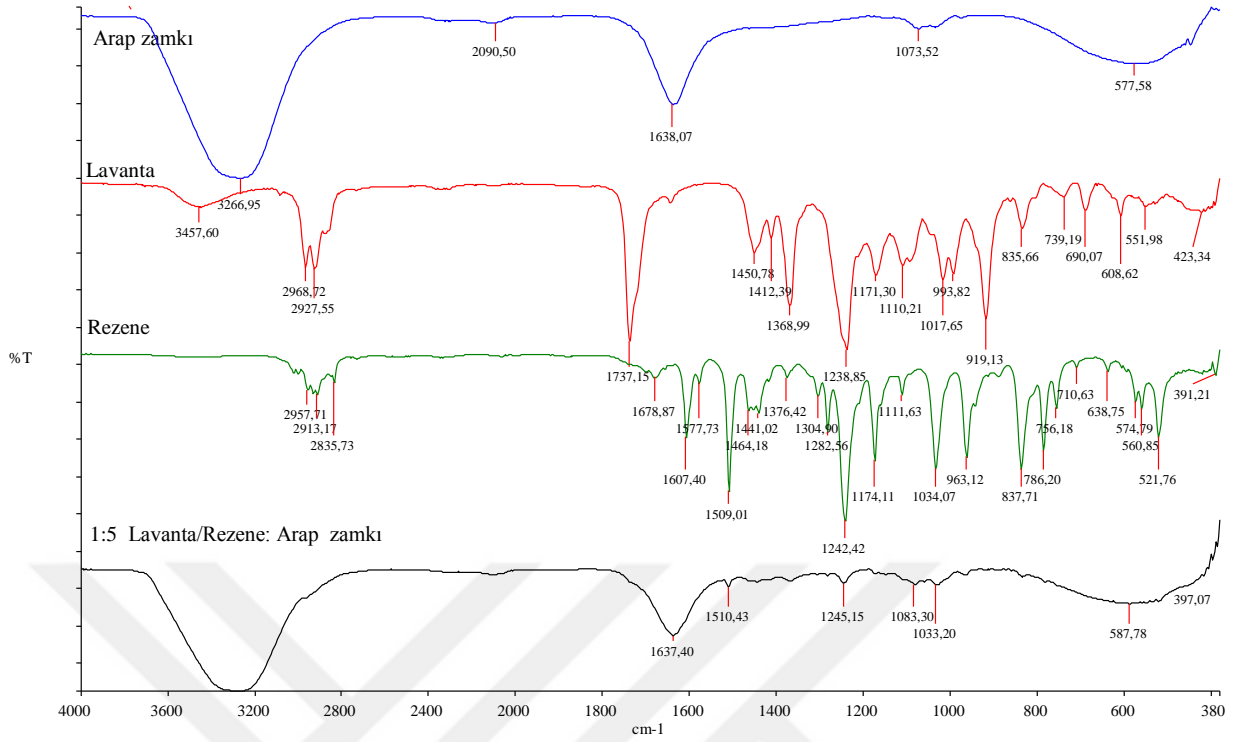
Şekil 4.19. Defne yağı, arap zamkı çözeltisi ve 1:5 Defne: Arap zamkı mikrokapsüllerin FTIR analizi

FTIR sonuçlarına göre 3300-3500 cm⁻¹ amin grupları, 2500-3300 cm⁻¹ alkan grupları, 2800-3000 cm⁻¹ karboksilik asit grupları, 1680-1740 cm⁻¹ aldehit grupları ve 1180-1360 cm⁻¹ amin grupları bantlarının karakteristik gerilme titreşimlerini göstermektedir. FTIR analizi sonucunda arap zamkı çözeltisi ve etken maddelerin bağ enerjilerinde kaymalar tespit edilmiş, etken maddelerin arap zamkı çeper madde ile kapsüllendiği sonucuna varılmıştır.



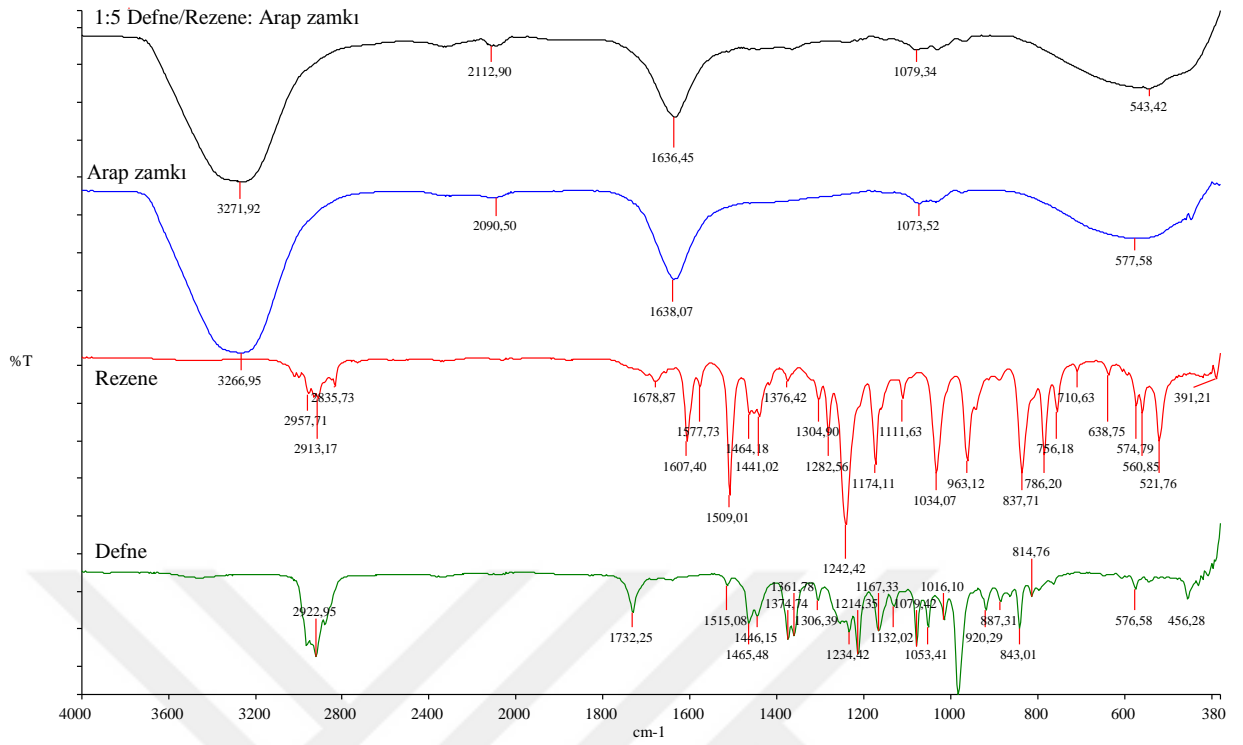
Şekil 4.20. Lavanta yağı, defne yağı, arap zamkı çözeltisi ve 1:5 Lavanta+Defne: Arap zamkı mikrokapsüllerin FTIR analizi

FTIR sonuçlarına göre 3300-3500 cm⁻¹ amin grupları, 2500-3300 cm⁻¹ alkan grupları, 2800-3000 cm⁻¹ karboksilik asit grupları, 1680-1740 cm⁻¹ aldehit grupları ve 1180-1360 cm⁻¹ amin grupları bantlarının karakteristik gerilme titreşimlerini göstermektedir. FTIR analizi sonucunda arap zamkı çözeltisi ve etken maddelerin bağ enerjilerinde kaymalar tespit edilmiş, etken maddelerin arap zamkı çeper madde ile kapsüllendiği sonucuna varılmıştır.



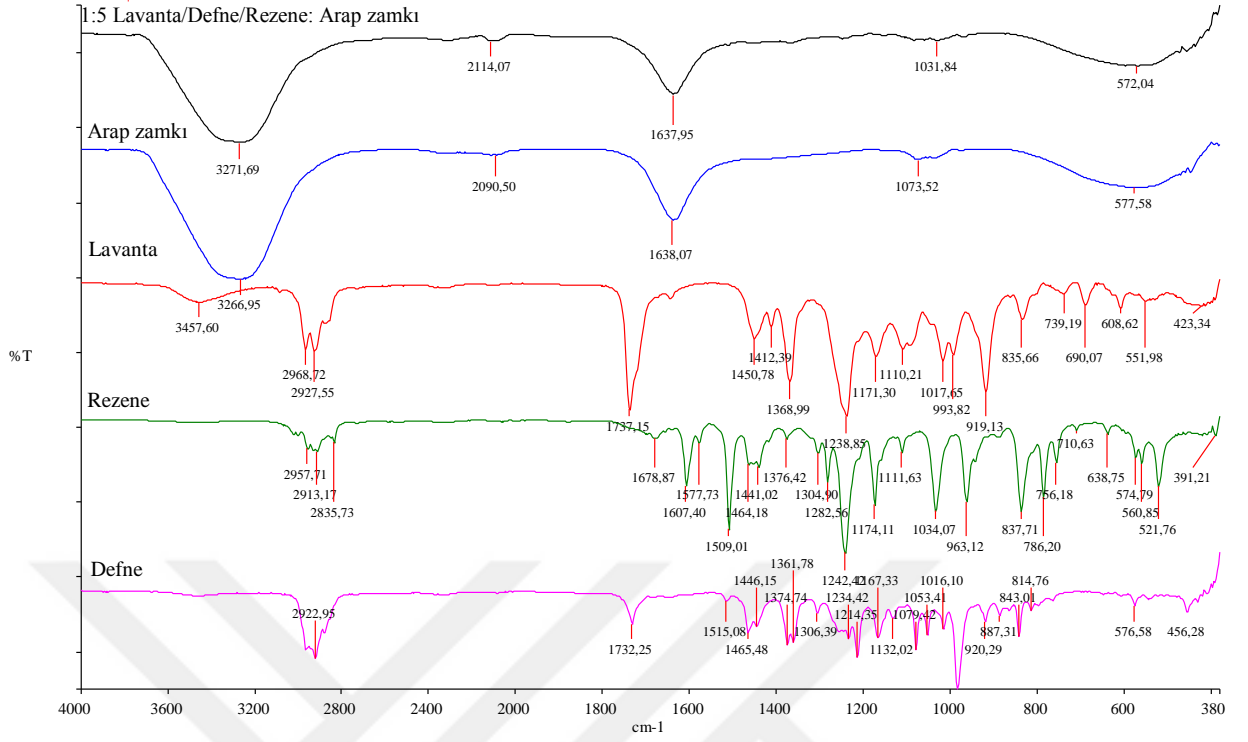
Şekil 4.21. Lavanta yağı, rezene yağı, arap zankı çözeltisi ve 1:5 Lavanta+Rezene:Arap zankı mikrokapsüllerin FTIR analizi

FTIR sonuçlarına göre $3300-3500\text{ cm}^{-1}$ amin grupları, $2500-3300\text{ cm}^{-1}$ alkan grupları, $2800-3000\text{ cm}^{-1}$ karboksilik asit grupları, $1680-1740\text{ cm}^{-1}$ aldehit grupları ve $1180-1360\text{ cm}^{-1}$ amin grupları bantlarının karakteristik gerilme titreşimlerini göstermektedir. FTIR analizi sonucunda arap zankı çözeltisi ve etken maddelerin bağ enerjilerinde kaymalar tespit edilmiş, etken maddelerin arap zankı çeper madde ile kapsüllendiği sonucuna varılmıştır.



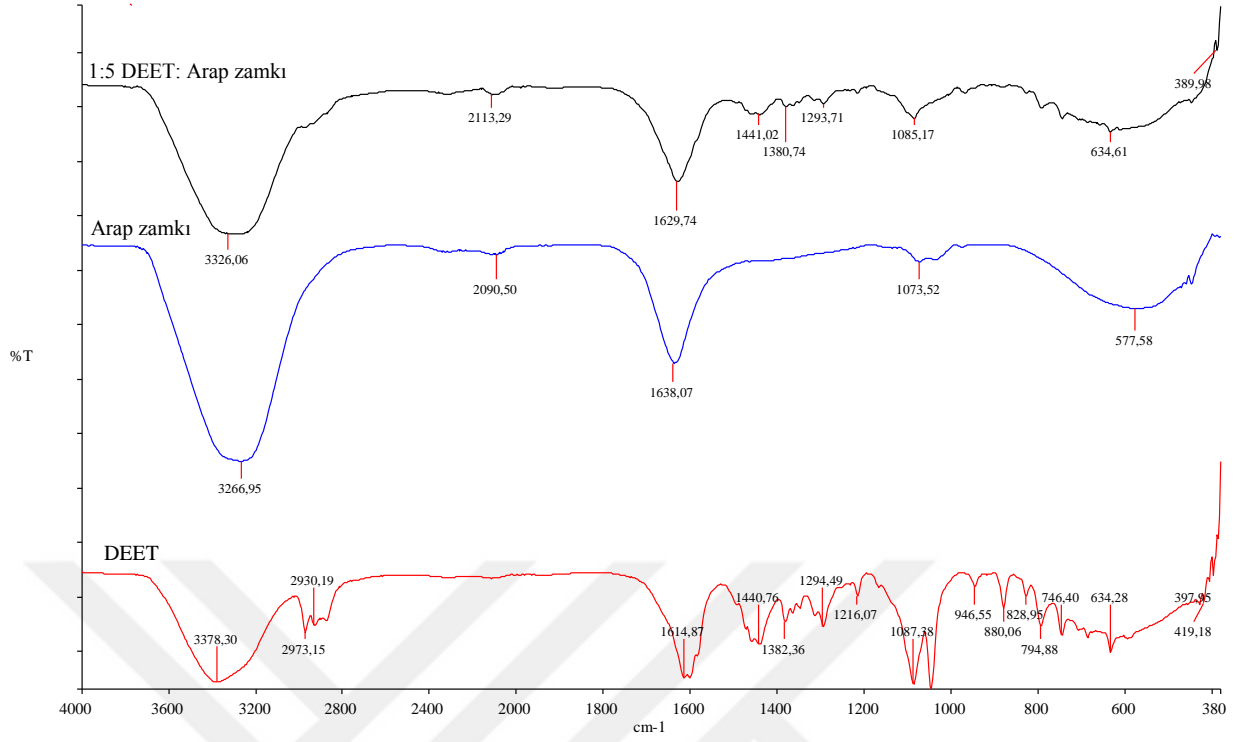
Şekil 4.22. Defne yağı, rezene yağı, arap zamkı çözeltisi ve 1:5 Defne+Rezene:Arap zamkı mikrokapsüllerin FTIR analizi

Defne yağı, rezene yağı, arap zamkı çözeltisi ve bu yağlardan elde edilen mikrokapsüllerin FTIR sonuçlarına göre 3300-3500 cm⁻¹ amin grupları, 2500-3300 cm⁻¹ alkan grupları, 2800-3000 cm⁻¹ karboksilik asit grupları, 1680-1740 cm⁻¹ aldehit grupları ve 1180-1360 cm⁻¹ amin grupları bantlarının karakteristik gerilme titreşimlerini göstermektedir. FTIR analizi sonucunda arap zamkı çözeltisi ve etken maddelerin bağ enerjilerinde kaymalar tespit edilmiş, etken maddelerin arap zamkı çeper madde ile kapsüllendiği sonucuna varılmıştır.



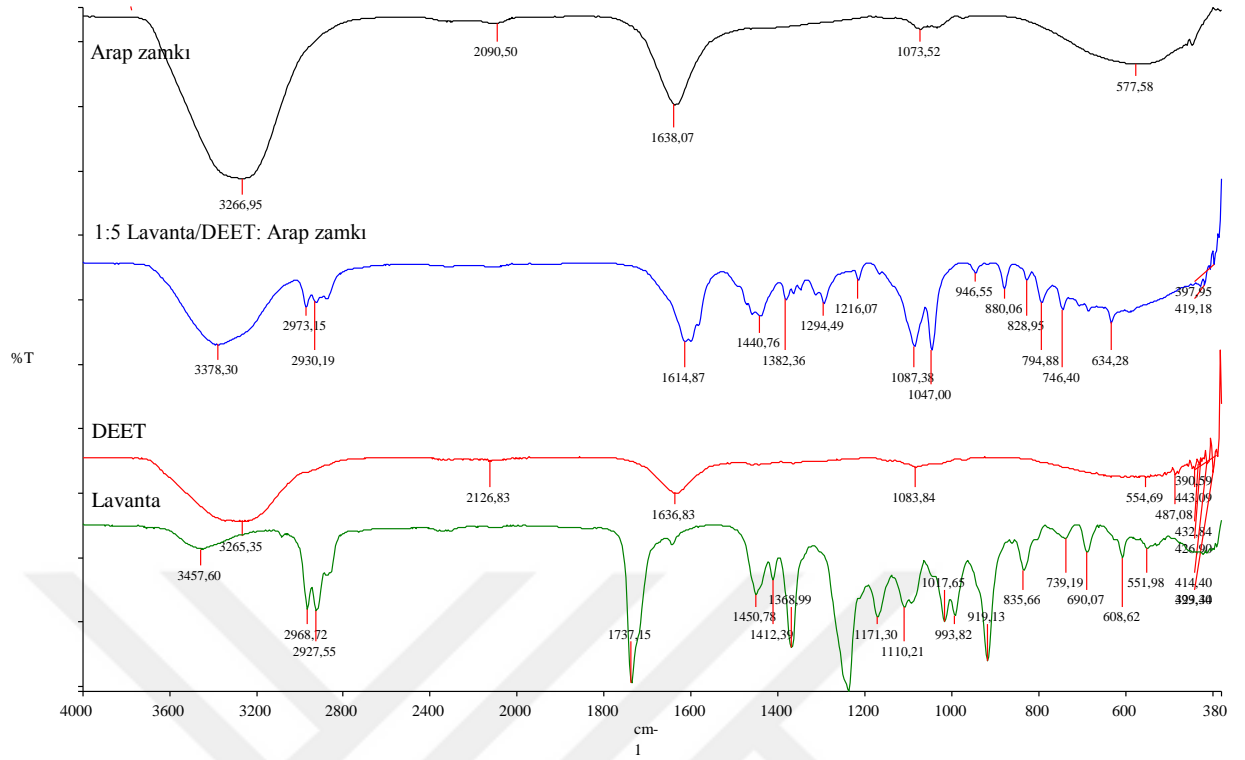
Şekil 4.23. Lavanta yağı, defne yağı, rezene yağı, arap zamkı çözeltisi ve 1:5 Lavanta+Defne+Rezene:Arap zamkı mikrokapsüllerin FTIR analizi

FTIR sonuçlarına göre 3300-3500 cm^{-1} amin grupları, 2500-3300 cm^{-1} alkan grupları, 2800-3000 cm^{-1} karboksilik asit grupları, 1680-1740 cm^{-1} aldehit grupları ve 1180-1360 cm^{-1} amin grupları bantlarının karakteristik gerilme titreşimlerini göstermektedir. FTIR analizi sonucunda arap zamkı çözeltisi ve etken maddelerin bağ enerjilerinde kaymalar tespit edilmiş, etken maddelerin arap zamkı çeper madde ile kapsüllendiği sonucuna varılmıştır.



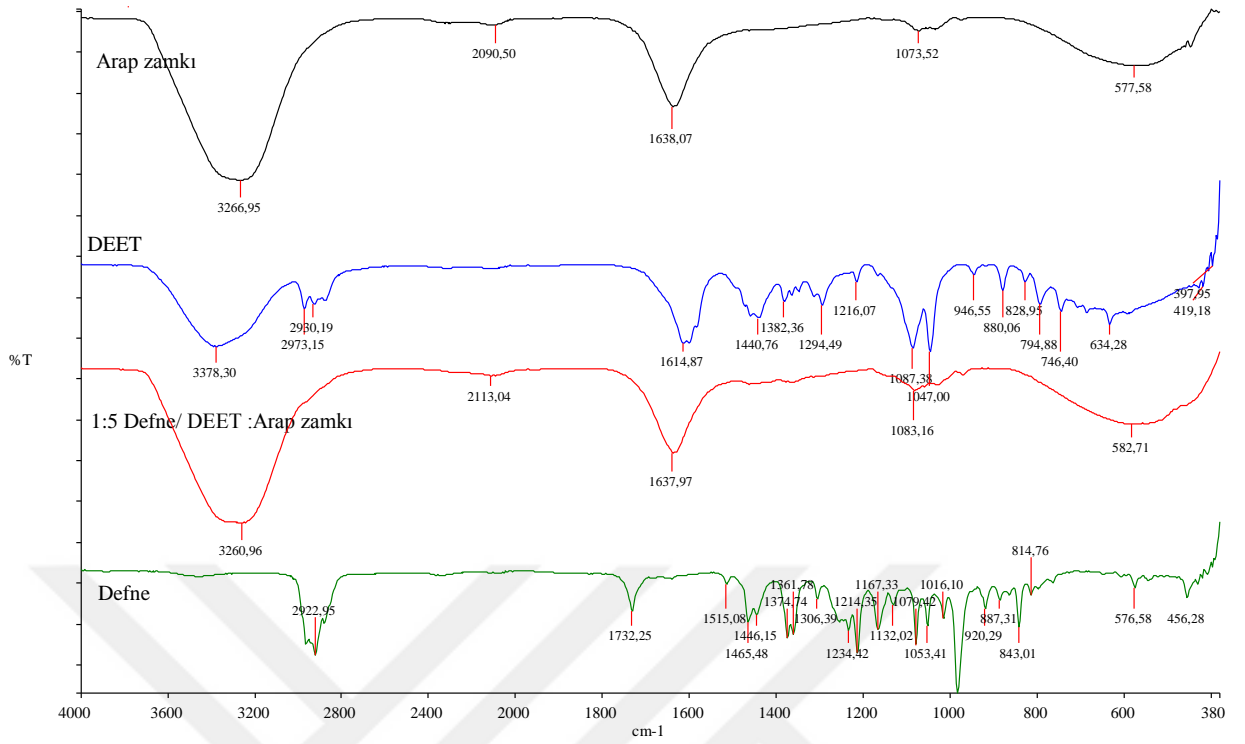
Şekil 4.24. DEET, arap zamkı çözeltisi ve 1:5 DEET:Arap zamkı mikrokapsüllerin FTIR analizi

FTIR sonuçlarına göre 3300-3500 cm⁻¹ amin grupları, 2500-3300 cm⁻¹ alkan grupları, 2800-3000 cm⁻¹ karboksilik asit grupları, 1680-1740 cm⁻¹ aldehit grupları ve 1180-1360 cm⁻¹ amin grupları bantlarının karakteristik gerilme titreşimlerini göstermektedir. FTIR analizi sonucunda arap zamkı çözeltisi ve etken maddelerin bağ enerjilerinde kaymalar tespit edilmiş, etken maddelerin arap zamkı çeper madde ile kapsüllendiği sonucuna varılmıştır.



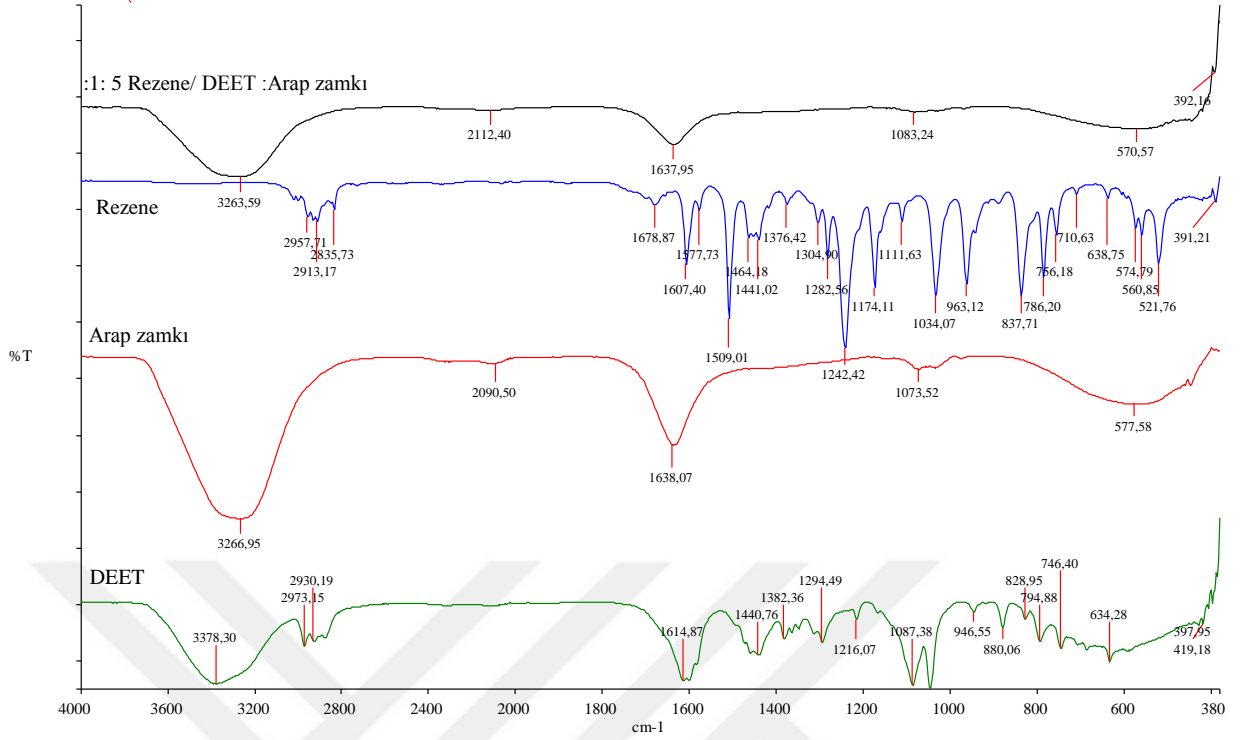
Şekil 4.25. Lavanta yağı, DEET, arap zamkı çözeltisi ve 1:5 Lavanta / DEET: Arap zamkı mikrokapsüllerin FTIR analizi

FTIR sonuçlarına göre 3300-3500 cm⁻¹ amin grupları, 2500-3300 cm⁻¹ alkan grupları, 2800-3000 cm⁻¹ karboksilik asit grupları, 1680-1740 cm⁻¹ aldehit grupları ve 1180-1360 cm⁻¹ amin grupları bantlarının karakteristik gerilme titreşimlerini göstermektedir. FTIR analizi sonucunda arap zamkı çözeltisi ve etken maddelerin bağ enerjilerinde kaymalar tespit edilmiş, etken maddelerin arap zamkı çeper madde ile kapsüllendiği sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.26. Defne yağı, DEET, arap zankı çözeltisi ve 1:5 Defne/DEET:Arap zankı mikrokapsüllerin FTIR analizi

Sonuçlara göre $3300-3500\text{ cm}^{-1}$ amin grupları, $2500-3300\text{ cm}^{-1}$ alkan grupları, $2800-3000\text{ cm}^{-1}$ karboksilik asit grupları, $1680-1740\text{ cm}^{-1}$ aldehit grupları ve $1180-1360\text{ cm}^{-1}$ amin grupları bantlarının karakteristik gerilme titreşimlerini göstermektedir. FTIR analizi sonucunda arap zankı çözeltisi ve etken maddelerin bağ enerjilerinde kaymalar tespit edilmiş, etken maddelerin arap zankı çeper madde ile kapsülendiği sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.27. Rezene yağı, DEET, arap zankı çözeltisi ve 1:5 Rezene+DEET:Arap zankı mikrokapsüllerin FTIR analizi

Rezene yağı, DEET, arap zankı çözeltisi ve bu maddelerden oluşan mikrokapsüllerin FTIR sonuçlarına göre 3300-3500 cm^{-1} amin grupları, 2500-3300 cm^{-1} alkan grupları, 2800-3000 cm^{-1} karboksilik asit grupları, 1680-1740 cm^{-1} aldehit grupları ve 1180-1360 cm^{-1} amin grupları bantlarının karakteristik gerilme titreşimlerini göstermektedir. FTIR analizi sonucunda arap zankı çözeltisi ve etken maddelerin bağ enerjilerinde kaymalar tespit edilmiş, etken maddelerin arap zankı çeper madde ile kapsüllendiği sonucuna varılmıştır.

Literatürde, FTIR analizi inter-moleküler etkileşimleri incelemek için oldukça kullanışlı bir tekniktir çünkü spesifik etkileşimler gönderilen ışığın emilim frekansını etkiler. Arap zankının FTIR spektrumlarında 3260-2090 cm^{-1} bandı C-H grubunu, 1640-1690 cm^{-1} C=C bağlarını, 1000-1300 cm^{-1} C-O bağlarını, 785-540 cm^{-1} ise C-Cl bağlarını göstermektedir.

Lavanta yağındaki piklerden 3457.60 cm^{-1} O-H grubunu, 2968.72 ve 2927.55 cm^{-1} C-H grubunu, 1735.15 C=O grubunu, 1450.78, 1412.19 ve 1368.99 cm^{-1} C-H grubunu, 1238.85, 1171.30 ve 1110.21 cm^{-1} C-N grubunu, 1071.65 cm^{-1} C-O grubunu, 993.13,

835.66, 739.19 ve 690.07 cm^{-1} =C-H grubunu, 608.61 cm^{-1} C-Cl grubunu ve 551.98 cm^{-1} C-Br grubunu göstermektedir.

Defne yağının spektrumunda 2922.95 cm^{-1} C-H grubunu, 1732.25 cm^{-1} C=O grubunu, 1515.08 cm^{-1} N-O grubunu, 1446.15, 1465.48, 1374.74 ve 1361.78 cm^{-1} -C-H grubunu, 1306.39, 1234.42, 1214.35, 1167.33, 1132.02, 1079.45, 1053.41 ve 1016.10 cm^{-1} C-F grubunu, 920.29, 887.31, 843.01 ve 814.76 cm^{-1} =C-H grubunu ve 576.58 cm^{-1} C-Br grubunu göstermektedir.

Rezene yağının FTIR spekturumunda 2957.72, 2913.17, ve 2835.73 cm^{-1} O-H grubunu, 1678.87 C=O grubunu, 1577.73 cm^{-1} N-H grubunu, 1607.40 N-H grubunu, 1509.01, 1464.18 ve 1441.02 cm^{-1} C=C grubunu, 1376.42 cm^{-1} N-O grubunu, 1304.90 ve 1242.42 cm^{-1} C-O grubunu, 1174.11, 1111.63 ve 1034.07 cm^{-1} C-O grubunu, 963.12, 837.71, 786.20, 756.18 ve 710.63 cm^{-1} =C-H grubunu, 638.75 cm^{-1} C-Cl grubunu, 574.79, 560.85 ve 521.76 cm^{-1} C-Br grubunu göstermektedir.

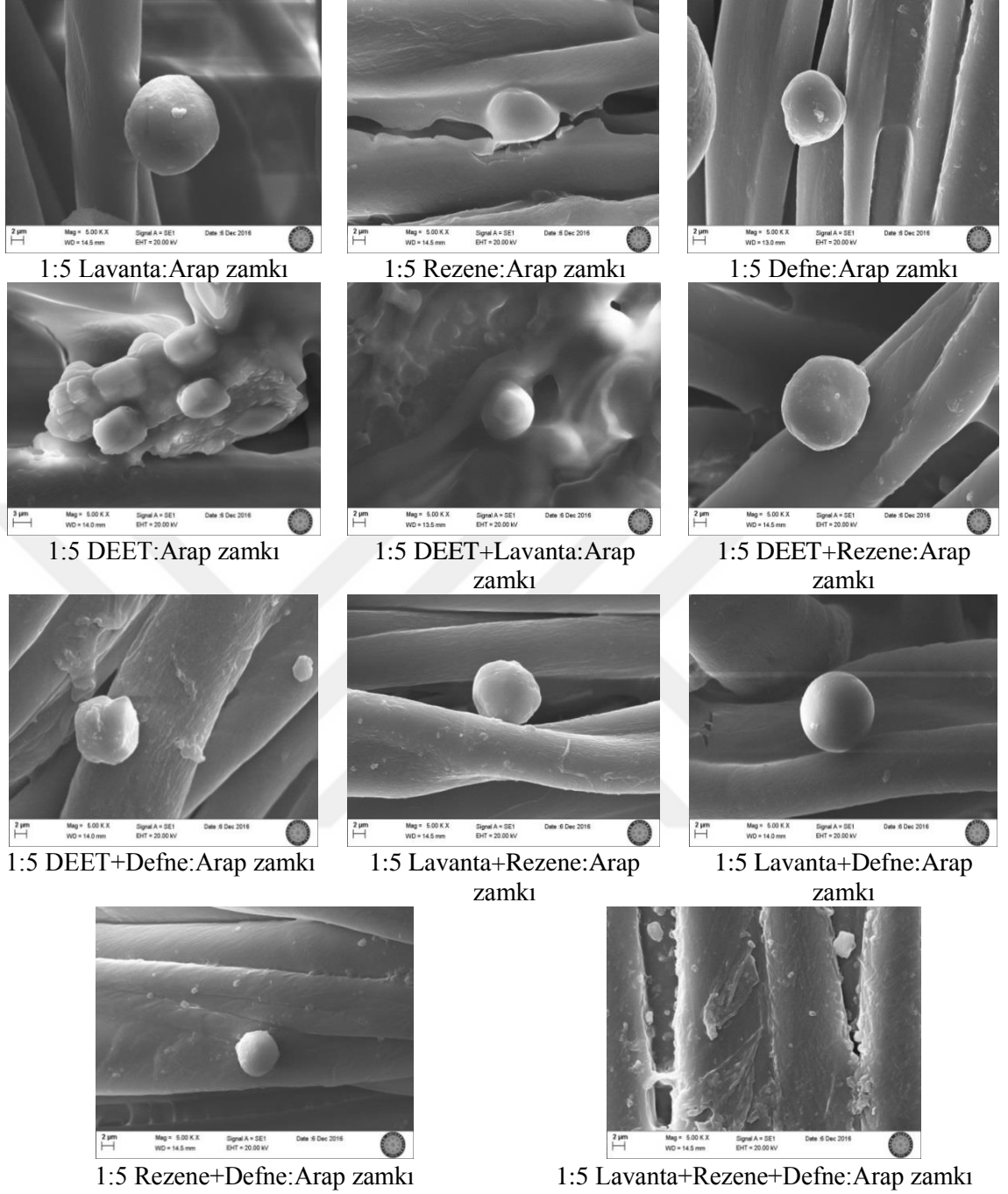
DEET'in FTIR spektrumunda 3378.30 cm^{-1} O-H grubunu, 2973.33 ve 1930.19 cm^{-1} C-H grubunu, 1614.87 cm^{-1} N-H grubunu, 1440.76 ve 1382.36 cm^{-1} -C-H grubunu, 1294.40, 1216.07, 1087.38 cm^{-1} C-O grubunu, 946.55, 880.06, 828.95, 794.88 ve 746.40 cm^{-1} =C-H grubunu ve 634.28 cm^{-1} C-Br grubunu göstermektedir.

Farklı etken maddelerin kapsüllenmesi ile elde edilen mikrokapsüllerin FTIR spektrumları incelendiğinde, mikrokapsüllerin FTIR spektrumları arap zamkının FTIR spektrumu ile benzerlik göstermektedir. Literatürde de arap zamkı çeper malzeme kullanılarak esansiyel yağların koeservasyon yöntemine göre kapsüllenmesi sonucu elde edilen mikrokapsüllerin FTIR spektrumları arap zamkının FTIR spektrumuna benzerlik göstermektedir. Bu duruma mikrokapsül eldesinde kullanılan çeper ve çekirdek maddelerin miktarının neden olduğu düşünülmektedir. FTIR ölçümü yapılan mikrokapsüllerin elde edilmesinde çeper ve çekirdek malzeme 5:1 oranında kullanılmış, yani arap zamkı etken maddeye göre 5 kat fazla kullanılmıştır. FTIR ölçümü alınan bu mikrokapsüllerde arap zamkı miktarca baskındır. Ayrıca, esansiyel yağlarda ve DEET'in karakteristik bantlarından olan aromatik bileşiklere düşük yoğunlukta rastlanmış, bu aromatik bileşiklerin diğer frekanslar tarafından (arap zamkında bulunan baskın grupların frekansı ile) örtüşmüş olabileceği düşünülmektedir.

Bu açıklamalara ek olarak, mikrokapsülleri oluşturan kor ve çeper maddeler arasında moleküler arası etkileşimlerin olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, DEET, lavanta, defne ve rezene yağında bulunun bazı karakteristik bantların azaldığı görülmekte, sonuç olarak kor maddelerin kapsüllendiği düşünülmektedir (Hu ve ark. 2016).

4.6. Mikrokapsüllerin Aktarıldığı Pamuklu Kumaş Numunelerin Taramalı Elektron Mikroskobu Analizleri

İlk grupta yer alan mikrokapsüllerin pamuklu kumaş numunelerine aktarılması sonucu, numunelerde mikrokapsüllerin varlığını tespit etmek amacıyla SEM analizi yapılmıştır. Numunelerin SEM görüntüleri 5000 büyütme ile gerçekleştirilmiştir. Ön denemeler sonucunda mikrokapsül içeren pamuklu kumaş numunelerinden 1:5 oranında etken: çeper madde oranına sahip mikrokapsül uygulanan numunelerin SEM görüntüleri alınmıştır. Numunelerin SEM mikrografikleri Şekil 4.28’de yer almaktadır.

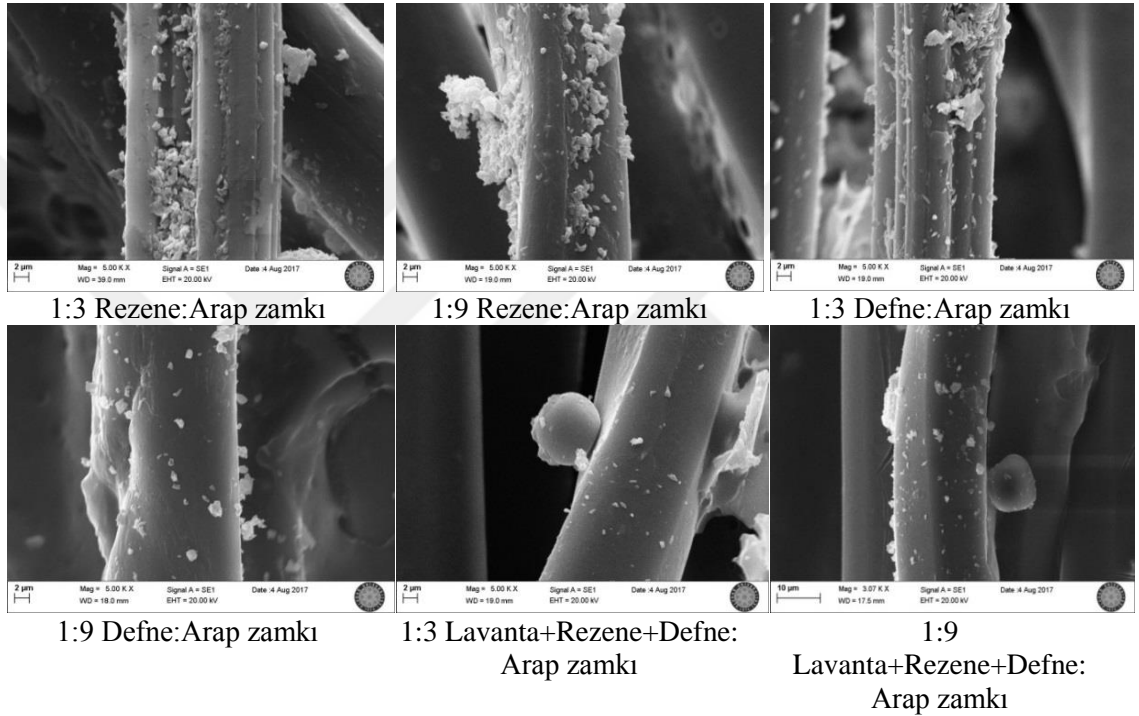


Şekil 4.28. Birinci grupta yer alan kumaş numunelerinin SEM görüntüleri

Birinci grupta yer alan numunelerin SEM görüntüleri, pamuklu kumaş numunelerinde mikrokapsüllerin olduğunu göstermektedir. Mikrokapsüller kumaşlara daldırma yöntemi ile herhangi bir bağlayıcı kullanılmaksızın uygulanmıştır. Uygulamada bağlayıcı kullanılmama nedeni araların bağlayıcı kokusundan etkilenmesini önlemek içindir. Ayrıca daldırma işlemi sonucunda kokuların birbirine karışmasını önlemek için numuneler farklı ortamlarda kendi halinde kurumaya bırakılmıştır. Mikrokapsüller

fiksator ve fikse işlemi uygulanmaksızın pamuklu kumaş numunelerin içine yerleşmiştir. Ayrıca SEM görüntülerinden mikrokapsüllerin küresel formda ve yüzeylerinin pürüzsüz olduğu görülmektedir.

İkinci grupta yer alan mikrokapsüllerin pamuk/PET kumaş numunelerine aktarılması sonucu, numunelerde mikrokapsüllerin varlığını tespit etmek amacıyla SEM analizi yapılmıştır. Numunelerin SEM görüntüleri 5000 büyütme ile gerçekleştirilmiştir. Numunelerin SEM mikrografikleri Şekil 4.29'da yer almaktadır.

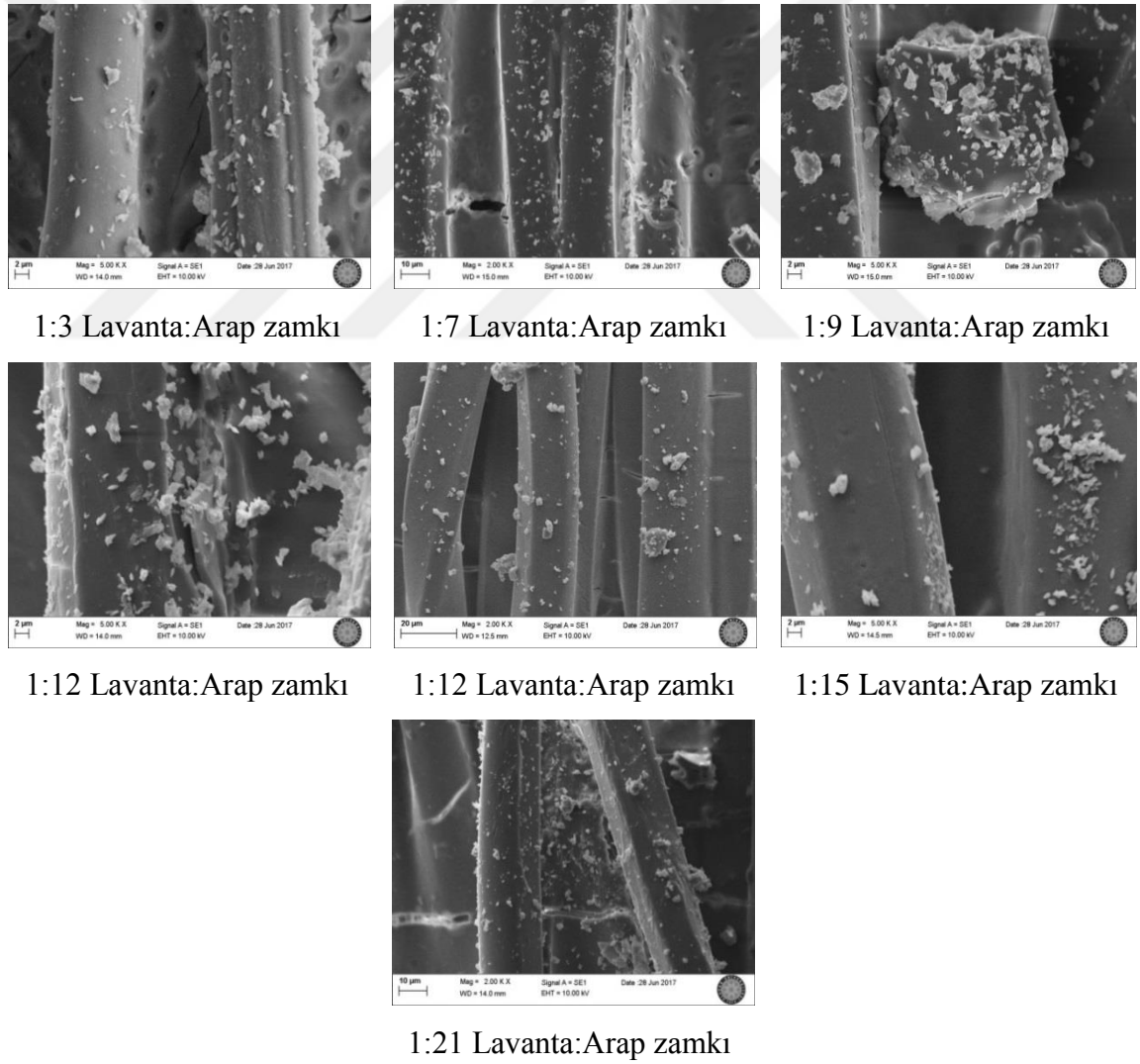


Şekil 4.29. İkinci grupta yer alan kumaş numunelerinin SEM görüntüleri

İkinci grupta yer alan numunelerin SEM görüntüleri, pamuk/polyester kumaş numunelerine mikrokapsüllerin başarılı bir şekilde aktarıldığını göstermektedir. Mikrokapsüller kumaşlara daldırma yöntemi ile herhangi bir bağlayıcı kullanılmaksızın uygulanmıştır. Ayrıca daldırma işlemi sonucunda kokuların birbirine karışmasını önlemek için numuneler farklı ortamlarda kendi halinde kurumaya bırakılmıştır. Mikrokapsüller fiksatör ve fikse işlemi uygulanmaksızın pamuklu kumaş numunelerin içine yerleşmiştir. İkinci grupta yer alan mikrokapsüllerin SEM analizi sonucunda dairesel bir yapıya sahip oldukları görülmektedir.

Ayrıca SEM analizi sonucunda birinci grupta yer alan mikrokapsüllerin daha büyük olduğu görülmektedir. Birinci grupta yer alan mikrokapsüllerin elde edilmesinde daha düşük konsantrasyonda arap zamkı kullanılmıştır. Arap zamkı konsantrasyonunun artışı ile esansiyel yağların mikrokapsül eldesinde oluşturduğu küçük agregatların etrafını saracak yeterli miktarda madde miktarının olmasına neden olmuş, esansiyel yağ agregatlarının toplam yüzey alanı artışı ile bu alanların etrafını saracak madde miktarı artmış ve daha küçük boyutlarda mikrokapsüller meydana gelmiştir.

Lavanta yağının farklı konsantrasyonlarda kullanılması ile elde edilen mikrokapsüllerin 3/1 dimi kumaşa aktarılması sonucu elde edilen numunelerin SEM görüntüleri Şekil 4.30'da yer almaktadır.



Şekil 4.30. Farklı konsantrasyonlarda lavanta yağı ile elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin SEM görüntüleri

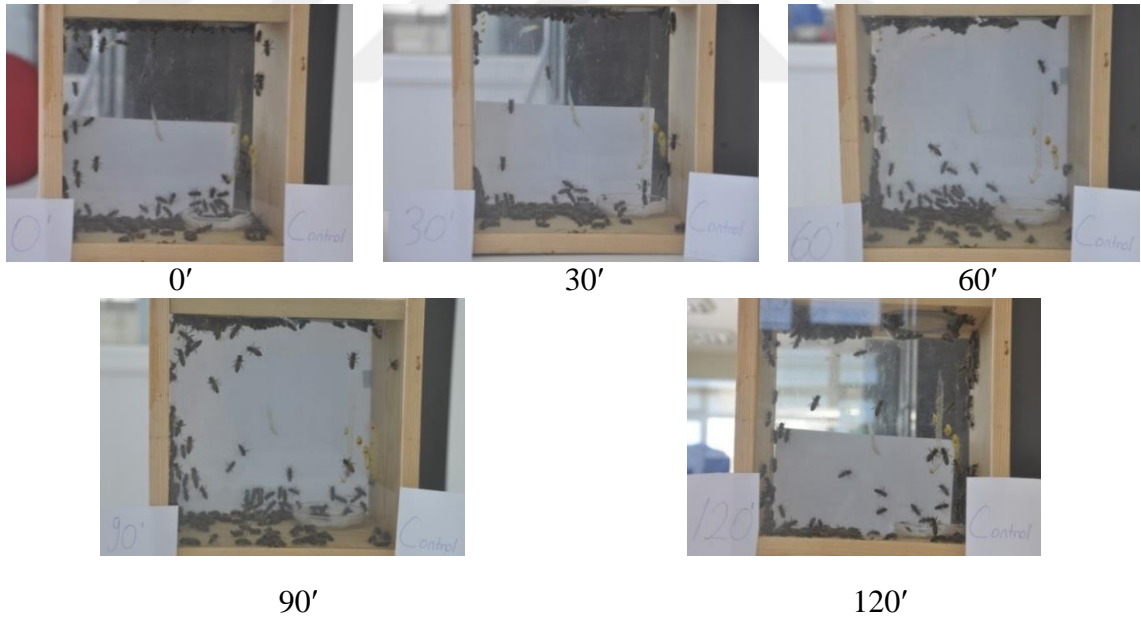
Lavanta yağı, arap zankı çözeltisinin birbirlerine göre farklı oranlarda kullanılması ile elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerde mikrokapsüllerin kumaşa başarılı bir şekilde aktarıldığı SEM görüntülerinden görülmektedir. Ayrıca SEM görüntülerinden çekirdek madde olan lavanta yağının mikrokapsül hazırlığında miktarının azalması ile mikrokapsüllerin boyutlarının azaldığı görülmektedir. Mikrokapsül eldesinde, lavanta yağı miktarının azalması ile moleküler zincirlerin daha küçük agregatlar oluşturduğu düşünülmekte, arap zankı miktarı artışı ile de bu küçük agregatların etrafını saracak yeterli miktarda çeper maddenin olduğu düşünülmektedir.

4.7. Numunelerin Arı Kovuculuk Özellikleri

4.7.1. İlk grupta yer alan mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin arı kovuculuk ölçümleri

4.7.1.1. Kontrol numunesinin arı kovuculuk ölçümleri

Şekil 4.31 kontrol numunesinin arı kovuculuk özelliğinin analiz edildiği ölçüm kabini göstermektedir.



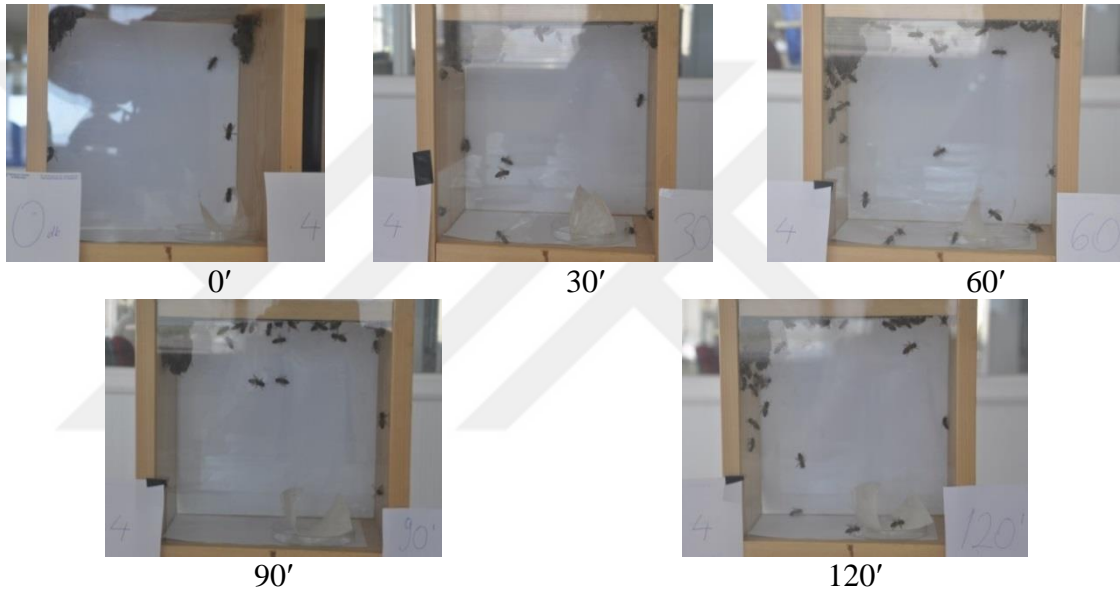
Şekil 4.31. Kontrol numunesinin ölçüm sonuçları

Çalışmada kontrol numunesi olarak %100 pamuklu kumaş herhangi bir işlemi tabi tutulmaksızın kullanılmıştır. Kontrol numunesi petri kabına konularak içerisinde yaklaşık olarak 100 adet arı bulunan ölçüm kabininin sağ köşesine yerleştirilmiş ve 2 saat süresince arıların kabindeki konumları gözlenmiştir. Arıların kabinlerdeki konumu

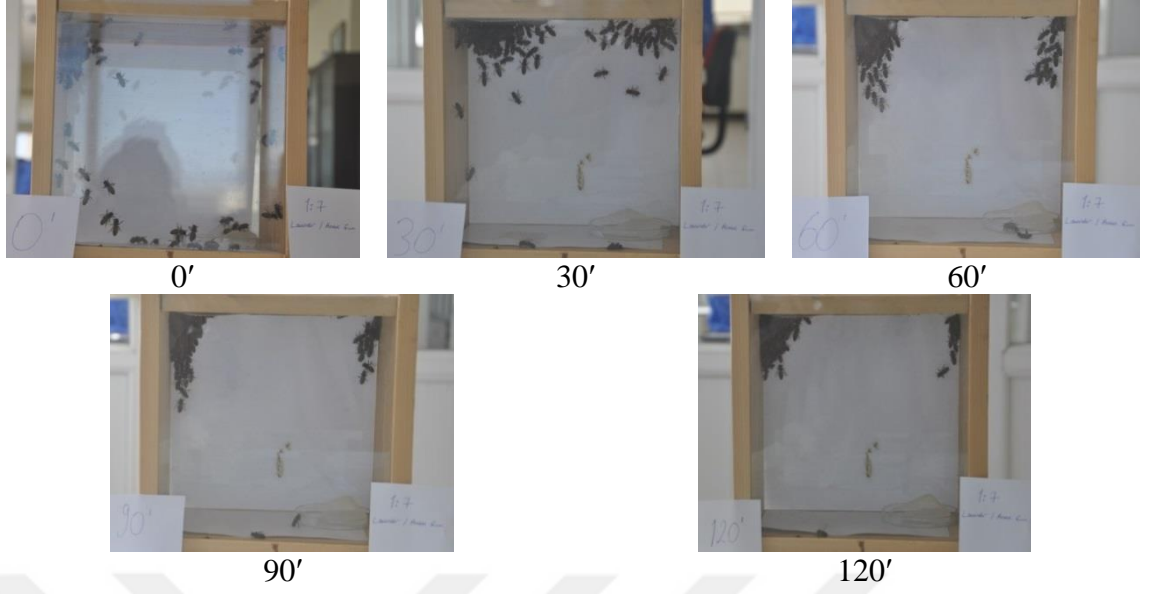
her 10 dakikada bir 1 dakika süreyle kayıt altına alınmış aynı zamanda kabinlerin görüntüleri alınmıştır. Ölçüm sonuçlarına göre arılar kontrol numunesine rahatlıkla yaklaşmakta, numuneden kaçmamaktadır. Standart numunede arıları irite eden herhangi bir kokunun bulunmadığı gözlemlenmiştir.

4.7.1.2. Lavanta yağı ve arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin applike edildiği numunelerin arı kovuculuk ölçümleri

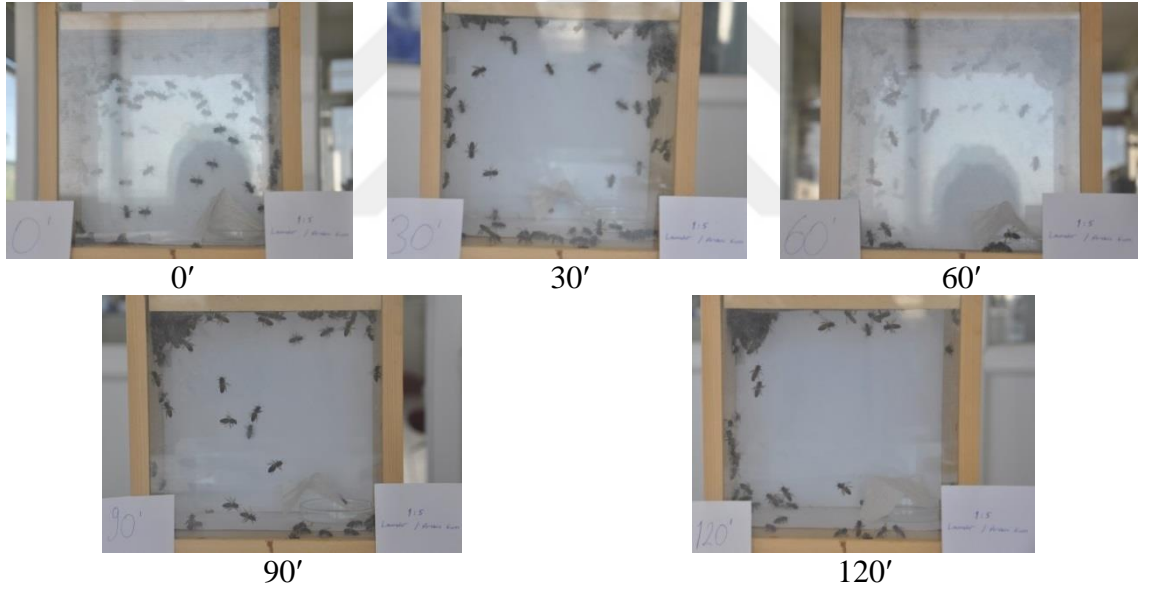
Şekil 4.32, Şekil 4.33, Şekil 4.34 ve Şekil 4.35 lavanta yağı ve arap zamkının farklı oranlarda kullanılarak hazırlanan mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin arı kovuculuk özelliklerini göstermektedir.



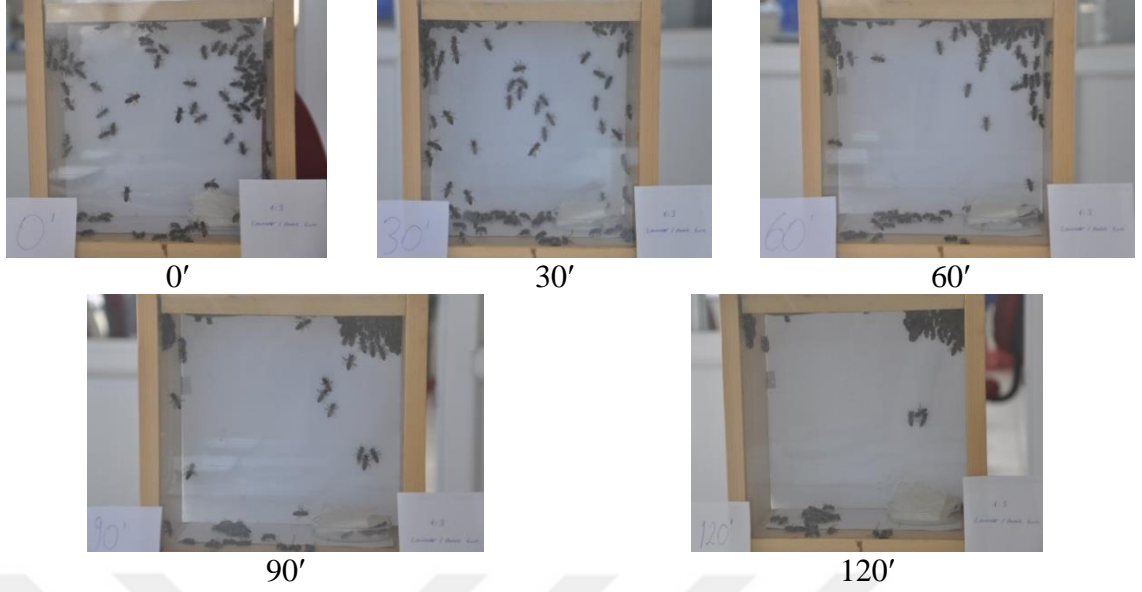
Şekil 4.32. 1:9 Lavanta: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları



Şekil 4.33. 1:7 Lavanta: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları



Şekil 4.34. 1:5 Lavanta: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları



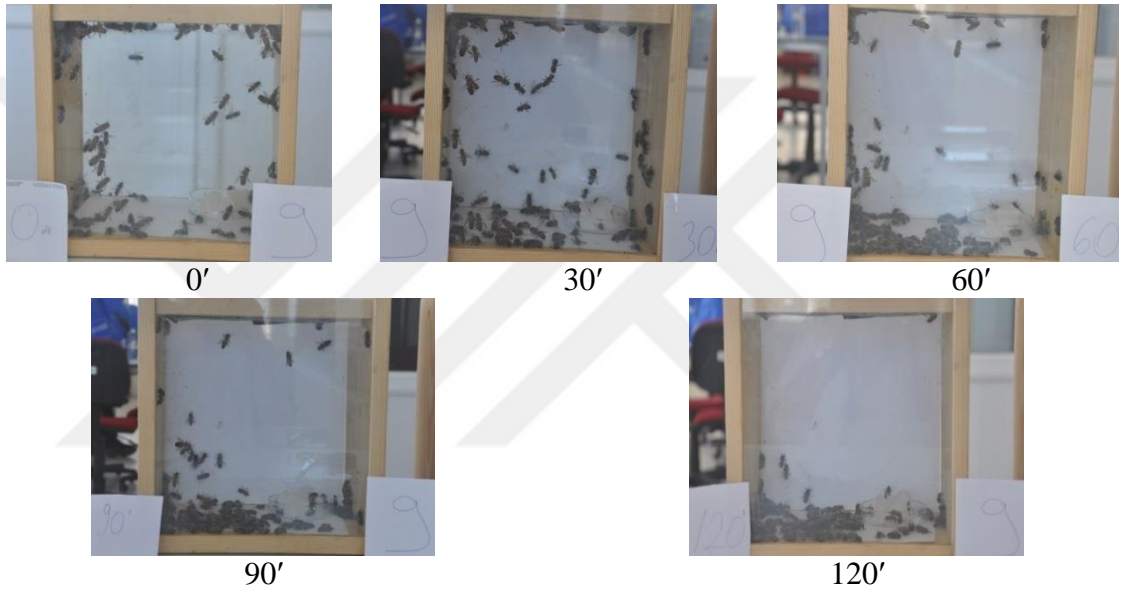
Şekil 4.35. 1:3 Lavanta: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları

Lavanta yağının 1:3, 1:5, 1:7 ve 1:9 etken madde:çeper madde oranında arap zamkı ile kapsüllemesi ve bu kapsüllerin pamuklu kumaş numunelerine aktarılması sonucunda, elde edilen numunelerin arı kovuculuk ölçüm sonuçları lavanta yağının etkili bir arı kovuculuk özelliğe sahip olduğunu göstermektedir. Lavanta yağının HPLC ölçümü ile içeriği analiz edilmiş ve lavanta yağının α -pinen, β -pinen, kamfen, δ -3-karen, limonen, 1.8-sineol, kamfor, linalool ve linalil asetat bileşenlerini içerdiği görülmüştür. Literatürde α -pinen, β -pinen, kamfen, δ -3- karen, limonen, 1.8-sineol, kamfor, linalool ve linalil asetat bileşenleri etkili böcek kovucular olarak bilinmektedir (Matsuda ve ark. 1996; Visser 1986; Dharmagadda ve ark. 2005; Govindarajan ve ark. 2010; Rozman ve ark. 2007). Lavanta yağı içeren mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelere bu bileşenler arı kovuculuk özelliği kazandırmıştır. Numunelerin arı kovuculuk ölçüm sonuçları mikrokapsüllerin hazırlanmasında kullanılan lavanta yağının miktarı açısından değerlendirildiğinde, lavanta yağının miktarındaki artış, kabinlerde bulunan arıların hareketlerinin oldukça yavaşlamasına neden olmuş ve bazı arıların buldukları konumda hareketsiz kalmalarına neden olmuştur. Lavanta yağı içeren mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin üzerine ölçüm süresi boyunca arı konmamış, arılar numuneden uzak bir noktada konumlanmıştır. Sonuç olarak lavanta yağı içeren mikrokapsüllerin aktarıldığı numuneler etkili arı kovuculuk özelliğe sahiptir. Lavanta yağının arı kovuculuk uygulamalarında daha düşük miktarlarda kullanımı maliyeti düşürecek ve

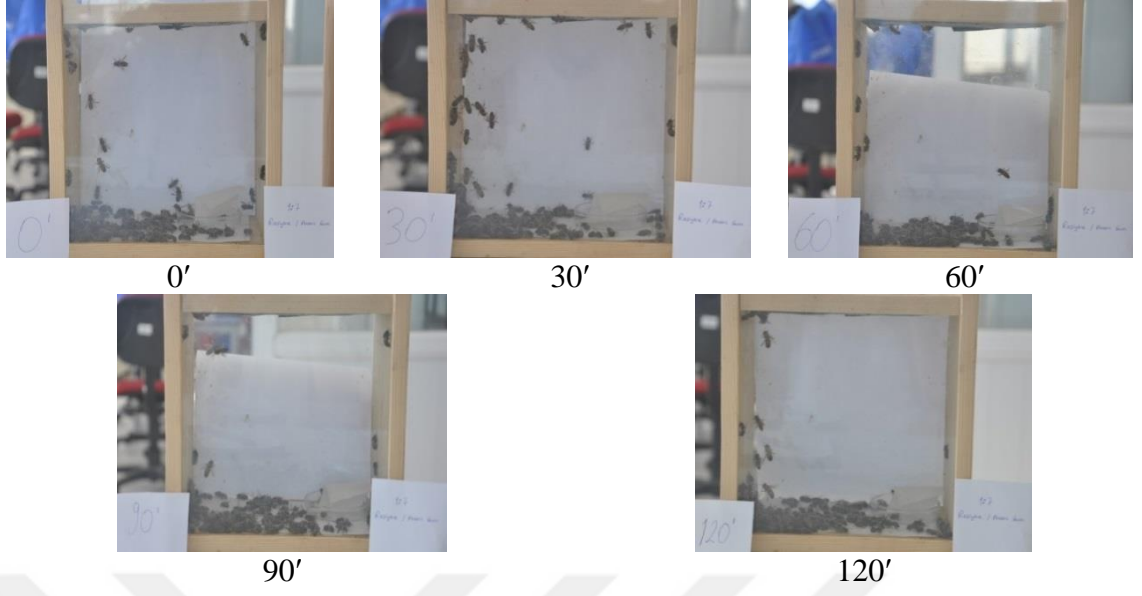
kullanıcıyı rahatsız etmeyecektir. Ayrıca lavanta yağının düşük miktarda kullanımı da etkili oranda arı kovuculuk sağlamaktadır.

4.7.1.3. Rezene yağı ve arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin applike edildiği numunelerin arı kovuculuk ölçümleri

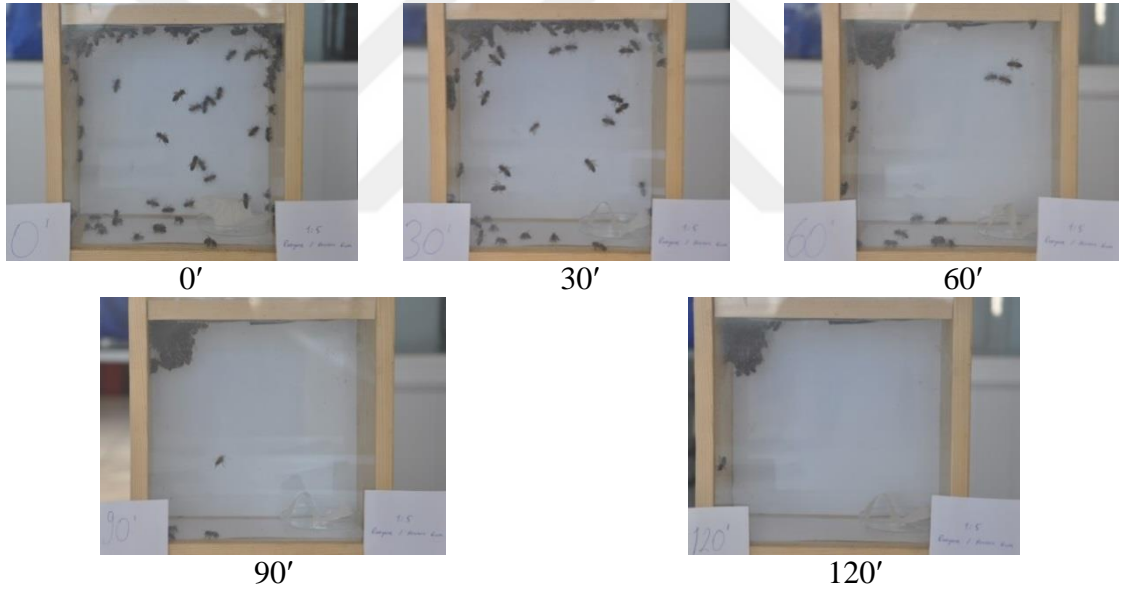
Şekil 4.36, Şekil 4.37, Şekil 4.38 ve Şekil 4.39 farklı oranlarda rezene yağı etken madde arap zankı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin pamuklu kumaş numunelerine aktarılması sonucu elde edilen numunelerin arı kovuculuk özelliklerini göstermektedir.



Şekil 4.36. 1:9 Rezene: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları



Şekil 4.37. 1:7 Rezene: Arap zıncı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları



Şekil 4.38. 1:5 Rezene: Arap zıncı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları

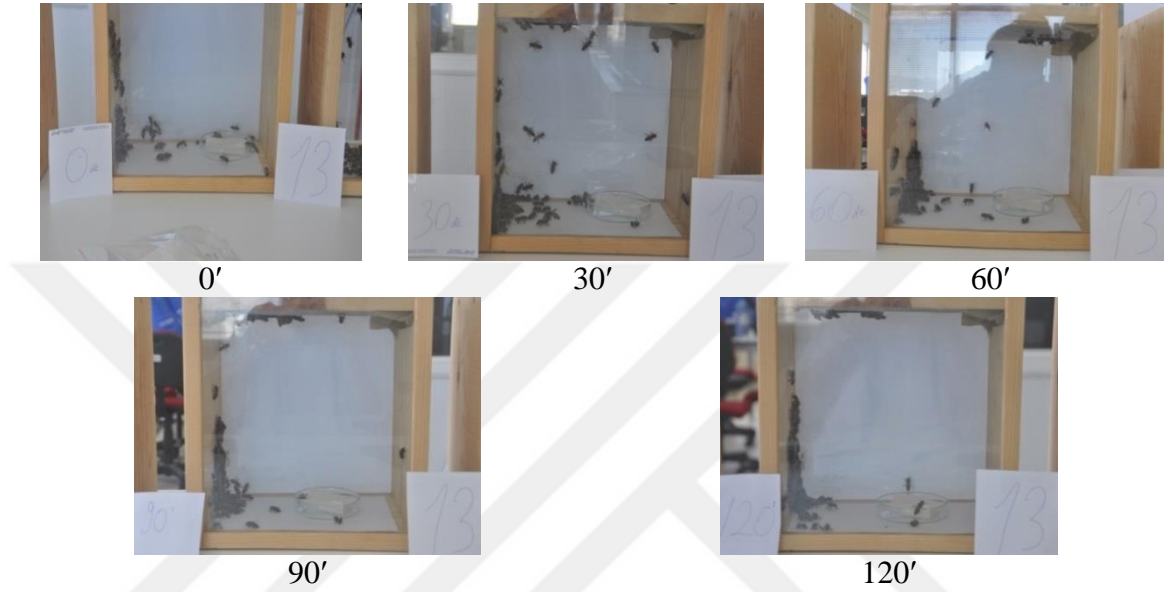


Şekil 4.39. 1:3 Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları

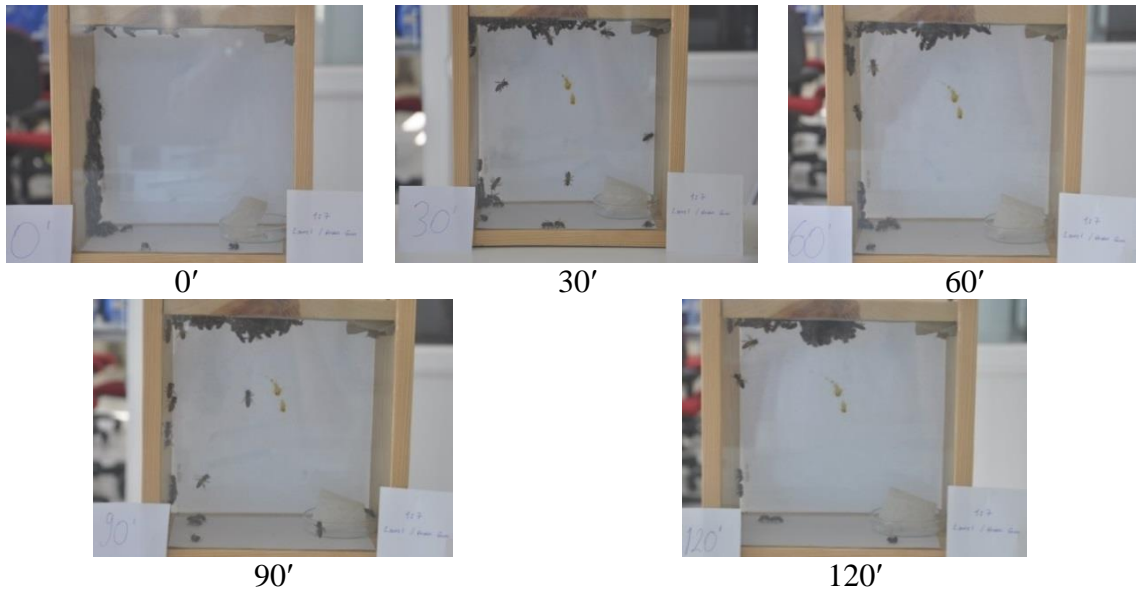
Ölçüm sonuçlarına göre 1:9 ve 1:7 Rezene: Arap zamkı mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin bulunduğu kabinlerde ölçüm süresi boyunca 30 ve 40 arı ölmüştür. Bu kabinlerde bulunan arılar anasız kovanlardan alınmıştır. Anasız arılar diğer arılara kıyasla daha düşük dirence sahiptir. Bu kabinlerdeki arıların anasız olması arıların rezene kokusuna direncini azalttığı ve arıların ölümüne neden olduğu düşünülmektedir. Rezene yağı miktarı yüksek olan mikrokapsüllerin aktarıldığı pamuklu kumaş numunelerinin bulunduğu kabinlerde ölçüm süresi boyunca arı ölümü meydana gelmemiştir. Arılar numuneden uzak konumda hareketsiz konumlanmışlardır. Ölçüm sonuçları rezene yağının etkili arı kovucu özelliğe sahip olduğunu göstermektedir. Rezene yağının HPLC analizi literatürde de böcek kovucu olarak bilenen limonen, estragol, caruone, (2)-anethol, anisaldehit, anisketon ve dill apirole bileşenlerinden meydana geldiğini göstermektedir (Hebeish ve ark. 2008; Pitasawat ve ark. 2007; Babri ve ark. 2012). Rezene yağının etken madde olarak kullanıldığı mikrokapsüller de bu bileşenler içermesi nedeniyle arı kovucu özelliktedir. Ölçüm sonuçları da rezene yağının etkili arı kovucu özellikte olduğunu göstermektedir.

4.7.1.4. Defne yağı ve arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aplike edildiği numunelerin arı kovuculuk ölçümleri

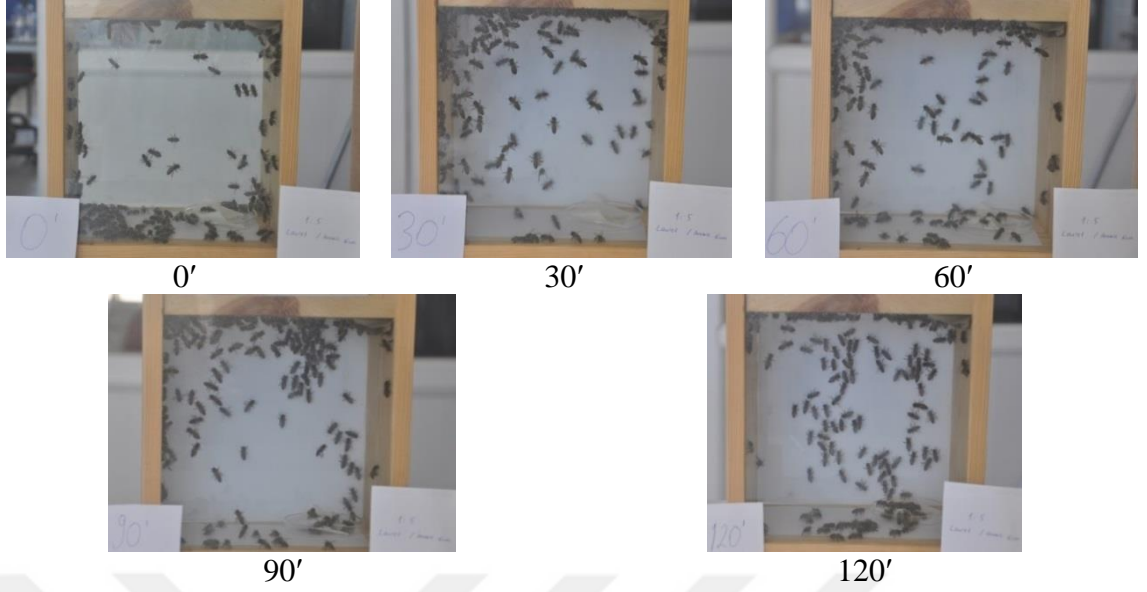
Defne yağı etken madde ve arap zankı çeper maddenin farklı konsantrasyonlarda kullanılarak hazırlanan mikrokapsüllerin aktarıldığı pamuklu kumaş numelerinin arı kovuculuk özellikleri Şekil 4.40, Şekil 4.41, Şekil 4.42 ve Şekil 4.43'te yer almaktadır.



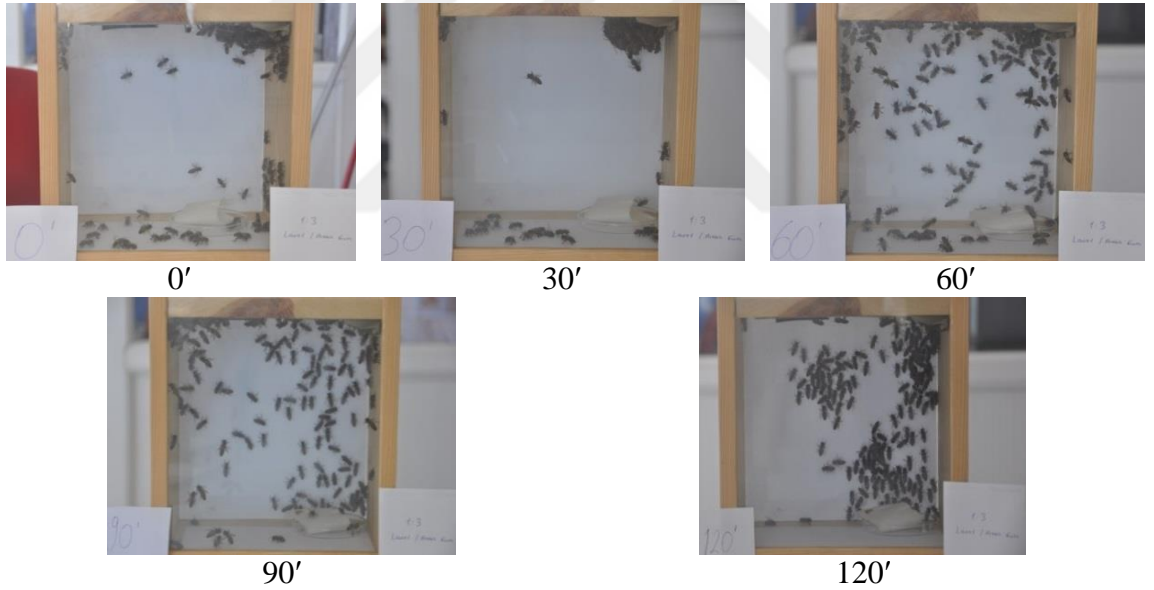
Şekil 4.40. 1:9 Defne: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları



Şekil 4.41. 1:7 Defne: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları



Şekil 4.42. 1:5 Defne: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları



Şekil 4.43. 1:3 Defne: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları

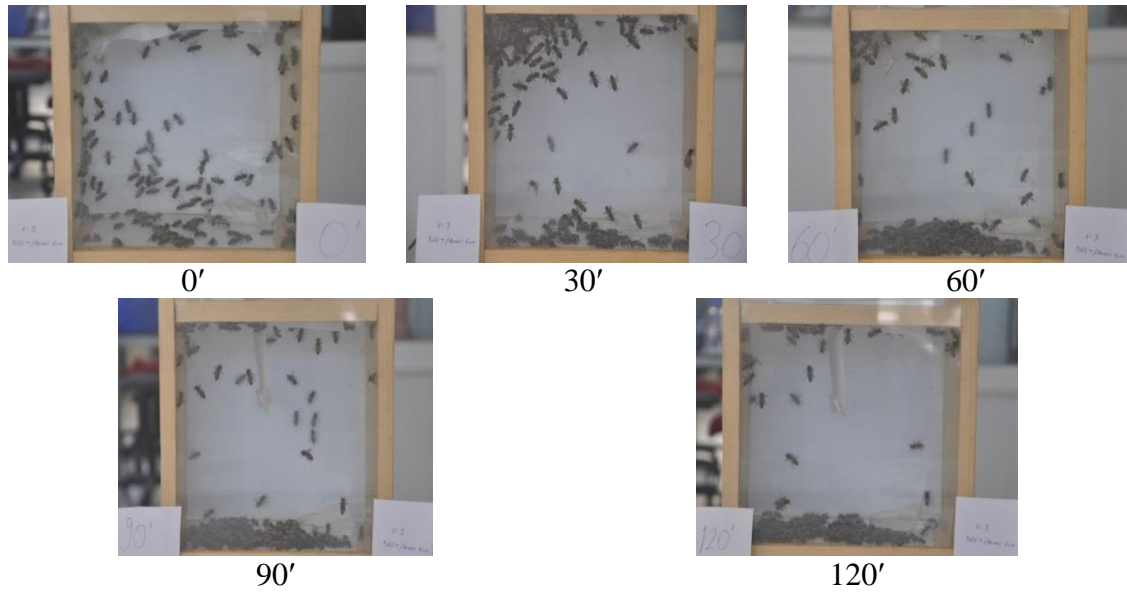
Ölçüm sonuçlarına göre 1:9 ve 1:7 Defne: Arap zamkı içeren mikrokapsüllerin aktarıldığı pamuklu kumaş numunelerinin arı kovuculuk özellikleri oldukça yüksektir. Arılar numuneden uzak konumda hareketsiz biçimde konumlanmışlardır. Defne yağı arap zamkı oranının 1:7 oranında kullanılması sonucu hazırlanan mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin arı kovuculuk özelliğinin 1:9 Defne: Arap zamkı kullanılarak hazırlanan mikrokapsüllerin aktarıldığı numuneden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Defne yağının HPLC analizi defne yağının α - piper, β -pinen, sabinen, limonen, 1.8-sineol, p-simen, terpinen-4-ol, α -terpinil asetat ve karvakrol içerdiğini göstermektedir. Literatürde bu bileşenler böcek kovucu olarak tanımlanmaktadır (Rozman ve ark. 2007; Hebeish ve ark. 2008; Obeng-Ofori ve ark. 1997). Mikrokapsüllerin içinde bu bileşenlerin artması sonucunda numunelerin arı kovuculuk özelliğinin arttığı düşünülmektedir.

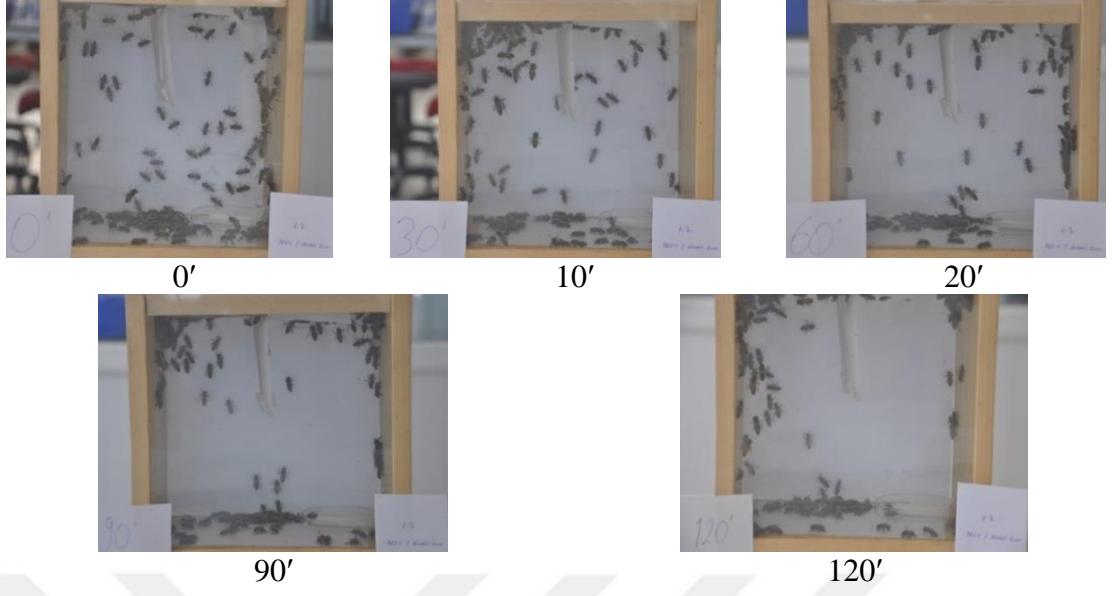
Ölçüm sonuçları 1:5 ve 1:3 Defne: Arap zamkı kullanılarak hazırlanan mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin bulunduğu kabinlerdeki arıların oldukça gergin olduğunu göstermektedir. Defne yağının doz artışının arıları irite ettiği ve arılarda olağan dışı bir durum algısı oluşturduğu ve arıların numunenin etrafında kümelenmesine neden olduğu düşünülmektedir. Düşük miktarda defne yağı kullanılması elde edilen bu kıyafetlerin maliyetini azaltacak, aynı zamanda bu kıyafetlere daha yüksek arı kovuculuk özelliği kazandıracaktır.

4.7.1.5. DEET ve arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aplike edildiği numunelerin arı kovuculuk ölçümleri

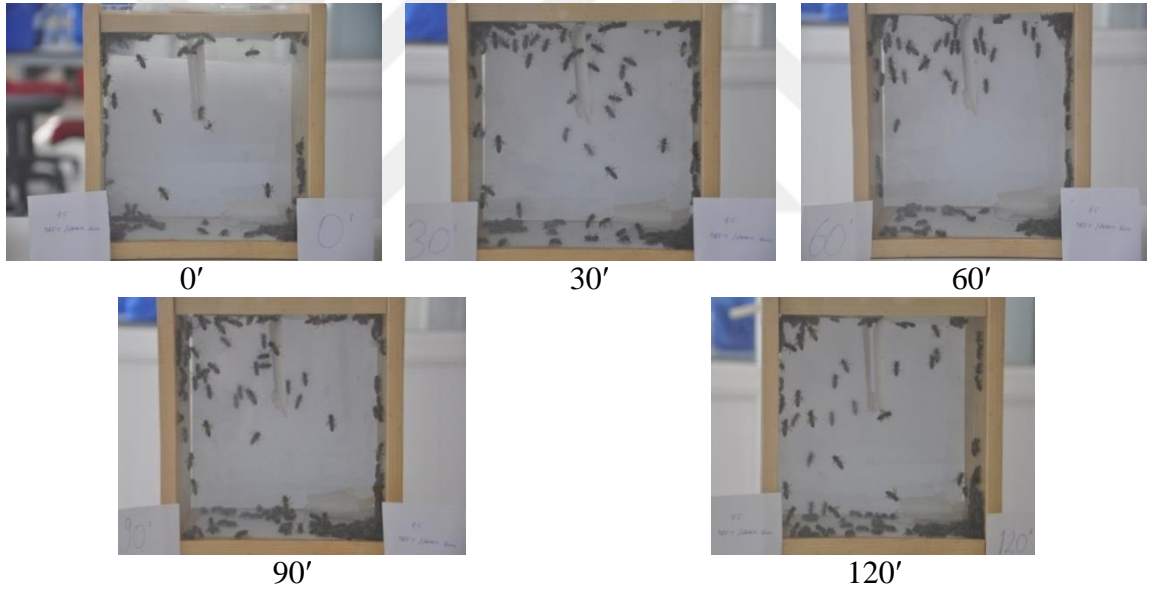
Şekil 4.44, Şekil 4.45, Şekil 4.46 ve Şekil 4.47 DEET: Arap zamkı etken ve çeper madde kullanılarak hazırlanan mikrokapsüllerin pamuklu kumaş numunelerine aktarılması sonucu elde edilen numunelerin arı kovuculuk özelliklerini göstermektedir.



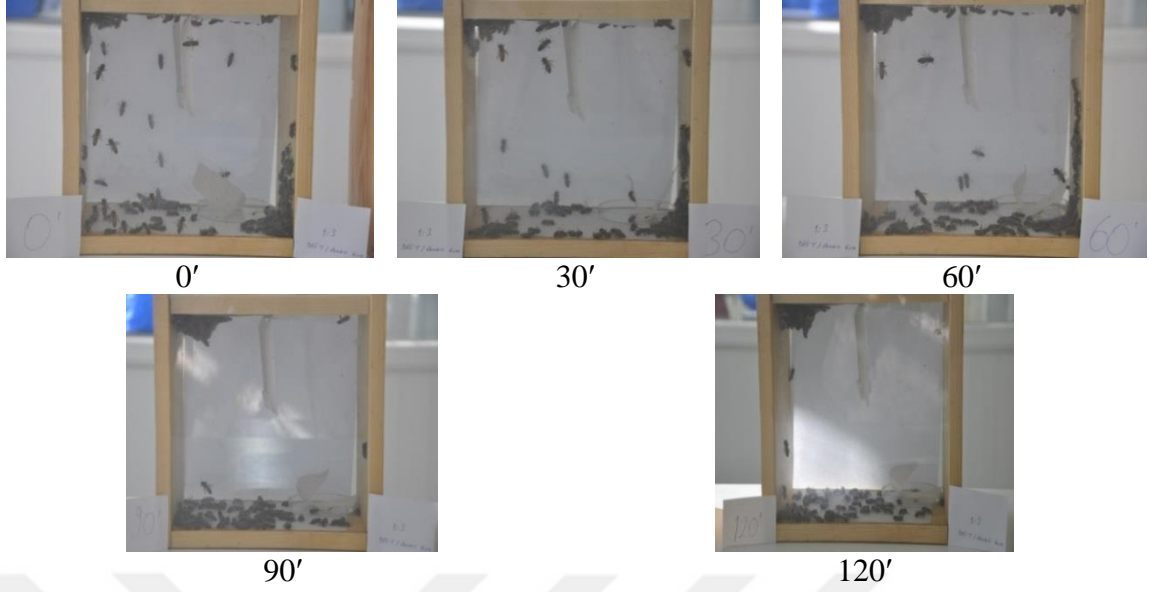
Şekil 4.44. 1:9 DEET: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları



Şekil 4.45. 1:7 DEET: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları



Şekil 4.46. 1:5 DEET: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları

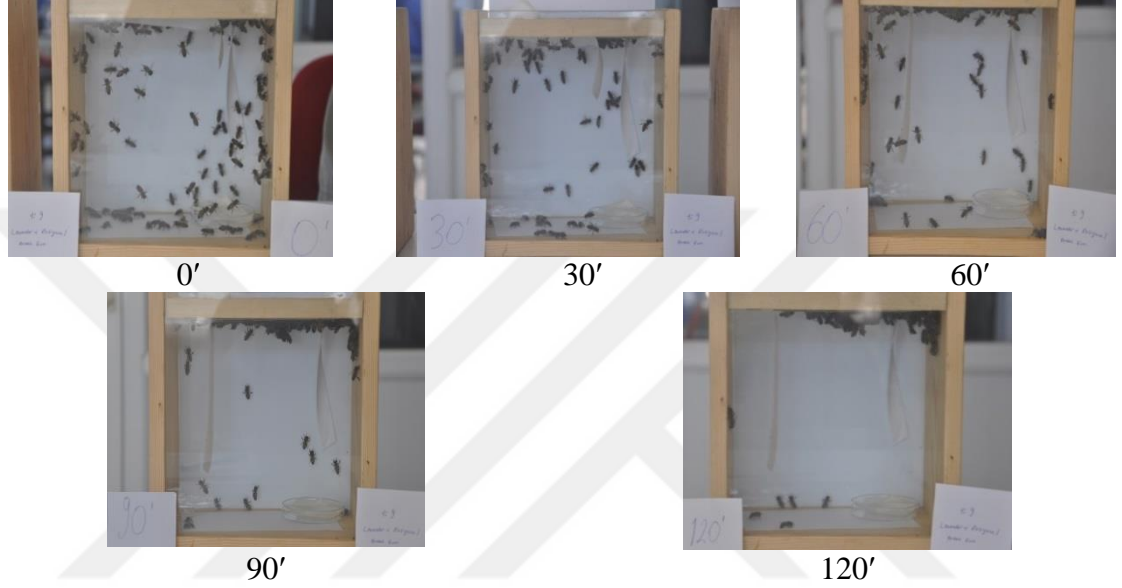


Şekil 4.47. 1:3 DEET: Arap zambkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları

Ölçüm sonuçları 1:9 DEET: Arap zambkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçümünde 50. dakikadan sonra arı ölümlerinin meydana geldiğini göstermektedir. Arılar ölçüm süresince ölçüm düzeneğinde yerde, hareketsiz olarak kalmıştır. DEET etken madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin arı kovuculuk özelliklerinin ölçümlerinde, DEET miktarı artışı sonucunda ölçüm kabinlerinde arı ölümlerinin arttığı görülmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre DEET arılar için toksin özelliktedir. Literatürde, birçok kaynakta DEET'in eklem bacaklılar ve insanlar için oldukça toksin olduğu belirtilmektedir. DEET'in arılarda toksin etkiye neden olarak arıların merkezi sinir sisteminde hasara neden olduğu düşünülmektedir. Böcek kovuculardan olan DEET'in koku yoluyla böcekleri etkisiz hale getirmesiyle ilgili birbirinden bağımsız olarak gerçekleştirilen bir çok çalışma mevcuttur (Fediuk ve ark., 2010; Xue ve ark., 2007; Katz ve ark., 2008). DEET böceklerin antenlerinde bulunan AgOR40 algılayıcısı tarafından düşman olarak algılanır ve böceğin DEET'e yaklaşmasını engeller. DEET ve diğer böcek kovucu ajanlar birçok böceğin koku alma nöronlarını kısa bir süre uyarır (Syed ve Leal, 2008). Diğer bir çalışmada ise DEET ve diğer böcek kovucuların böceğin tat ve koku algılama proteinlerini etkisiz hale getirdiği ortaya çıkartılmıştır (Ditzen ve ark., 2008; Lee ve ark., 2010). Ayrıca DEET'in böceğin koku alma nöronları üzerindeki dentrit tabakasını hasara uğrattığı görülmüştür (Qare ve Donia, 2001).

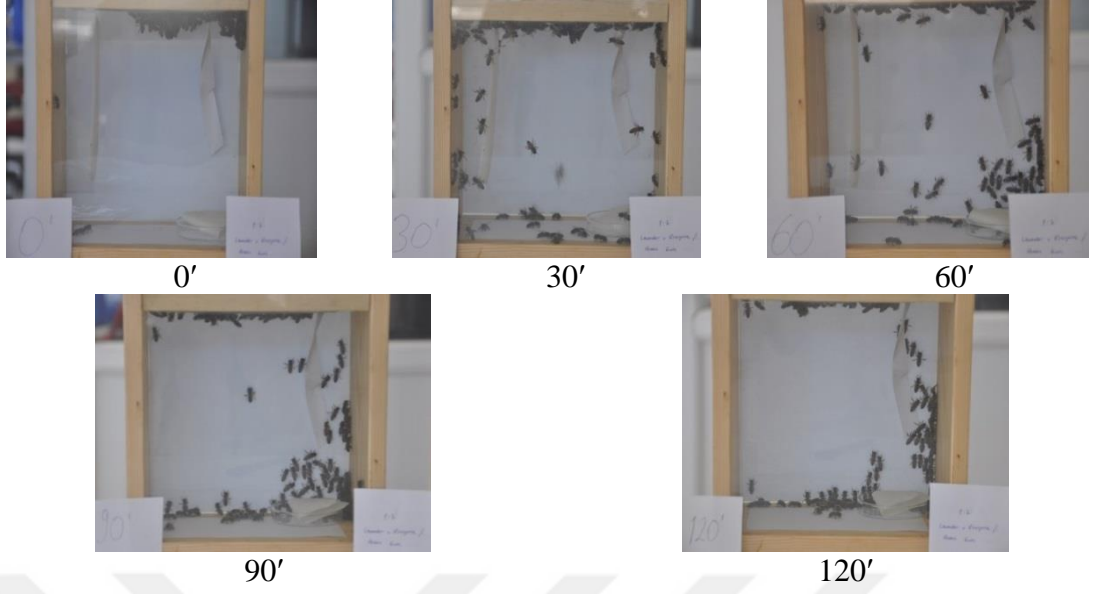
4.7.1.6. Lavanta yağı, rezene yağı ve arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin applike edildiği numunelerin arı kovuculuk ölçümleri

Lavanta ve rezene yağının arap zamkı kullanılarak kapsüllemesi sonucu elde edilen kapsüllerin pamuklu kumaş numunelerine aktarılması sonucu elde edilen numunelerin arı kovuculuk ölçümleri Şekil 4.48, Şekil 4.49, Şekil 4.50 ve Şekil 4.51’de yer almaktadır.

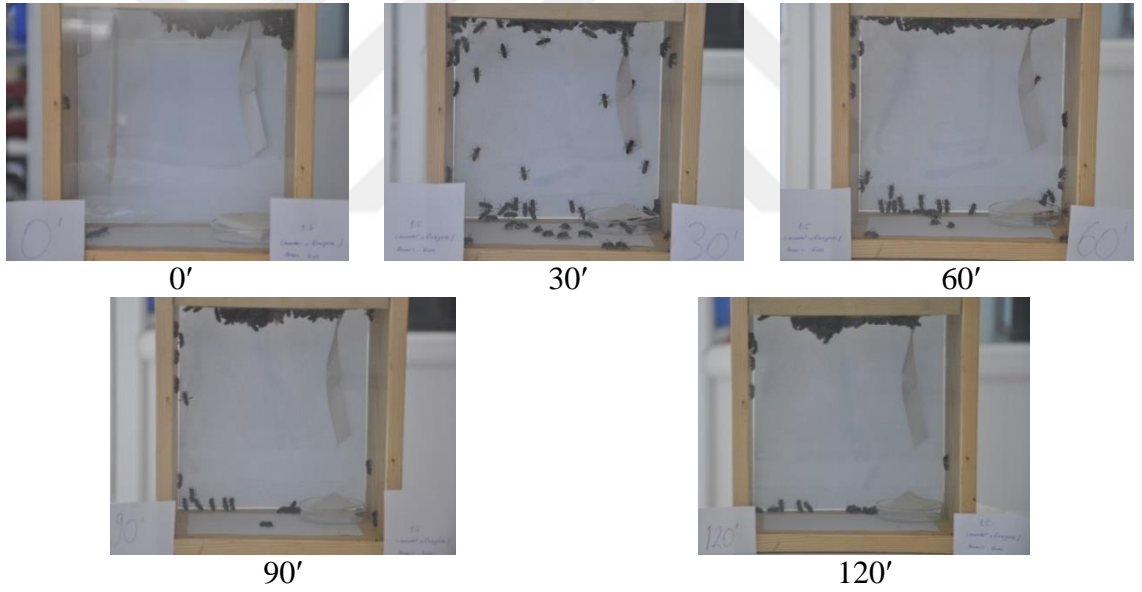


Şekil 4.48. 1:9 Lavanta+Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları

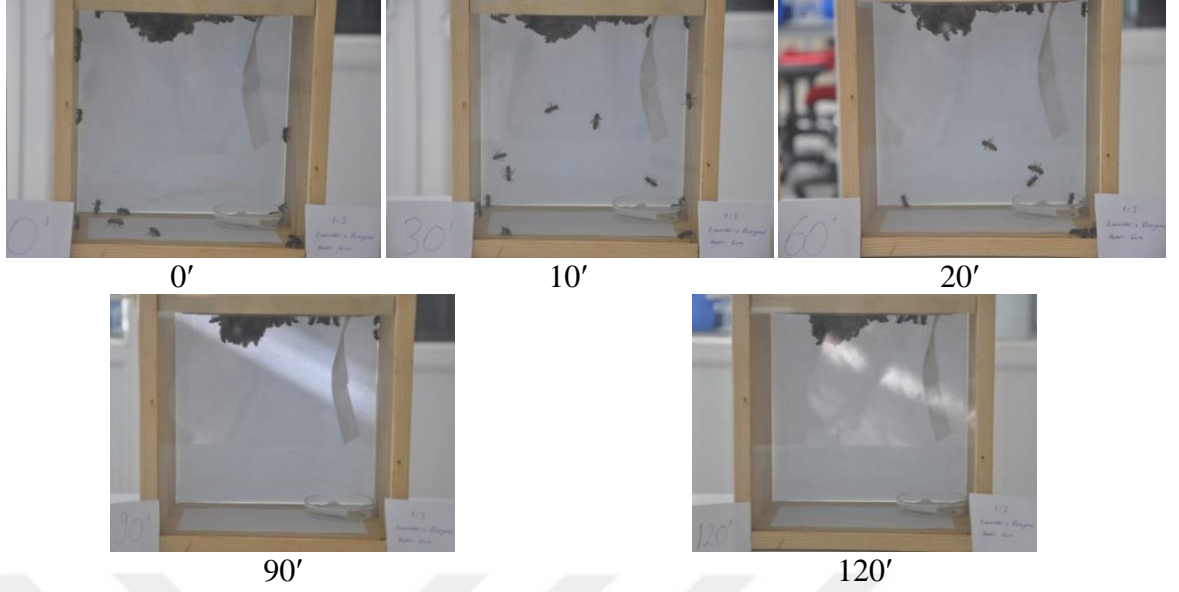
1:9 Lavanta+Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin üzerine arı gelmemektedir. Arılar 50. dakikadan itibaren ölçüm kabinin üzerine çıkmaya başlamışlardır.



Şekil 4.49. 1:7 Lavanta+Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapşüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları



Şekil 4.50. 1:5 Lavanta+Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapşüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları

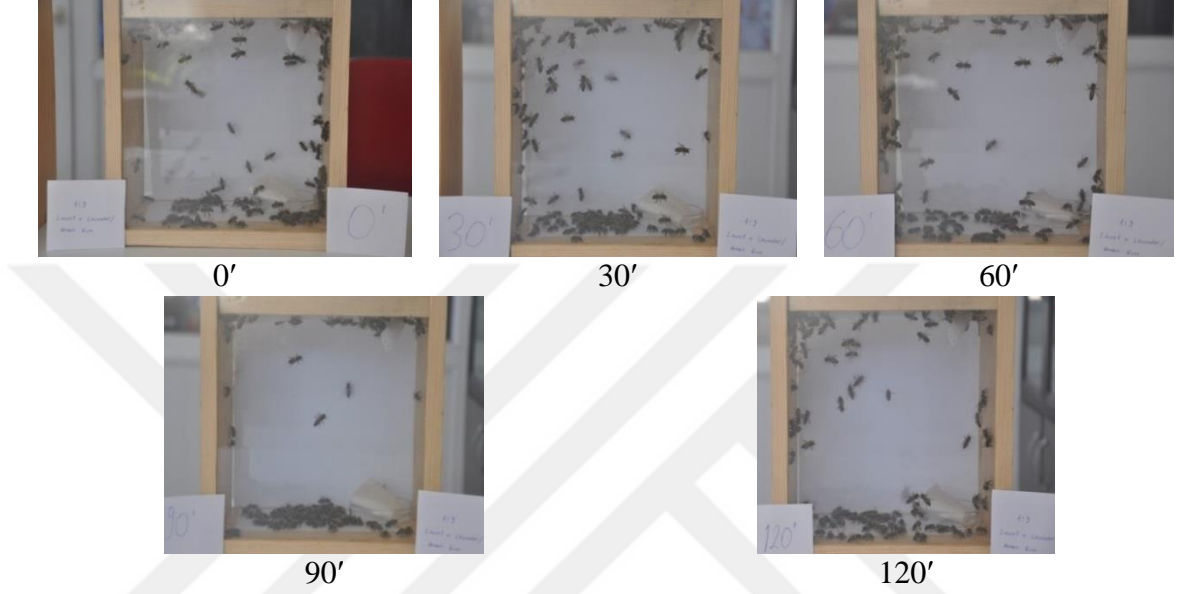


Şekil 4.51. 1:3 Lavanta+Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları

Lavanta ve rezene yağı karışımı etken madde içeren mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin arı kovucu özellikte olduğu in-vitro araştırmalar sonucunda belirlenmiştir. Lavanta ve rezene yağı içerik olarak incelendiğinde etkili böcek kovucu ajanlara sahiptir. Bu esansiyel yağların içinde bulunan bu bileşenler bu yağlara arı kovucu özellik kazandırmıştır. Mikrokapsüllerin hazırlanmasında kullanılan lavanta ve rezene yağının doz artışı numunelerin arı kovucu kapasitesinde önemli ölçüde artışa neden olmamıştır. Lavanta ve rezene yağının ayrı ayrı farklı dozlarda kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı kumaş numunelerinin ölçüm sonuçları da esansiyel yağ dozu artışının numunelerin arı kovuculuk kapasitelerini önemli ölçüde etkilemediğini göstermekte, esansiyel yağların karışım halinde kullanılması ile tek tek kullanılması sonucunda elde edilen arı kovuculuk etkisi paralellik göstermektedir. Lavanta ve rezene yağı böcek kovucu bileşenlerden oluşmaktadır ve bu bileşenler lavanta ve rezene yağı karışımı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin böcek kovucu özellikte olmasına neden olmuştur. Ayrıca ölçüm süresince kabinlerde arı ölümüne rastlanmamıştır.

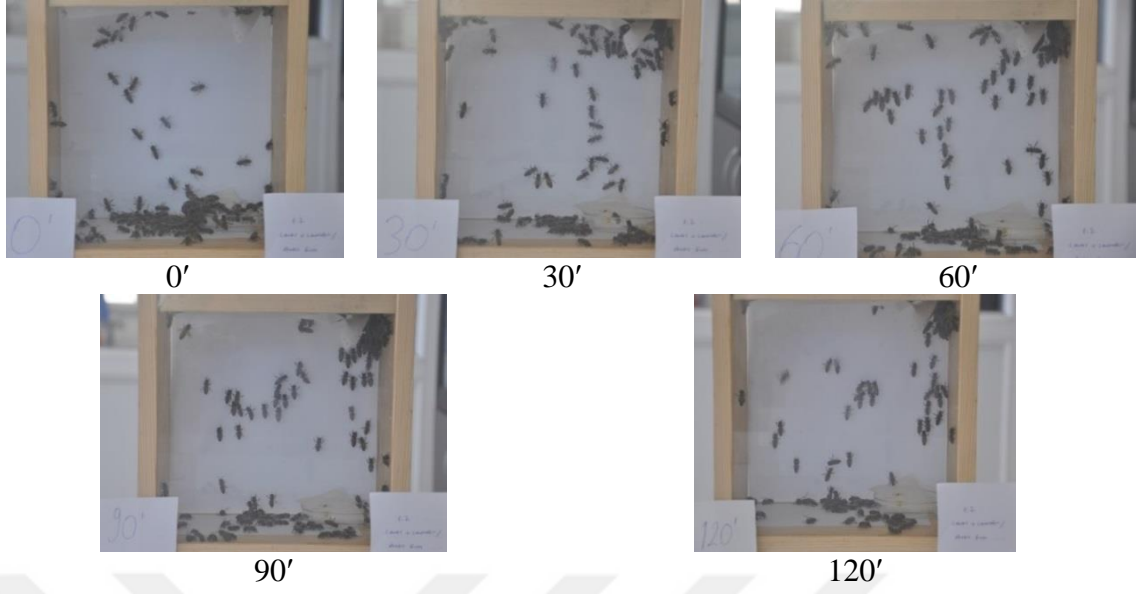
4.7.1.7. Lavanta yağı, defne yağı ve arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin applike edildiği numunelerin arı kovuculuk ölçümleri

Şekil 4.52, Şekil 4.53, Şekil 4.54 ve Şekil 4.55 lavanta ve defne yağı karışımı etken madde ve arap zankı çeper madde kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin arı kovuculuk özelliklerini göstermektedir.

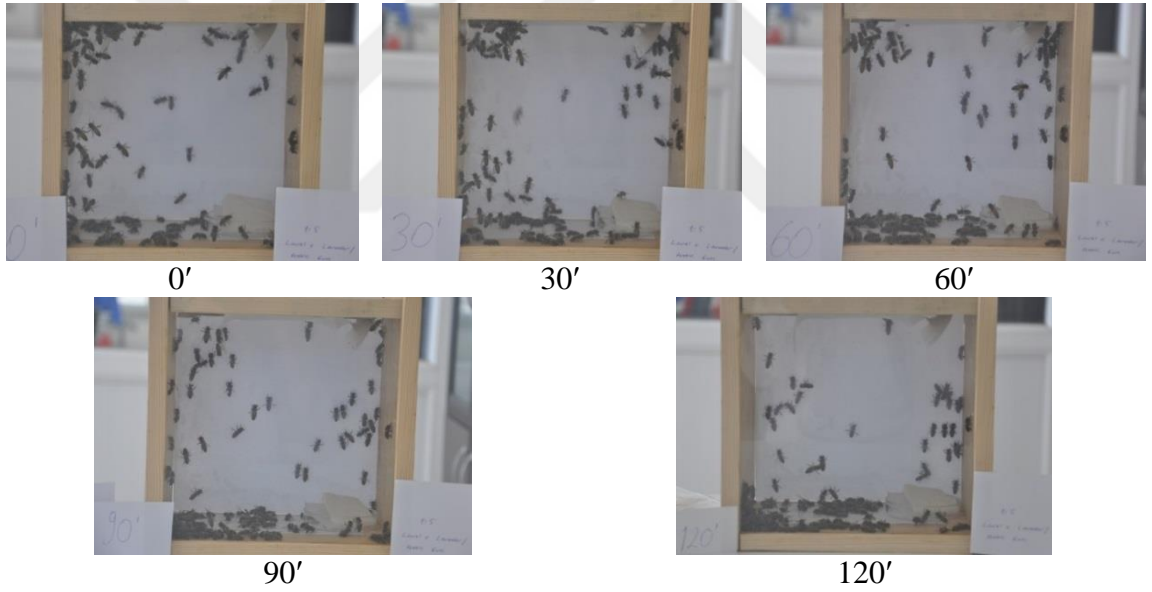


Şekil 4.52. 1:9 Lavanta+Defne: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları

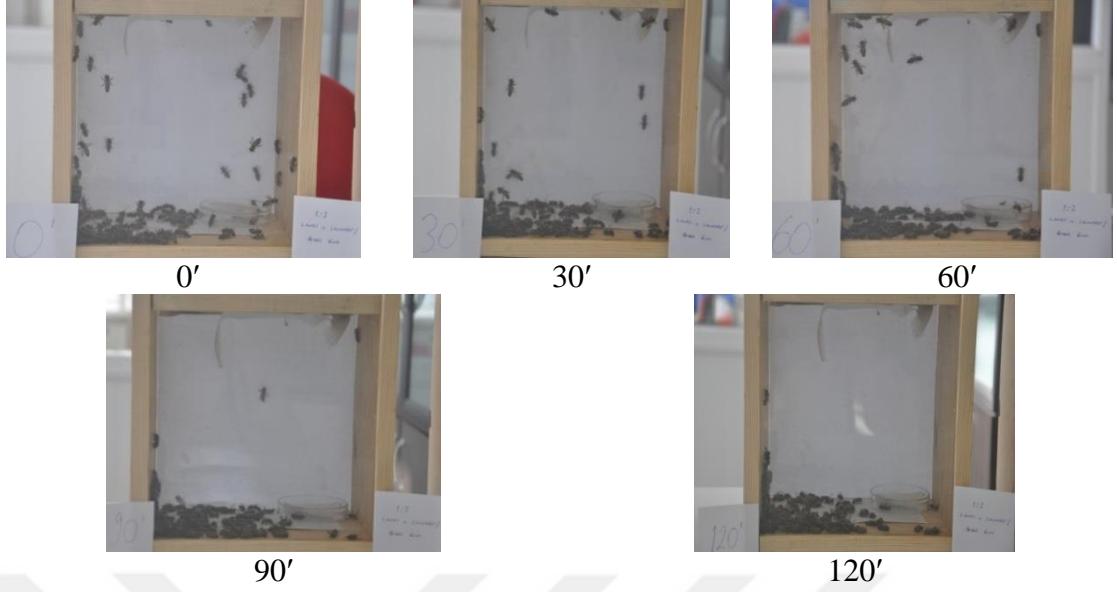
1:9 Lavanta + Defne: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçümünde, arılar numunenin üzerine 70-90. dakikalar arasında gelmişler ve arılar 2 saat süresince ölçüm kabinin altında hareketsiz şekilde kalmışlardır.



Şekil 4.53. 1:7 Lavanta+Defne: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları



Şekil 4.54. 1:5 Lavanta+Defne: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları

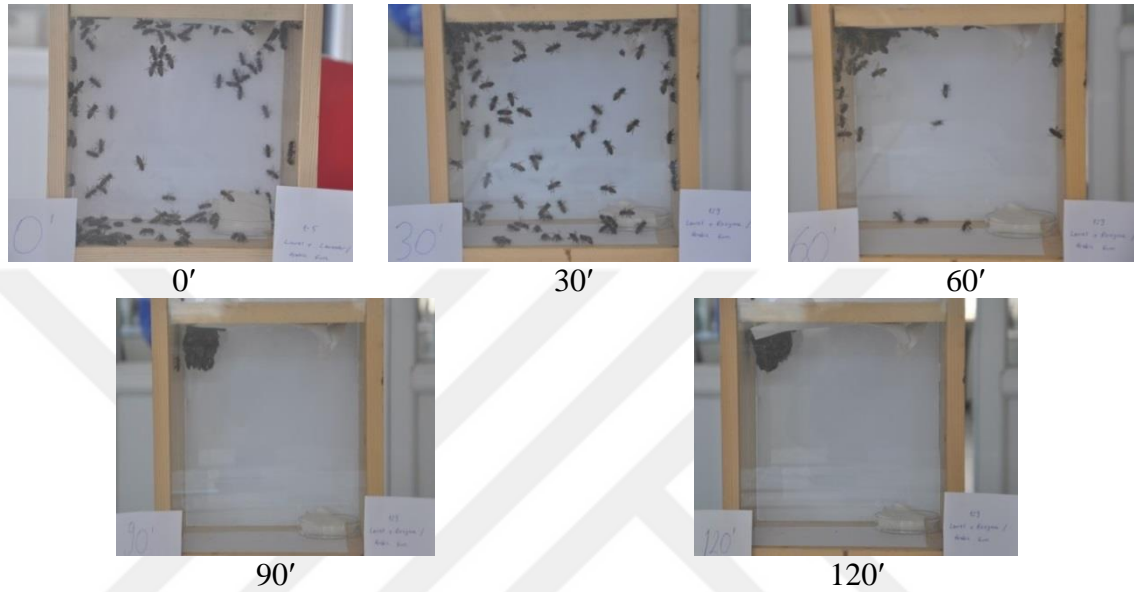


Şekil 4.55. 1:3 Lavanta+Defne: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları

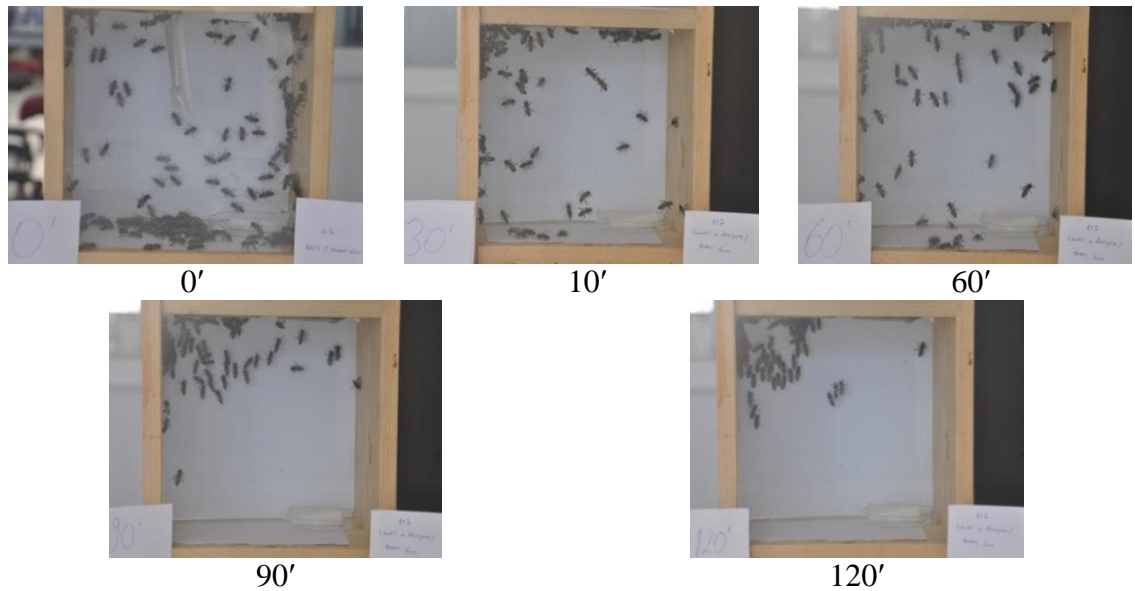
Lavanta ve defne yağı karışımının arap zankı çeper madde kullanılarak hazırlanan mikrokapsüllerin pamuklu kumaş numunelerine aktarılması sonucu elde edilen numunelerin arı kovuculuk özelliklerinin yüksek olmadığı görülmektedir. Arılar ölçüm süresi boyunca numunelerin üzerine konmakta ve numunelere yakın mesafede hareketsiz şekilde konumlanmaktadır. Ayrıca lavanta ve defne yağı karışımı doz artışının arıların ölümüne neden olduğu gözlemler sonucunda tespit edilmiştir. 1:3 Lavanta + Defne: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçümünde 40. dakikadan itibaren arı ölümleri başlamış, 40. dakikada 15, 60. dakikada 20 ve 120. dakikaya kadar her 10 dakika aralıklarla yapılan sayımlarda 20 arının öldüğü görülmüştür. Ölçüm kabiniinde lavanta ve defne yağı karışımının arıları irite ettiği ve arılarda stres hormonun salgılanmasına neden olarak arıların ölümüne neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca arı ölümlerine lavanta ve defne yağının karışım olarak kullanılması sonucu elde edilen mikrokapsüllerde α -pinen, β -pinen ve 1.8-sineol miktarının artmasının neden olduğu düşünülmektedir. Defne ve lavanta yağı karışımı kokusu arılarda stres hormonun artmasına ve stres nedeniyle arıların ölümüne neden olduğu düşünülmektedir.

4.7.1.8. Defne yağı, rezene yağı ve arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin applike edildiği numunelerin arı kovuculuk ölçümleri

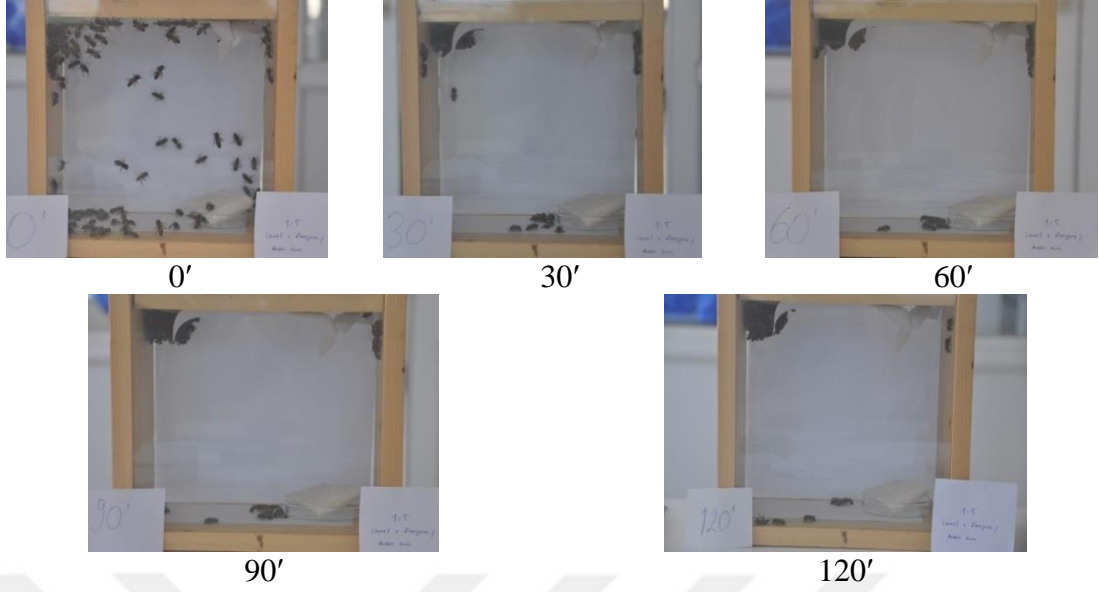
Şekil 4.56, Şekil 4.57, Şekil 4.58 ve Şekil 4.59 defne yağı ve rezene yağı karışımının arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin applike edildiği numunelerin arı kovuculuk özelliklerini göstermektedir.



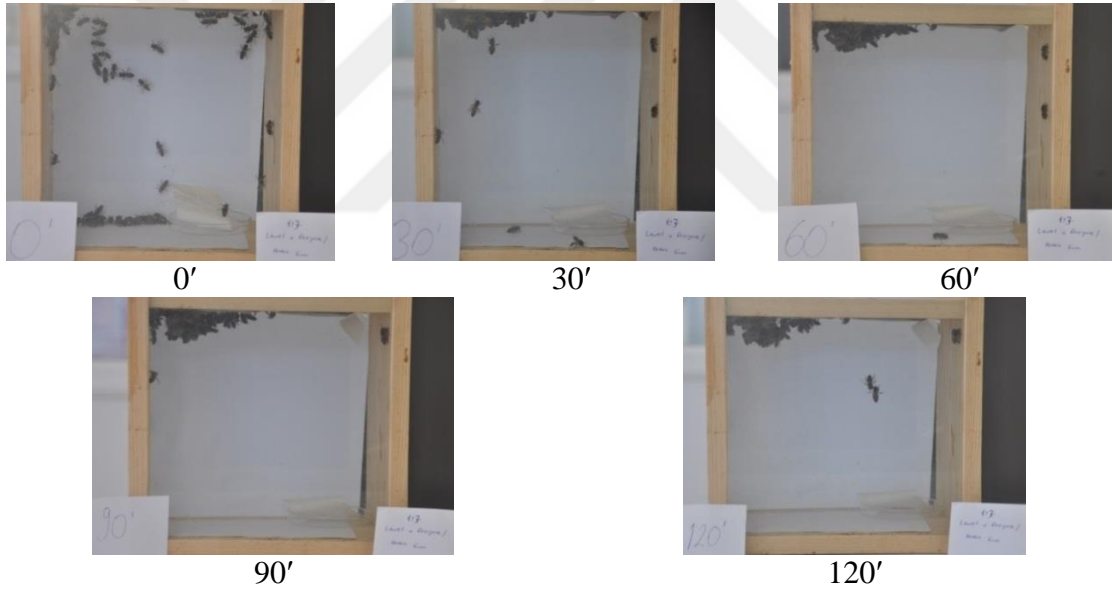
Şekil 4.56. 1:9 Defne+Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları



Şekil 4.57. 1:7 Defne+Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları



Şekil 4.58. 1:5 Defne+Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları



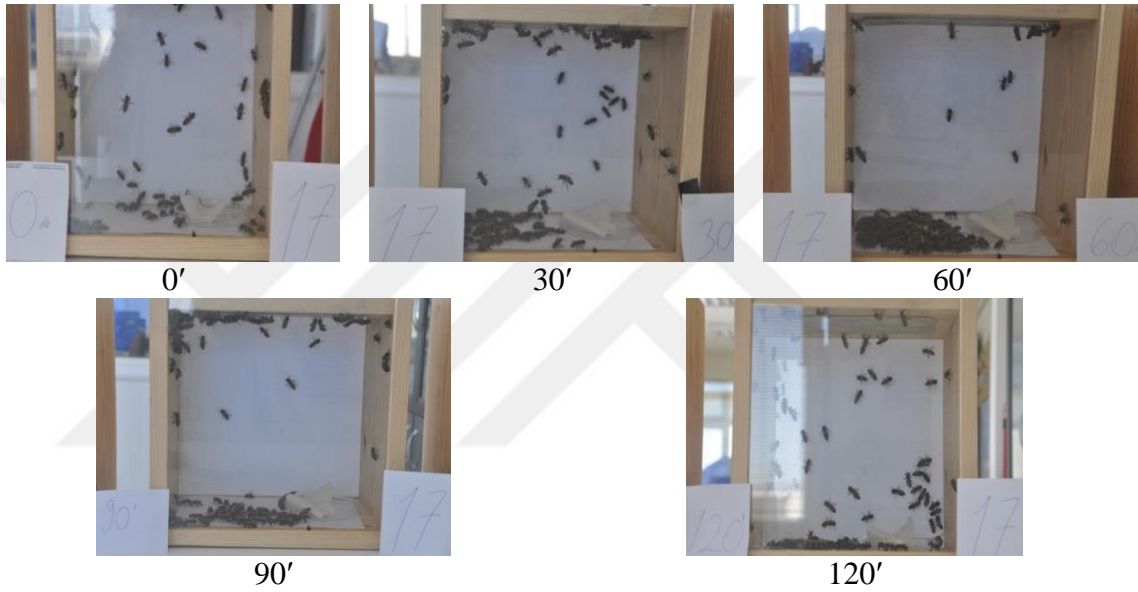
Şekil 4.59. 1:3 Defne+Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları

Ölçüm sonuçları defne ve rezene yağı karışımından elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin arı kovuculuk özelliklerinin yüksek olduğunu göstermektedir. Defne ve rezene yağı karışımının doz artışı numunelerin arı kovuculuk özelliklerini etkilememiştir. Farklı dozlarda esansiyel yağ içeren numunelerin arı kovuculuk özellikleri tüm dozlarda birbirine çok yakındır. Defne ve rezene yağının böcek kovucu bileşenlerden oluşması, defne ve rezene yağından oluşan mikrokapsüllerin ve bu

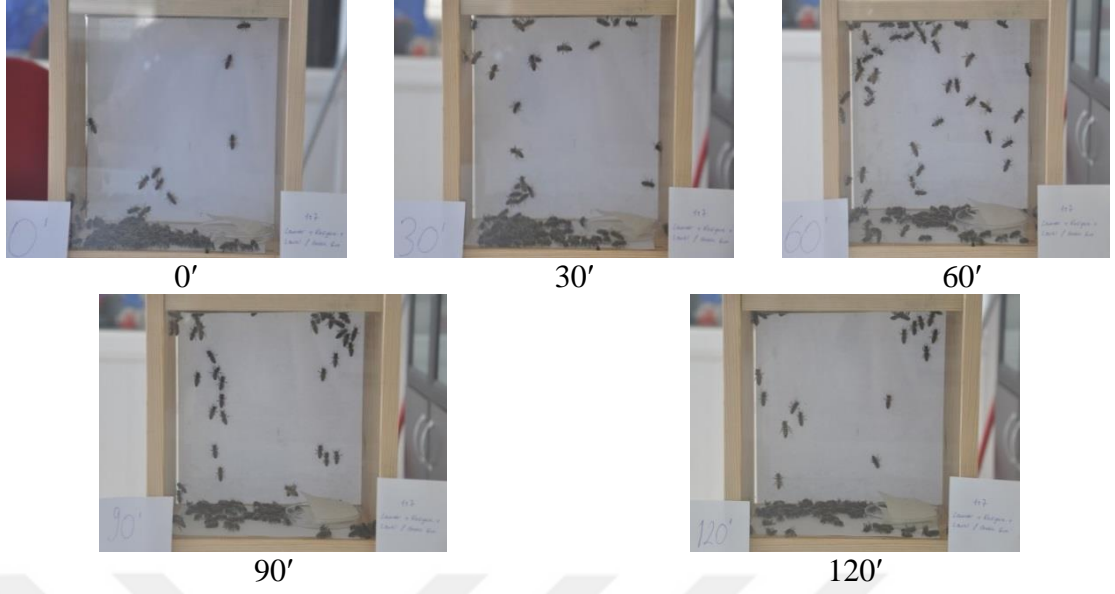
mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin arı kovucu özellikte olmalarına neden olmuştur. Rezene ve defne yağının karışım olarak kullanılması sonucunda ortaya çıkan koku bu numunelere arı kovuculuk özelliği kazandırmıştır.

4.7.1.9. Lavanta yağı, defne yağı, rezene yağı ve arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin applike edildiği numunelerin arı kovuculuk ölçümleri

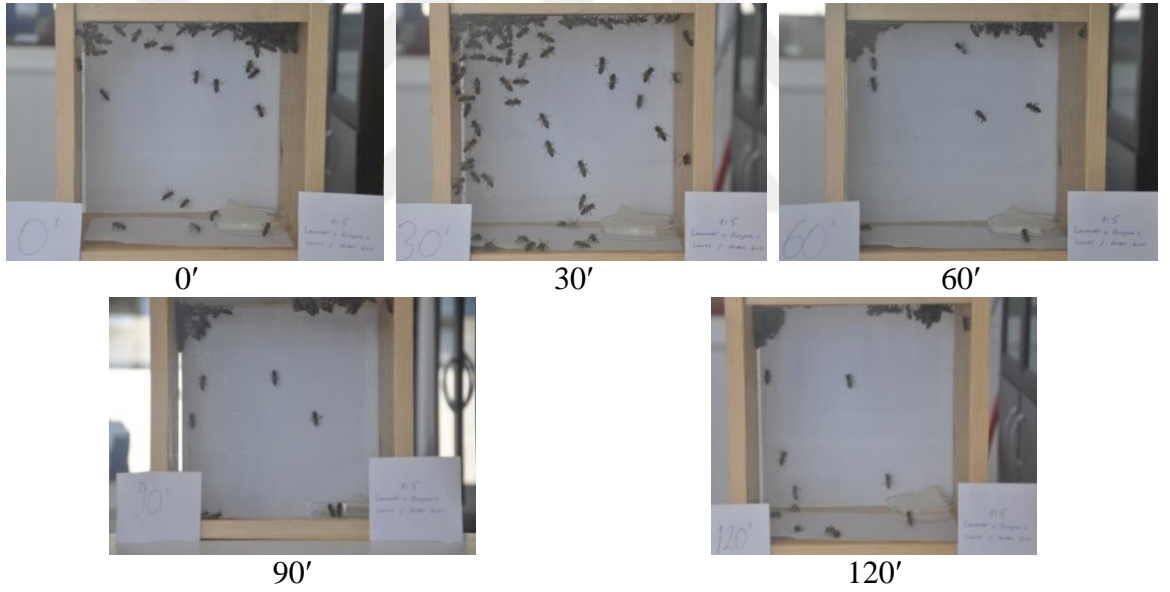
Şekil 4.60, Şekil 4.61, Şekil 4.62 ve Şekil 4.63 lavanta, defne ve rezene yağı karışımının arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin applike edildiği numunelerin arı kovuculuk özelliklerini göstermektedir.



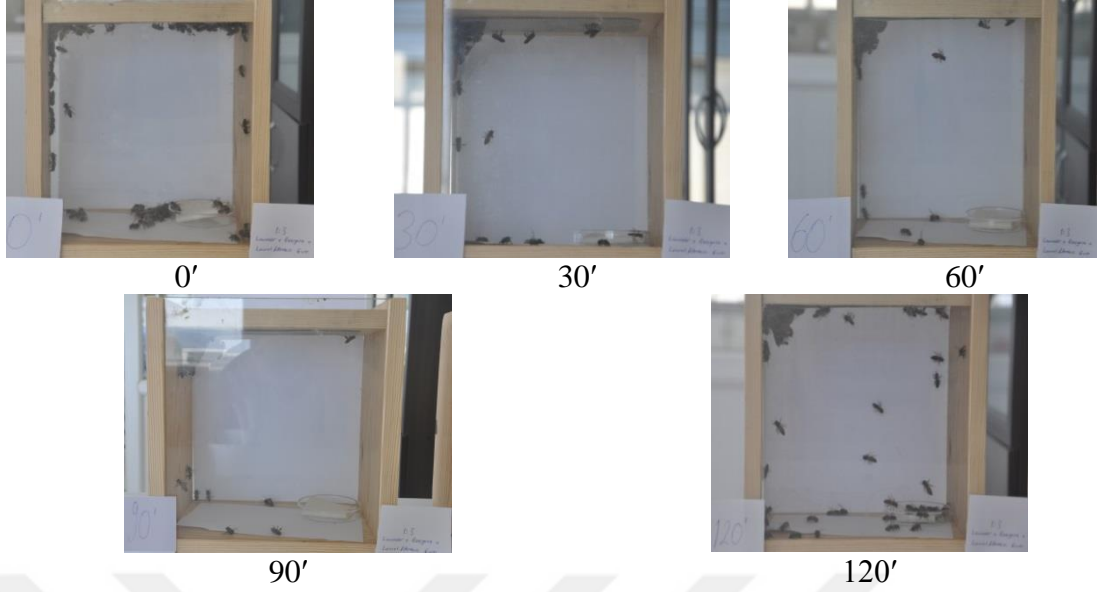
Şekil 4.60. 1:9 Lavanta+Rezene+Defne: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları



Şekil 4.61. 1:7 Lavanta+Rezene+Defne: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları



Şekil 4.62. 1:5 Lavanta+Rezene+Defne: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları

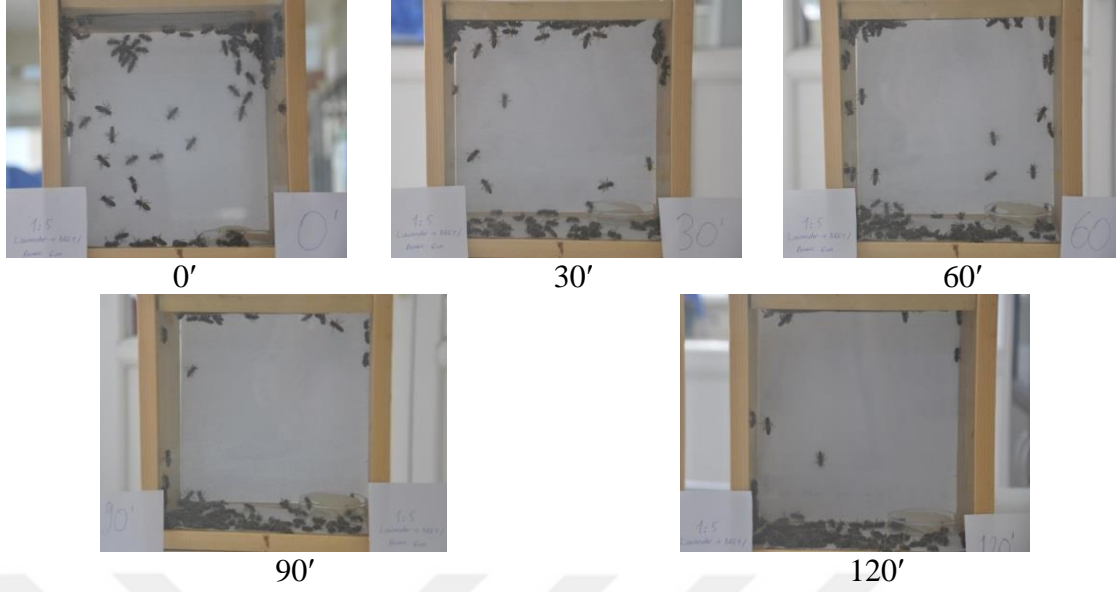


Şekil 4.63. 1:3 Lavanta+Rezene+Defne: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları

Ölçüm sonuçlarına göre Lavanta+Rezene+Defne: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin arı kovuculuk özelliklerinin ölçümünde numunelerin arı kovuculuk özelliklerinin esansiyel yağın doz artışıyla arttığını göstermektedir. Lavanta + rezene + defne yağı: arap zamkı oranının 1:9 ve 1:7 kullanımıyla elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin arı kovuculuk etkisi oldukça düşüktür. Kullanılan esansiyel yağ karışımlarının doz artışı numunelerin arı kovuculuk etkisini artırmıştır. Defne ve lavanta yağı karışımı arı kovucu özellikte olmamasına ve arıların ölümüne neden olmasına rağmen rezene yağının karışıma eklenmesi ile mikrokapsüllerin arı kovuculuk özelliği artmış ve arıların ölümüne yol açmamıştır. Lavanta, defne ve rezene yağı karışımı kokusu arıların uzaklaşmasına neden olmuştur.

4.7.1.10. Lavanta yağı, DEET ve arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin applike edildiği numunelerin arı kovuculuk ölçümleri

Şekil 4.64 1:5 Lavanta+DEET: Arap zamkı kullanılarak hazırlanan mikrokapsüllerin aktarıldığı pamuklu kumaş numunelerinin arı kovuculuk ölçümünü göstermektedir.

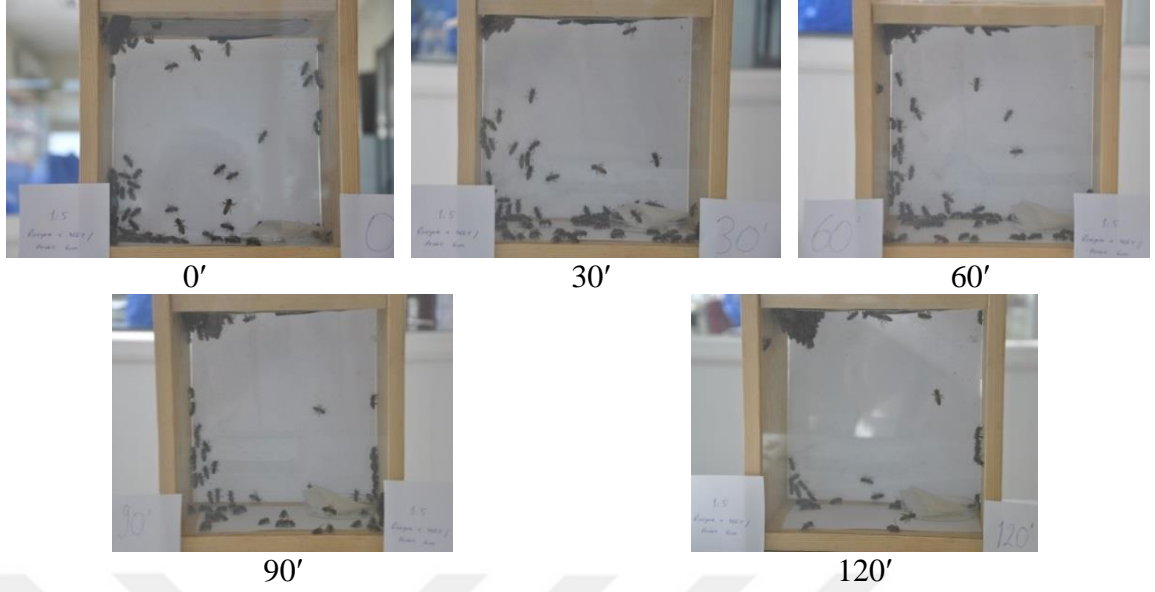


Şekil 4.64. 1:5 Lavanta+DEET:Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları

Ölçüm sonuçlarına göre 1:5 Lavanta+DEET: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçümünde, 80. dakikadan sonra arı ölümlerinin başladığı görülmektedir. Bu dakikada ölü arı sayısı 40 adettir ve süre ilerledikçe ölü arı sayısı artmış, ölçüm süresi bitiminde kabinde 55 arının öldüğü görülmüştür. Numunelere aktarılan mikrokapsüllerin içinde bulunan DEET lavanta yağının arı kovuculuk etkisini elimine ederek arıların ölümüne neden olmuştur. DEET'in lavanta ile karıştırılıp mikrokapsüllenecek numunelere aktarılmasındaki amaç, lavantanın arı kovuculuk özelliğini artırmaktır. Ancak ölçüm sonuçları DEET'in lavanta yağının arı kovuculuk özelliklerini azalttığını göstermektedir. DEET'in bu mikrokapsüllerde arılar için toksin özelliğinin baskın gelerek arı ölümlerine neden olduğu düşünülmektedir (Ditzen ve ark., 2008; Lee ve ark., 2010).

4.7.1.11. Rezene yağı, DEET ve arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin applike edildiği numunelerin arı kovuculuk ölçümleri

Şekil 4.65 1:5 Rezene+DEET: Arap zamkı kullanılarak hazırlanan mikrokapsüllerin aktarıldığı pamuklu kumaş numunelerinin arı kovuculuk özelliklerini göstermektedir.

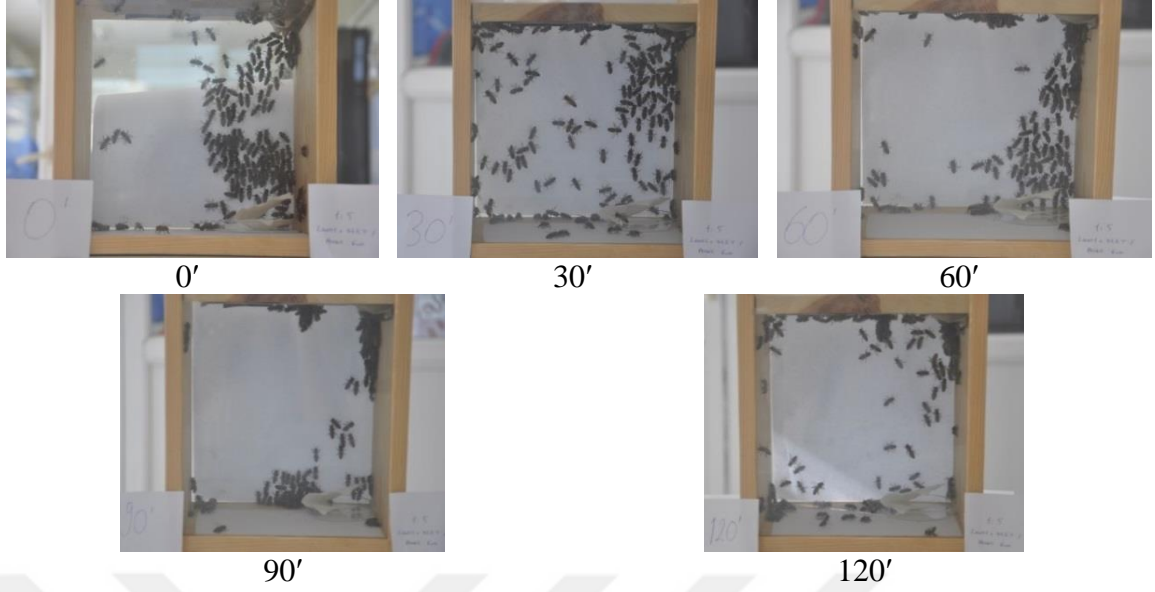


Şekil 4. 65. 1:5 Rezene+DEET: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları

Ölçüm sonuçlarına göre rezene yağı ve DEET karışımından elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin arı kovuculuk özelliği iyi değildir. Ölçüm kabiniinde ölçüm süresinin sonunda arı ölümleri görülmüştür. Bu sonucun nedeni olarak DEET'in rezene yağının arı kovuculuk özelliğini azaltarak toksin özelliği nedeniyle arı ölümlerine neden olduğu düşünülmektedir (Ditzen ve ark., 2008; Lee ve ark., 2010).

4.7.1.12. Defne yağı, DEET ve arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin applike edildiği numunelerin arı kovuculuk ölçümleri

Şekil 4.66 1:5 Defne+DEET: Arap zamkı kullanılarak hazırlanan mikrokapsüllerin aktarıldığı pamuklu kumaş numunelerinin arı kovuculuk özelliklerini göstermektedir.



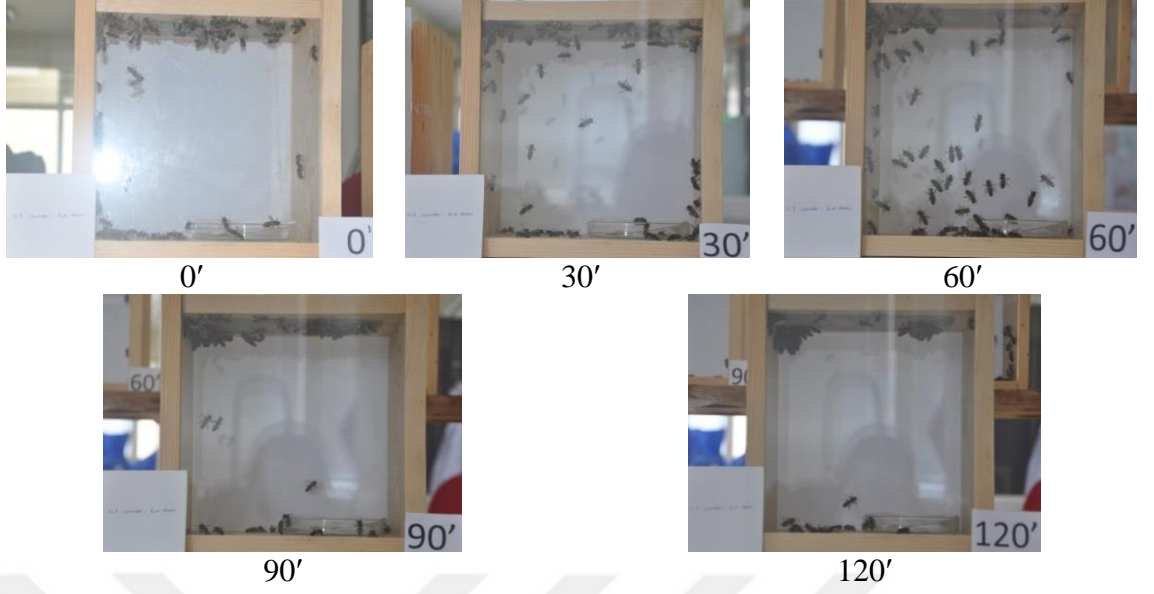
Şekil 4.66. 1:5 Defne+DEET: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm sonuçları

Ölçüm sonuçlarına göre defne yağı ve DEET karışımından elde edilen mikrokapsüllerin arı kovuculuk özelliği yüksektir. Defne yağı ve DEET'in içeriğinde böcek kovucu bileşenlerin bulunması bu etken maddelerin kullanılmasıyla elde edilen mikrokapsüllerin arı kovucu özellikte olmasına neden olmuştur. Ölçüm kabiniinde ölçüm süresinin sonunda 2 adet arının öldüğü görülmüştür. Arı ölümlerine DEET'in neden olduğu düşünülmektedir.

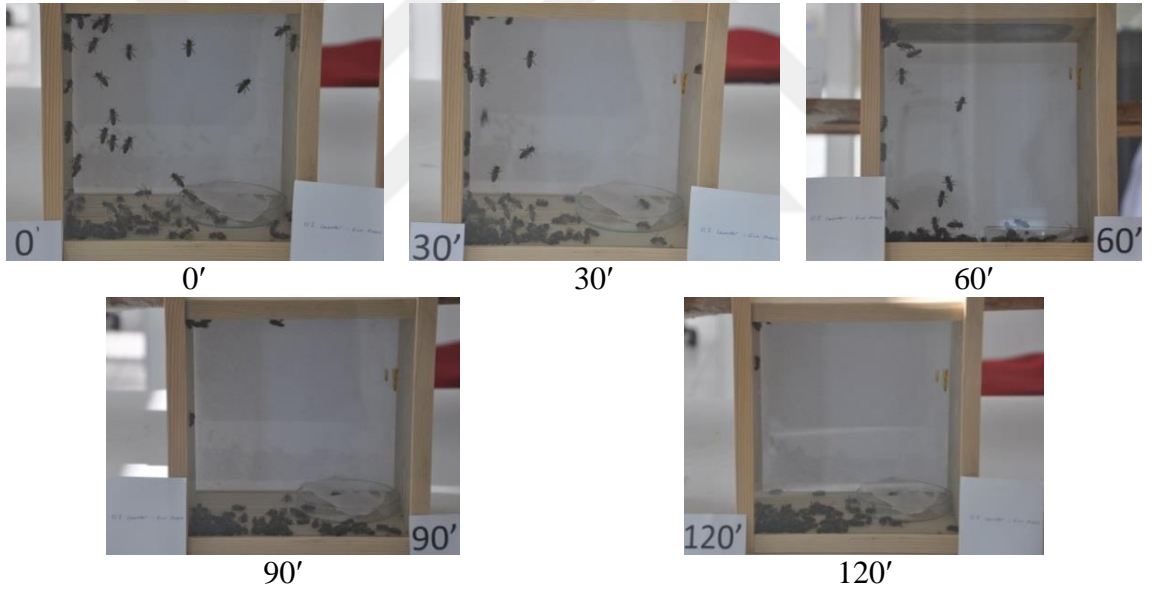
4.7.2. İkinci grupta yer alan mikrokapsüllerin aktarıldığı numuneler

4.7.2.1. Lavanta yağı ve arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin applike edildiği numunelerin arı kovuculuk ölçümleri

Şekil 4.67 ve Şekil 4.68 1:9 ve 1:3 Lavanta: Arap zamkı kullanılarak hazırlanan mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi pamuk/polyester kumaş numunelerinin arı kovuculuk özelliklerini göstermektedir.



Şekil 4.67. 1:9 Lavanta: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları



Şekil 4.68. 1:3 Lavanta: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları

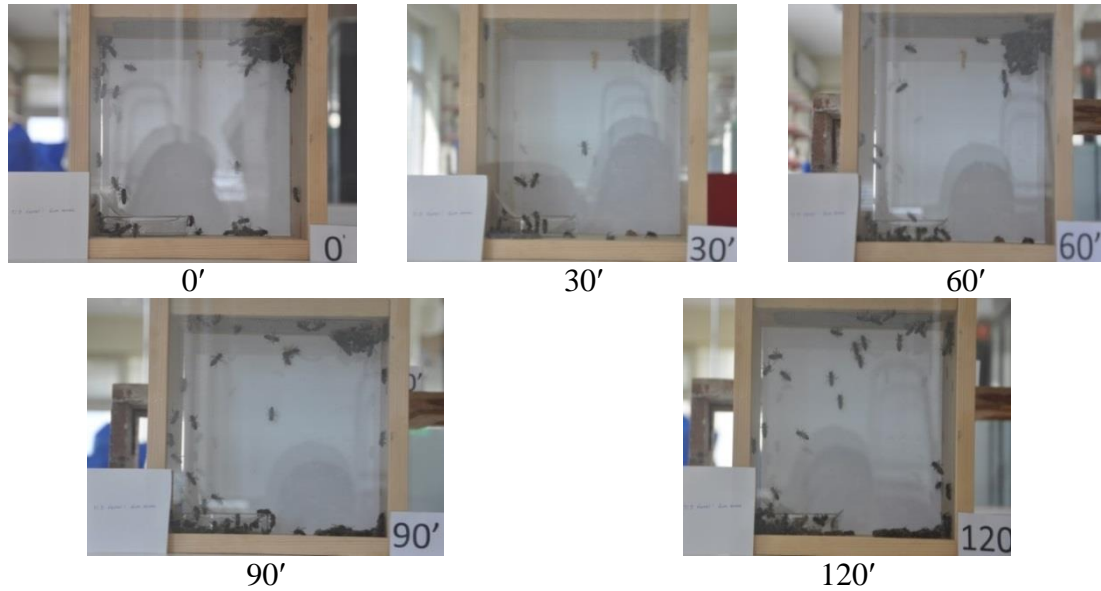
Lavanta yağının 1:3 ve 1:9 etken madde: çeper madde oranında arap zamkı ile kapsüllemesi ve bu kapsüllerin 3/1dimi pamuklu kumaş numunelerine aktarılması sonucunda, elde edilen numunelerin arı kovuculuk ölçüm sonuçları, lavanta yağının etkili bir arı kovuculuk özelliğe sahip olduğunu göstermektedir. Lavanta yağının HPLC ölçümü ile bileşenleri analiz edilmiş ve lavanta yağının içeriğinde etkili birçok böcek

kovucu bileşen olduğu sonucuna varılmıştır. Lavanta yağı içeren mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelere bu bileşenler arı kovuculuk özelliği kazandırmıştır.

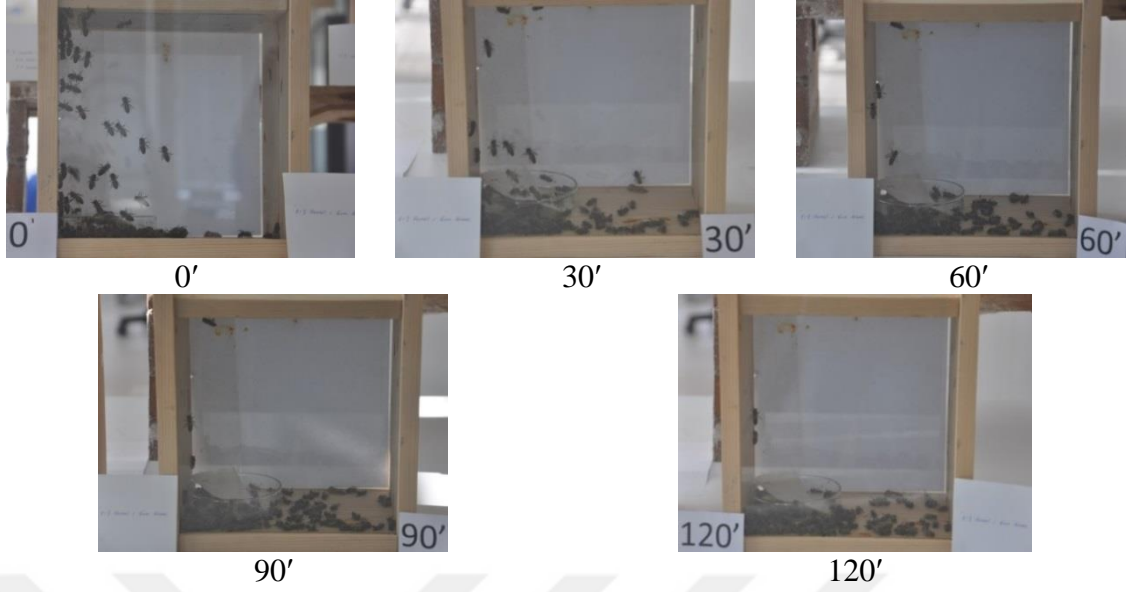
Numunelerin arı kovuculuk ölçüm sonuçları mikrokapsüllerin hazırlanmasında kullanılan lavanta yağının miktarı açısından değerlendirildiğinde, lavanta yağının miktarındaki artış, kabinlerde bulunan arıların hareketlerinin oldukça yavaşlamasına neden olmuş ve bazı arıların buldukları konumda hareketsiz kalmalarına neden olmuştur. Lavanta yağının 1:3 lavanta yağı: çeper madde oranında kapsüllemesi sonucu bu kapsüllerin aktarıldığı numunenin ölçüm kabininde 30. dakikadan itibaren arıların bayılmaya başladığı ve zeminde hareketsiz bir şekilde konumlandıkları görülmektedir. Lavanta yağının kapsülleme işleminde düşük dozlarda kullanımı arılara zarar vermeksizin yüksek dozlarda kullanımına göre daha etkilidir.

4.7.2.2. Rezene yağı ve arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin applike edildiği numunelerin arı kovuculuk ölçümleri

Şekil 4.69 ve Şekil 4.70 1:9 ve 1:3 Rezene: Arap zamkı kullanılarak hazırlanan mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi pamuk/polyester kumaş numunelerinin arı kovuculuk özelliklerini göstermektedir.



Şekil 4.69. 1:9 Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları

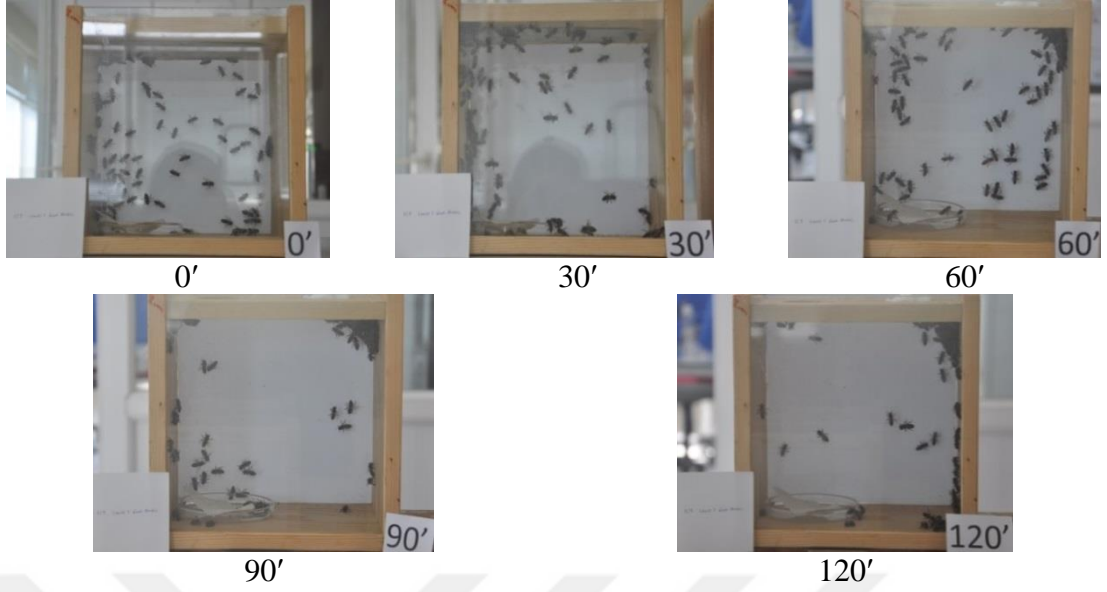


Şekil 4.70. 1:3 Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları

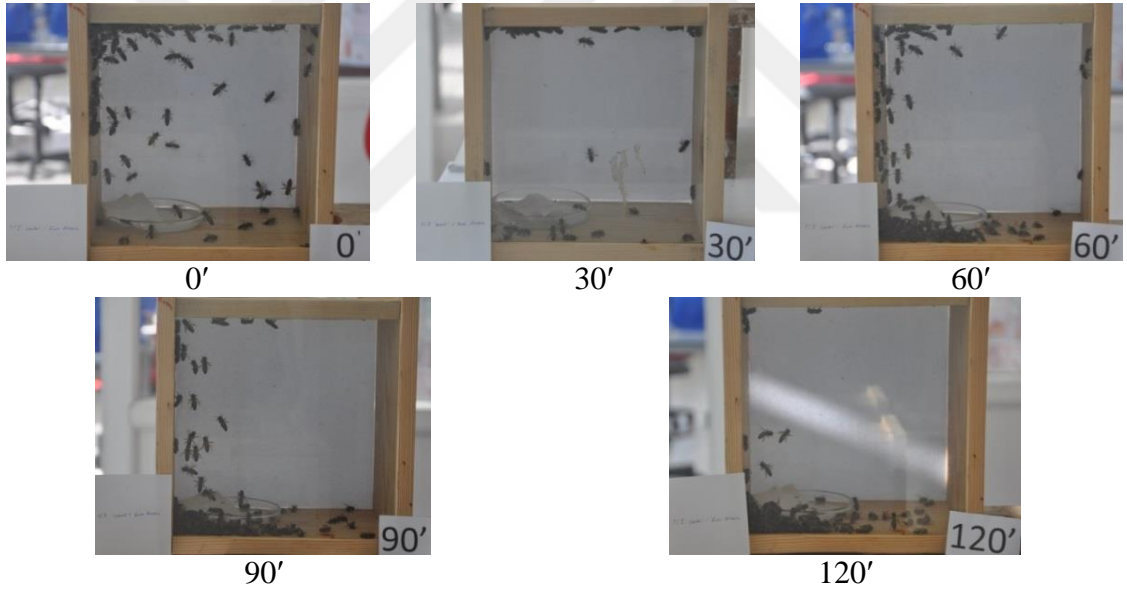
Ölçüm sonuçlarına göre 1:9 Rezene: Arap zamkı mikrokapsüllerin aktarıldığı numunenin bulunduğu kabinde ölçüm süresinin 60.dakikasından itibaren arıların baygınlık geçirdiği ve ölçüm süresi sonuna doğru arıların hareketsiz bir biçimde zeminde konumlandığı görülmüştür. Rezene yağı miktarı artışıyla arı ölümleri başlamış ve 1:3 Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin bulunduğu kabinde bulunan arıların %80'i ölçüm süresi sonunda ölmüştür. Rezene yağı miktarı artışıyla arılarda salgılanan stres hormonu miktarının arttığı ve bu durumun arı ölüm miktarının artışına neden olduğu düşünülmektedir. İlk grupta yer alan numunelerle kıyaslandığında ikinci grupta yer alan numunelerde mikrokapsül miktarı daha fazladır. Bu durum bu numunelerdeki kokunun daha yoğun olmasına neden olmuştur. Ölçüm sonuçlarına göre rezene yağının düşük dozlarda kullanımının etkili bir arı kovuculuk kapasitesine sahip olduğu düşünülmektedir.

4.7.2.3. Defne yağı ve arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin applike edildiği numunelerin arı kovuculuk ölçümleri

Şekil 4.71 ve Şekil 4.72 1:9 ve 1:3 Defne: Arap zamkı kullanılarak hazırlanan mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi pamuk/polyester kumaş numunelerinin arı kovuculuk özelliklerini göstermektedir.



Şekil 4.71. 1:9 Defne: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları



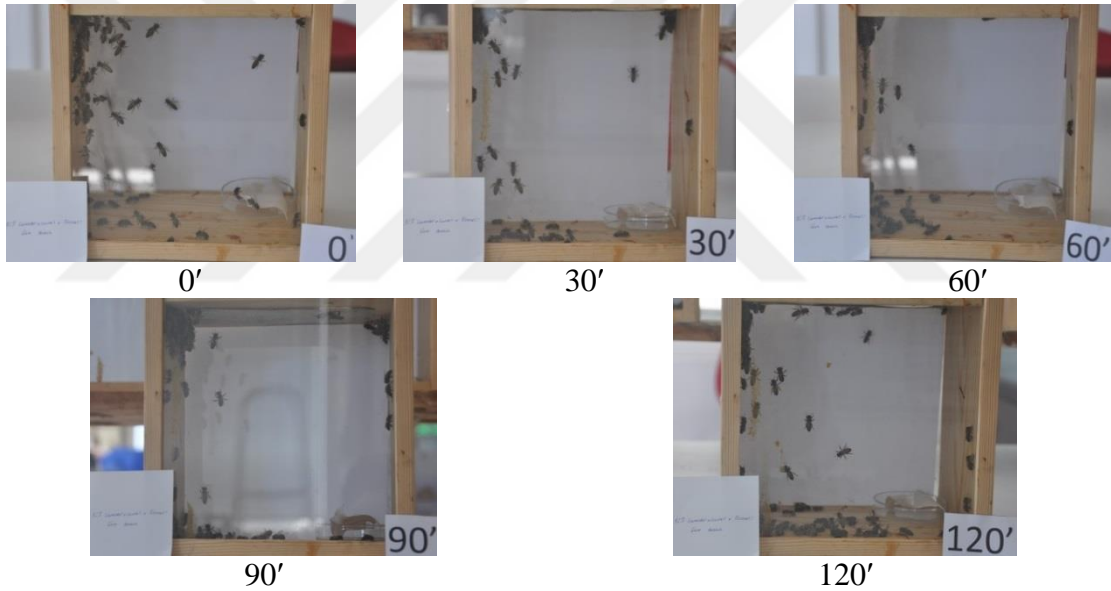
Şekil 4.72. 1:3 Defne: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları

Ölçüm sonuçlarına göre 1:9 Defne: Arap zankı içeren mikrokapsüllerin aktarıldığı pamuklu kumaş numunenin arı kovuculuk özelliği oldukça yüksektir. Ölçüm süresinin 70. dakikasından itibaren arılar numuneden uzak noktada hareketsiz biçimde konumlanmışlardır. Defne yağının HPLC analizi sonucunda oldukça yüksek böcek kovucu özelliğe sahip olduğu saptanmıştır. Mikrokapsüllerin içinde bu bileşenlerin

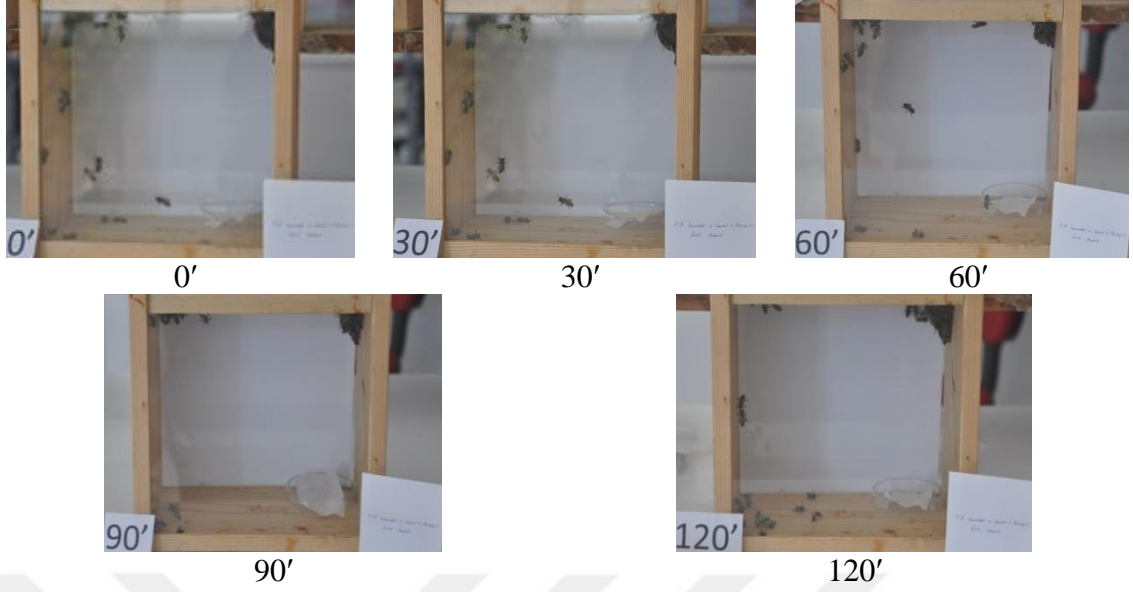
artması sonucunda numunelerin arı kovuculuk özelliğinin arttığı düşünülmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre defne yağının mikrokapsül hazırlamada konsantrasyonunun artışı numunenin arı kovuculuk özelliğini olumsuz etkilemiştir. Arılar doz artışı ile birlikte yoğun kokudan dolayı bayılmış zeminde hareketsiz bir şekilde konumlanmışlardır. Defne yağının düşük dozda kullanımı arı kovuculuğun efektif hale gelmesine neden olmaktadır.

4.7.2.4. Lavanta yağı, rezene yağı, defne yağı ve arap zamkı kullanılarak hazırlanan mikrokapsüllerin aplike edildiği numunelerin arı kovuculuk ölçümleri

Şekil 4.73 ve Şekil 4.74 lavanta+defne+rezene yağının farklı konsantrasyonlarda kullanılması ile hazırlanan mikrokapsüllerin aktarıldığı pamuklu kumaş numunelerinin arı kovuculuk özelliklerini göstermektedir.



Şekil 4.73. 1:3 Lavanta+Defne+Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları



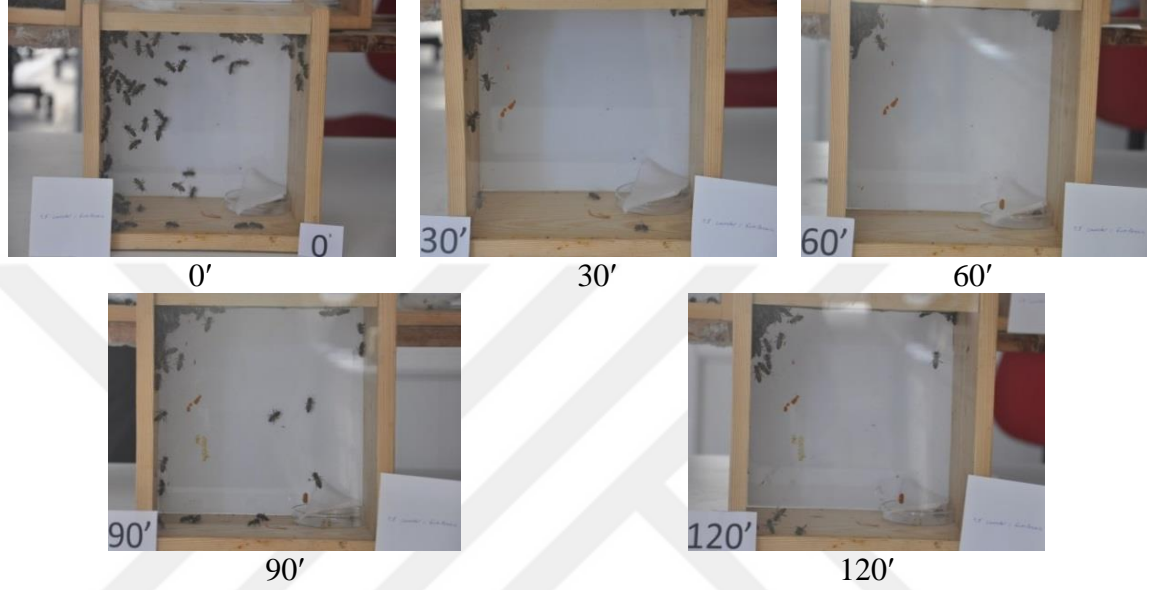
Şekil 4.74. 1:9 Lavanta+Defne+Rezene: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları

Lavanta, defne ve rezene yağının etken madde olarak kullanıldığı mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunelerinin arı kovuculuk ölçüm sonuçları bu yağların karışımı ile elde edilen mikrokapsüllerin oldukça etkili arı kovuculuk kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir. Kullanılan bu yağların içeriği HPLC ile analiz edilmiş ve bu yağlarının bileşenleri literatürde böcek kovucu ajanlar olarak belirlenmiştir (Matsuda ve ark.1996; Visser 1986; Dharmagadda ve ark. 2005; Govindarajan 2010; Rozman ve ark. 2007; Hebeish ve ark. 2008; Pitasawat ve ark. 2007; Babri ve ark. 2012; Rozman ve ark. 2007; Hebeish ve ark. 2008; Obeng-Ofori ve ark. 1997). Böcek kovucu ajanları içeren mikrokapsüllerin aktarıldığı numuneler bu ajanlar sayesinde etkili arı kovuculuk özelliğe sahiptir.

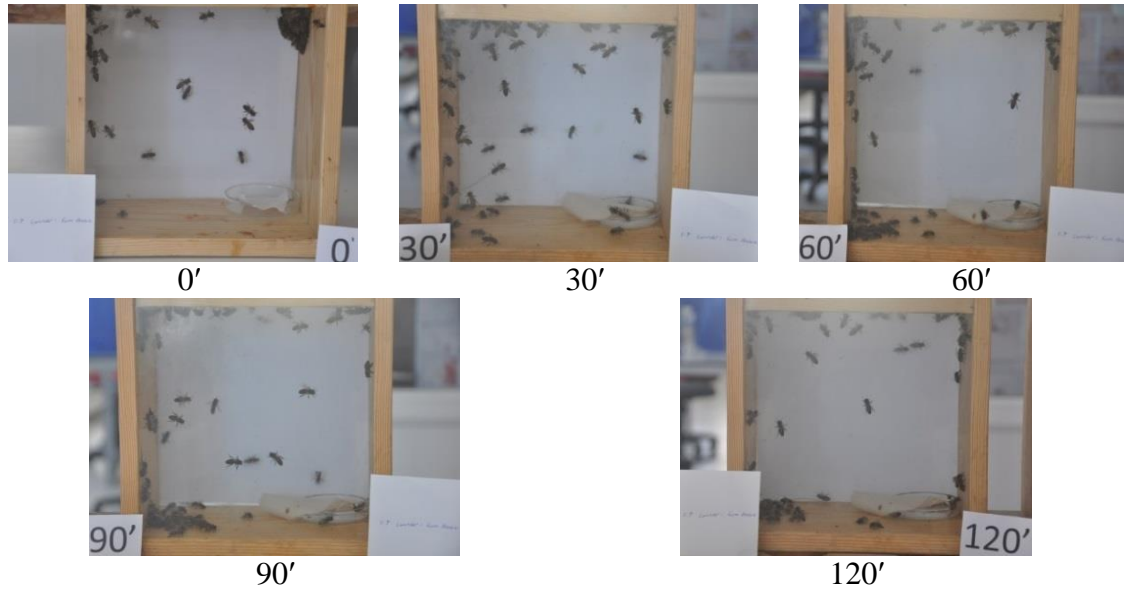
Farklı yağlardan elde edilen mikrokapsüllerin arı kovuculuk özellikleri kullanılan yağların miktarı açısından değerlendirildiğinde, mikrokapsül eldesinde kullanılan etken madde miktarı azalışı ile numunelerin böcek kovuculuk kapasitesinin arttığı görülmüştür. Mikrokapsüllerde etken madde miktarının artışı arıların agresifleşmesine neden olmuş, bu durum sonucunda numunenin arı kovuculuk kapasitesi olumsuz etkilenmiştir. Doz artışı ile arılar kabinin alt tarafında hareketsiz şekilde kümelenmiştir. Doz artışının arıların sinir sistemini olumsuz etkileyerek hareketlerinin kısıtlandığı düşünülmektedir.

4.7.2.5. Farklı konsantrasyonlarda lavanta yağı ve arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin applike edildiği numunelerin arı kovuculuk ölçümleri

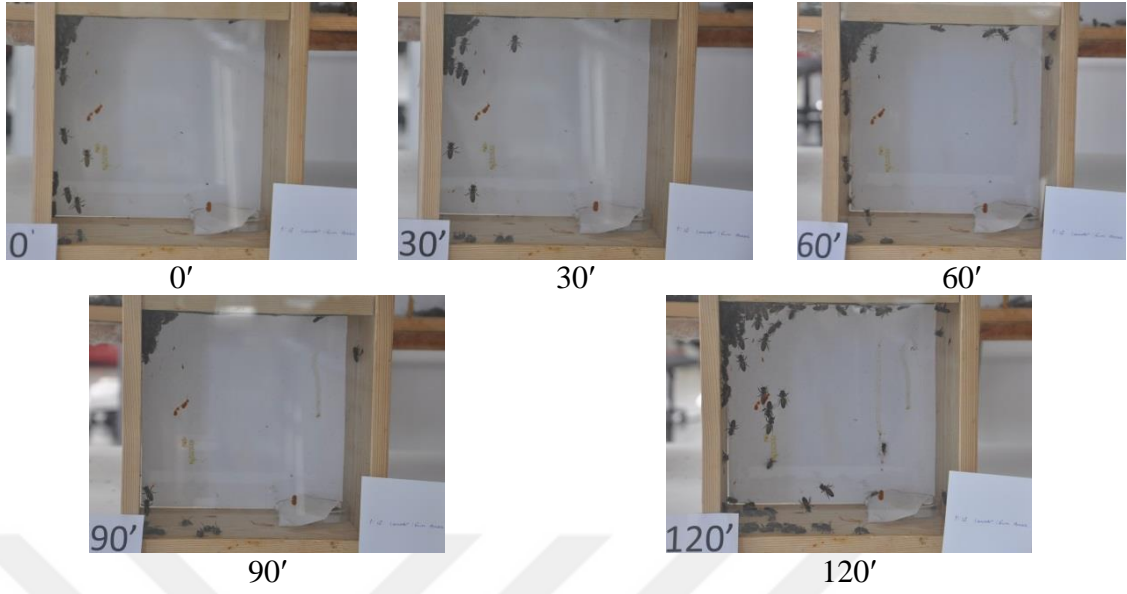
Şekil 4.75, Şekil 4.76, Şekil 4.77, Şekil 4.78, Şekil 4.79 ve Şekil 4.80 lavanta yağının farklı konsantrasyonlarda kullanılması ile hazırlanan mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi pamuk/polyester kumaş numunelerinin arı kovuculuk özelliklerini göstermektedir.



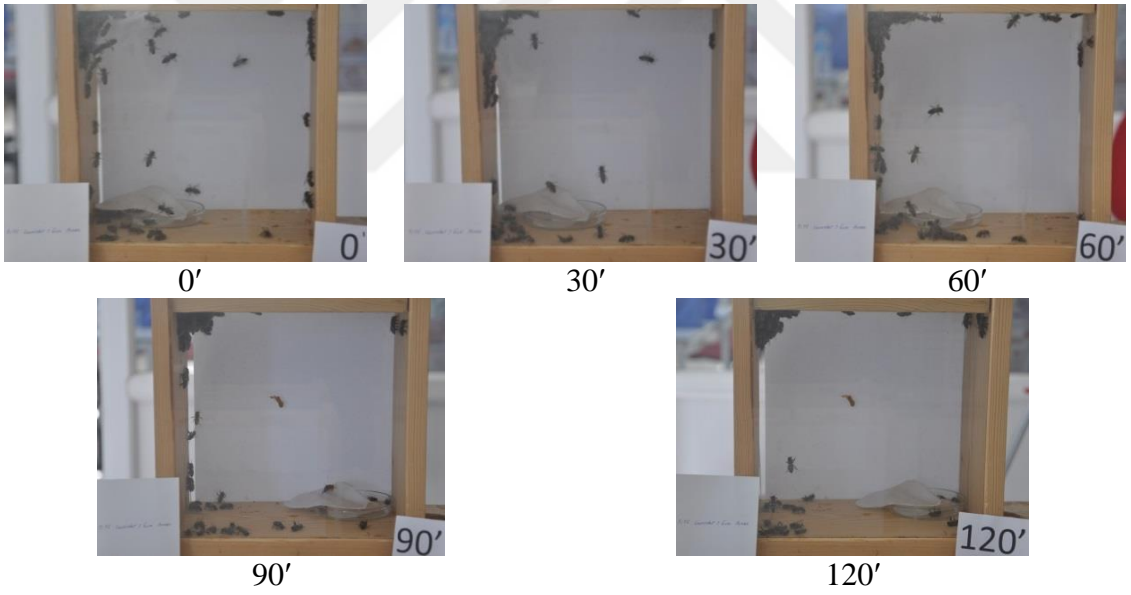
Şekil 4.75. 1:5 Lavanta: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları



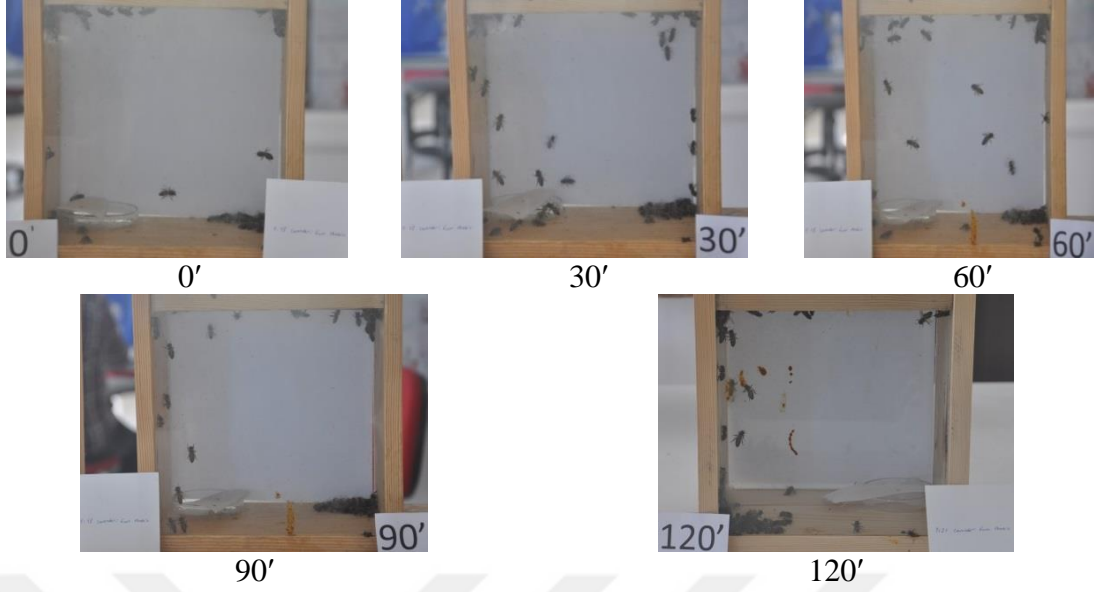
Şekil 4.76. 1:7 Lavanta: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları



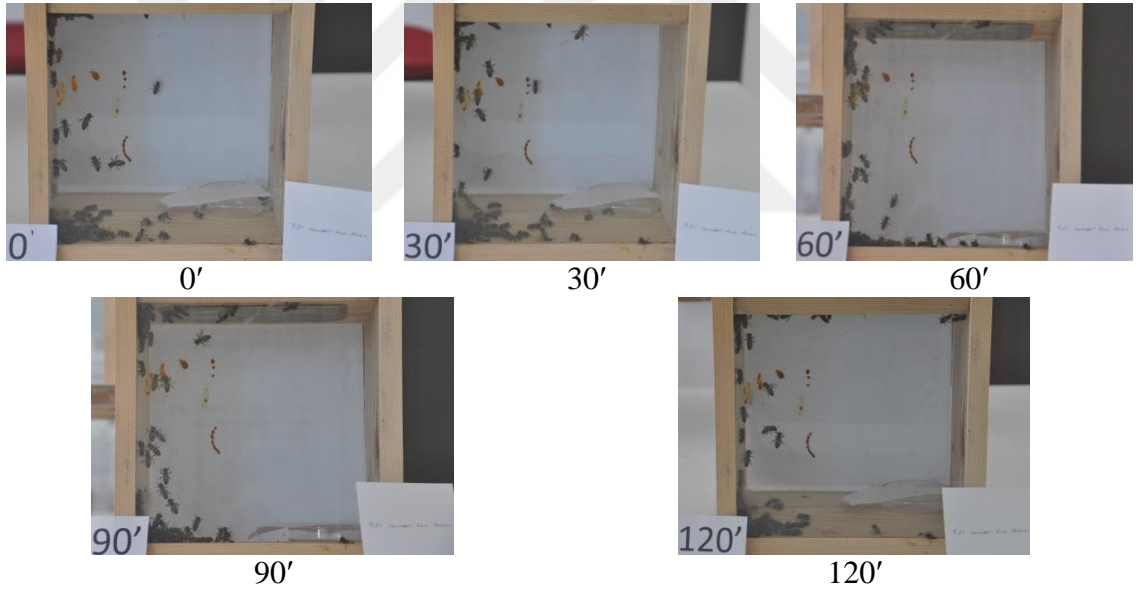
Şekil 4.77. 1:12 Lavanta: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları



Şekil 4.78. 1:15 Lavanta: Arap zankı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları



Şekil 4.79. 1:18 Lavanta: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları



Şekil 4.80. 1:21 Lavanta: Arap zamkı kullanılarak elde edilen mikrokapsüllerin aktarıldığı 3/1 dimi kumaş numunenin ölçüm sonuçları

Lavanta yağının farklı konsantrasyonlarda kullanılmasıyla elde edilen mikrokapsüllerin 3/1 dimi kumaş numunelerine aktarılmasıyla elde edilen arı kovucu kumaşların in-vitro ölçüm sonuçları lavanta yağının etkili bir arı kovucu olduğunu göstermektedir. Lavanta yağı ile hazırlanan mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin bulunduğu kabinlerde arılar numuneden uzak konumda hareketsiz kalmaktadır. Arılar ölçüm süresince numune ile temasta bulunmamıştır. Lavanta yağının HPLC ölçümü ile bileşenleri analiz

edilmiş ve lavanta yağının içeriğinde etkili birçok böcek kovucu bileşen olduğu sonucuna varılmıştır. Bu bileşenler sayesinde lavanta yağı etkili bir böcek kovucudur.

Numunelerin arı kovuculuk özellikleri lavanta yağı miktarı açısından değerlendirildiğinde, mikrokapsüllerin hazırlanmasında kullanılan lavanta yağı miktarı azalışı lavanta yağı içeren mikrokapsüllerin arı kovuculuk kapasitesini olumlu etkide etkilemiştir. Lavanta yağı düşük miktarlarda kullanıldığında bile oldukça etkili bir arı kovuculuk kapasitesine sahiptir. Ölçüm sonuçları neticesinde, lavanta yağının düşük miktarlarda kullanımı lavanta yağı içeren mikrokapsüllerin arı kovuculuk kapasitesini düşürmeyeceği sonucuna varılmıştır.

4.7.3. Numunelerin arı kovuculuk etkilerinin etken madde türüne göre kıyaslanması

Farklı etken maddeler kullanılarak hazırlanan mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin arı kovuculuk etkileri, etken madde cinsi açısından kıyaslandığında lavanta ve rezene yağının etkisi birbirlerine yakın ve yüksektir. Bu yağlardan lavanta yağının defne yağına oranla daha yüksek arı kovuculuk özelliğe sahip olmasının nedeni olarak aktif böcek kovucu ajan olarak bilinen α -pinen, β -pinen ve limonenin miktarı lavanta yağında daha yüksektir. Bu bileşenlerin lavanta yağında daha yüksek oranda bulunması lavanta yağının arılara karşı daha etkili olmasına neden olduğu düşünülmektedir. Rezene yağının arılara karşı defne yağından daha etkili olmasının nedeni olarak rezene yağının etken bileşenlerinden limonen miktarının defne yağından daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde bir çok araştırmacı da limonenin oldukça etkili böcek kovucu özellikte olduğu sonucuna varmıştır (Hebeish ve ark., 2008; Windsor ve Neilen, 2014; Jeanson ve ark., 2006; Gillij ve ark., 2008). Yağların karışım olarak kullanılması ile lavanta ve defne yağının karışımını içeren numunelerin arı kovuculuk özellikleri kötüdür. Bu iki yağın karışım kokusu arılarda stres hormonunun artışına neden olmuş ve arıları agresifleştirmiştir. Rezene yağı içeren karışımları içeren numunelerin arı kovuculuk etkisi yüksektir. Rezene yağında limonen miktarının yüksek olması numunelerin arı kovuculuk etkisini artırmıştır.

Esansiyel yağların arı kovuculuk etkileri DEET ile kıyaslandığında, esansiyel yağlarda etkinin daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Esansiyel yağlar tüm dozlarda kullanımı arıların ölümüne neden olmazken, DEET arıların ölümüne neden olmuş, DEET'e

seansiyel yağların ilave edilmesi de DEET'in arılar üzerindeki toksin etkisi ortadan kaldırılamamıştır. Çalışma kapsamında kullanılan etken maddelerden DEET arılar için oldukça toksindir ve ölümcüldür.

4.7.4. Birinci ve ikinci grupta bulunan numunelerin arı kovuculuk etkilerinin kıyaslanması

Birinci grupta yer alan mikrokapsüllerin hazırlanmasında arap zamkı 1:7 oranında su kullanılarak çözülmüştür. Hazırlanan mikrokapsüller 5x10 cm boyutlarında %100 pamuklu kumaşlara aktarılmıştır. Bu kumaş numunelerinde mikrokapsüllerin aktarılıp kurutulmasından sonra ağırlık artışının %40 olduğu sonucuna varılmıştır. İkinci grupta yer alan mikrokapsüllerin hazırlanmasında arap zamkı 1:5 oranında su kullanılarak çözülmüştür. Hazırlanan mikrokapsüller 10x5 cm boyutlarında %70 pamuk/%30 PET 3/1 dimi kumaş numunelerine aktarılmıştır. Bu kumaş numunelerinde mikrokapsüllerin aktarılıp kurutulmasından sonra ağırlık artışının %60 olduğu sonucuna varılmıştır. İn-vitro ortamda yapılan ölçümler sonucunda birinci ve ikinci grupta yer alan numunelerin arı kovuculuk etkileri arasında dikkate değer farklılıklar yoktur. Birinci ve ikinci grupta yer alan numunelerin arı kovuculuk etkileri karşılaştırıldığında ikinci grupta yer alan numunelerde etken madde dozu artışı ile numunelerin bulunduğu kabinlerdeki arıların hareketi yavaşlamıştır. Bu durumun nedeni olarak ikinci grupta yer alan numunelere daha fazla mikrokapsül aktarılmış olması düşünülmektedir. İkinci grupta yer alan numunelerde koku daha yoğundur ve yoğun koku arıların ölçüm süresince baygınlık geçirmesine neden olmuştur.

4.8. Numunelerin Saha Ortamında Arı Kovuculuk Özellikleri

İN-vitro ortamda arı kovuculuk özelliklerinin test edildiği mikrokapsüller 1:3 Lavanta:Arap zamkı, 1:5 Lavanta:Arap zamkı ve 1:7 Defne:Arap zamkı 1/3 dimi pamuk/polyester kumaş numunelerine aktarılmış ve arıcı kıyafetinin 10 farklı noktasına fiziksel olarak dahil edilmiştir. Numunelerin arı kovuculuk kapasiteleri Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Arılıkları'nda 25 °C ortam sıcaklığında Ekim ayında analiz edilmiştir. Arıcı giysilerinin arı kovuculuk özellikleri yarım saat süreyle analiz edilmiş, analizler bu süre zarfında video ile kayıt altına alınmış ayrıca analizlerin ilk ve son dakikasında giysilerin arı kovuculuk özellikleri fotoğraf makinesi ile

görüntülenmiştir. Numunelerin saha ortamındaki arı kovuculuk kapasitelerini gösteren fotoğraflar Şekil 4.81, Şekil 4.82, Şekil 4.83 ve Şekil 4.84'te yer almaktadır.



0. dakika



30. dakika

Şekil 4.81. 1:3 Lavanta: Arap zamkı mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin pamuk elyafından oluşan arıcı giysisine dahil edilmesi sonucu elde edilen giysilerin arı kovuculuk özellikleri



0. dakika



30. dakika

Şekil 4.82. 1:5 Lavanta: Arap zamkı mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin pamuk elyafından oluşan arıcı giysisine dahil edilmesi sonucu elde edilen giysilerin arı kovuculuk özellikleri



0. dakika



30. dakika

Şekil 4.83. 1:5 Lavanta: Arap zamkı mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin pamuk/polyester elyafından oluşan arıcı giysisine dahil edilmesi sonucu elde edilen giysilerin arı kovuculuk özellikleri



0. dakika



30. dakika

Şekil 4.84. 1:7 Defne: Arap zamkı mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerin pamuk elyafından oluşan arıcı giysisine dahil edilmesi sonucu elde edilen giysilerin arı kovuculuk özellikleri

Farklı mikrokapsüllerin dimi kumaş numunelerine aktarıldığı kumaş numunelerinin arı kovuculuk özellikleri incelendiğinde, elde edilen arıcı kıyafetlerine arıların konmadığı belirlenmiştir. 1:3 Lavanta: Arap zamkı mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerden elde edilen pamuk elyafından üretilen arı kovucu giysiye arılar 1 metre mesafede uzakta kalacak şekilde konumlanmış, arılar ölçüm süresince giysilere konmamıştır. Arılar sinir ve irritasyon göstermiştir. Ayrıca kovanlar açıldığında arılar giysiden uzaklaşmış olmalarına rağmen irritasyon ve sinirlilik düşündürücüdür. 1:5 Lavanta: Arap zamkı mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerden elde edilen pamuk elyafından elde edilen arı kovucu giysiye arılar konmamış, arılar giysiden uzak durmuştur. Arılar 5 metre mesafeden itibaren arıcıyı takibi bırakmıştır ve elde edilen giysinin etkili arı kovucu özelliğe sahip olduğu belirlenmiştir. 1:5 Lavanta: Arap zamkı mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerden elde edilen pamuk/polyester arı kovucu giysiye arılar konmamış ve elde edilen giysinin etkili arı kovucu özelliğe sahip olduğu belirlenmiştir. 1:5 Defne: Arap zamkı mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerden elde edilen pamuk elyafından oluşan arı kovucu giysiye kovan açıldığında arılar yaklaşmış ancak arılar giysiye konmamıştır. Arıların arıcıya 10 metre mesafede kalacak şekilde konulduğu belirlenmiştir.

5. SONUÇ

Türkiye doğal koşullarının, uygun iklim ve flora zenginliği nedeniyle büyük bir arıcılık potansiyeline sahiptir. Ayrıca ülkemiz farklı iklim ve ekolojik şartlara uyum sağlamış bal arısı ırk ve eko tiplerinin büyük genetik çeşitliğine sahiptir. Her bir arı ırkı ve eko tipi morfolojik, fizyolojik ve davranış karakterleri açısından buldukları bölgenin özelliklerini yansıtmaktadır. Arıcılık, bitkisel üretime olan katkısı ve insan sağlığındaki önemi nedeni ile de Türkiye'nin en yaygın tarımsal etkinliklerinden birisidir. Türkiye coğrafi konumu ve ekolojisi ile iklime bakılarak mart ve kasım ayları arasında arıcılık faaliyetleri için ideal bir ülke konumundadır. Ülkenin her mevsime uygun zengin arıcılık alanlarının olması, özellikle turuncğil, çam ve kestane alanlarına, kültür bitkilerinin çeşitliliğine ve dağlık bölgelerdeki doğal floral kaynaklara sahip olması nedeniyle pek çok arı yetiştiricisi, kolonilerini kışlatmak, geliştirmek ve üretim yapmak amacıyla yoğun gezginci arıcılık faaliyeti göstermektedir. Türkiye 2016 yılında 7.900.364 koloni sayısı ve 105.727 ton bal üretimi ile dünyada Çin'den sonra gelen ikinci ülke konumundadır (<http://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/HAYGEM.pdf>).

Gelişen teknoloji her alanda olduğu gibi tekstil sektöründe de fonksiyonel ürün tasarımını öncelikli hale getirmiştir. Ürünlerin estetik görünümü yanında fonksiyonelliği, konfor özellikleri, kullanıcının sağlığına zarar vermemesi ve ekonomik olması tüketicilerin talepleri arasındadır. Ayrıca enerji kaynaklarının giderek çok daha pahalı ve sınırlı hale gelmesi, çevre bilincinin giderek gelişmesi hayatın her alanında olduğu gibi tekstil sektöründe de enerji ve su tasarrufunu zorunlu hale getirmiştir.

Tekstil sektöründe hem sanayileşmeyi sürdürmek hem de çevreyi koruyabilmek için konvansiyonel yöntemlere alternatif yöntem arayışları hız kazanmıştır. Bu yöntemlerin arasından mikrokapsül uygulamaları özellikle sağladığı çevresel ve ekonomik avantajlar açısından diğer metotlardan bir adım öne çıkmaktadır.

Bitim işlemleri tekstil mamullerine uygulanan son işlemlerdir ve tüketicinin güç tutuşluluk, su iticilik, antibakteriyellik, koku salma, böcek kovma gibi isteklerinin karşılandığı aşamadır. Bu özellikler tekstil mamülüne kazandırıldıktan sonra kullanım ömrünün uzun olması istenmektedir. Mikrokapsülasyon, fonksiyonel bitim işlemlerinin

etkisini uzatması bakımından önemli bir tekniktir. Özellikle kontrollü salım gibi etkiler istendiğinde rakipsiz görülmektedir. Mikrokapsülasyon aynı zamanda boya, baskı gibi diğer yaş işlemlere de uygulanabilmektedir. Yıkama şartları, kullanım koşulları gibi çevresel etkiler birçok maddenin uzun ömürlü kullanımlarını sınırlar. Bu tür maddeler mikrokapsülasyon tekniği ile bir çeperle koruma altına alınır ve çevreye karşı dayanımları artırılır.

Tekstil bitim işlemlerinde sağladığı uzun süreli etki nedeniyle mikrokapsülasyon tekniği kullanımına son günlerde sıkça rastlanmaktadır. Mikrokapsülasyon, ilaç, protein, boya veya kozmetikler gibi çeşitli kimyasalların sıvı, gaz veya katı halde uygun bir çeper içerisinde hapsedilmesidir.

Bu tez çalışmasında arıcılık sektöründe kullanılmak üzere arı kovucu giysinin üretilmesi amaçlanmıştır. Arıcılık sektöründe kullanılmak istenen giysiden beklenen özellikler ise arıları arıcıya yaklaştırmaması, uzun süreli etkiye sahip olması, arılara ve kullanıcıya zararlı etkiye sahip olmamasıdır. Bu amaçla lavanta, defne, rezene ve bu yağların birleşiminden oluşan çekirdek maddeler arap zankı ile kapsüllenmiştir. Çalışmada bu yağların seçilme nedeni ise yağların HPLC analizi ile içerik analizleri yapılarak, bu yağların bileşenlerin aktif böcek kovucu özellikte olması ve bu bileşenlerden dolayı bu yağların da böcek kovucu olarak düşünülmüş olmasıdır. Kullanılan yağlar doğal, kolay elde edilebilir, ülkemizde yetiştirilebilen ve oldukça ekonomik olmasından dolayı arap zankının 1:7 ve 1:5 oranında su kullanılarak hazırlanan çözeltisi ile mikrokapsüllenmiştir. Ayrıca bu yağların etkinlikleri etkili bir sentetik kovucu ajan olan DEET ile karşılaştırılmıştır. Mikrokapsüllerin elde edilip edilmediği ışık mikroskobu ile analiz edilmiştir. Işık mikroskobu analizi ile mikrokapsüllerin elde edildiği sonucuna varıldıktan sonra esansiyel yağlar, arap zankı çözeltisi ve mikrokapsüllerin FTIR analizi yapılmıştır. Ayrıca ışık mikroskobu ile görüntüleme işlemi ardından, mikrokapsüllerin partikül boyutu analizi ve dağılımı MATLAB programı kullanılarak görüntü işleme teknikleri ile yapılmıştır. Bu işlemlerin ardından mikrokapsüller %100 pamuklu bezayağı kumaş numunelerine farklı ortamlarda daldırma yöntemi ile aktarılmıştır. Daldırma yönteminin kullanılmasının nedeni farklı çekirdek madde kokularının birbirine karışmasının istenmemesidir. Daldırma işlemi ardından numuneler farklı ortamlarda kendi halinde kurumaya bırakılmıştır. Mikrokapsüllerin kumaş

numuneleri içinde varlığını belirlemek için SEM analizi yapılmıştır. Numunelerin arı kovuculuk özellikleri in-vitro ortamda test edilmiştir. İn-vitro çalışmalar için çam ağacı ve cam kullanılarak özel test kabinleri tasarlanmış ve çalışmalar 2 saat süreyle Nikon D90 fotoğraf makinesi ile görüntülenmiştir. İn-vitro çalışmaların ardından arı kovuculuk özellikleri yüksek olan etken maddeler 1:5 oranında su kullanılarak çözünen arap zıncı çöeltisi ile mikrokapsüllenmiştir. Elde edilen bu mikrokapsüller ikinci grup mikrokapsüller olarak adlandırılmış ve %70 pamuk/%30 PET 3/1 dimi desendeki kumaş numunelerine aktarılmıştır. İkinci grupta elde edilen mikrokapsüllerin ışık mikroskobu, partikül boyutu dağılımı analiz edilmiş, kumaş numunelerinin ise SEM analizi ve in-vitro ortamda arı kovuculuk özellikleri analiz edilmiştir.

İlk grupta yer alan mikrokapsüllerin in-vitro ortamda arı kovuculuk özelliklerinin analizi sonrasında arı kovuculuk özellikleri yüksek olan mikrokapsüller yeniden hazırlanarak %70 pamuk/ %30 PET karışımı 3/1 dimi kumaş numunelerine aktarılmış ve bu numuneler arıci kıyafeti üzerine dahil edilerek saha ortamında arı kovuculuk kapasiteleri analiz edilmiştir.

Tez çalışması kapsamında üretilen 48 adet mikrokapsülün ışık mikroskobu analizi mikrokapsüllerin başarılı bir şekilde elde edildiğini göstermektedir. Ayrıca ışık mikroskobu analizi sonucunda mikrokapsüllerin düzenli küresel şekilde olduğu belirlenmiştir. Mikrokapsüllerin boyutlarını etken madde türü farklılığı dikkate değer şekilde etkilememiştir. Mikrokapsüllerin boyutu etken madde: çeper madde oranının değişimi ile farklılık göstermiştir. Etken madde: çeper madde oranının artması ile mikrokapsüllerin boyutları azalmıştır. Ayrıca çeper madde olan arap zıncının daha düşük oranda su ile çözülmesi ve mikrokapsül eldesinde sürenin uzaması mikrokapsül boyutlarının küçülmesine neden olmuştur. Literatürde de mikrokapsülleme işlem süresi ve çeper madde viskozitesinin mikrokapsül boyutunu etkilediği belirtilmiştir.

Işık mikroskobu görüntülerinden hareketle mikrokapsüllerin partikül boyutu dağılımı MATLAB programı kullanılarak görüntü işleme teknikleri ile yapılmıştır. Literatürde bazı araştırmacılar hazırladıkları mikrokapsüllerin partikül boyutu dağılımını ışık mikroskobu görüntülerinden analiz etmiştir. Partikül boyutu analizi sonucunda mikrokapsüllerin partikül boyutu dağılımı önemli ölçüde farklılık göstermemiştir. Mikrokapsüllerin ortalama partikül boyutları birbirine yakındır. Bu durumun nedeni

olarak çekirdek madde olarak kullanılan esansiyel yağların vizkozite değerlerinin birbirlerine yakın değerler olması düşünülmektedir. Sonuçlar mikrokapsüllerde çekirdek madde: çeper madde oranının artışı ile mikrokapsüllerin partikül boyutlarının azaldığını göstermektedir. Ayrıca mikrokapsül eldesinde kullanılan arap zankı çözeltilisinde arap zankı miktarının artışı ve işlem süresinin uzaması mikrokapsüllerin partikül boyutu değerinin azalmasına neden olmuştur.

Işık mikroskobu analizi sonucunda birinci grupta hazırlanan mikrokapsüller %100 pamuk bezayağı kumaş numunelerine, ikinci grupta yer alan mikrokapsüller %70 pamuk/%30 PET kumaş numunelerine daldırma yöntemi ile aktarılmıştır. Mikrokapsüllerin kumaş numunelerine aktarılıp aktarılmadığı ise SEM analizi ile belirlenmiştir. Analiz sonuçları mikrokapsüllerin kumaş numunelerine başarılı bir şekilde aktarıldığını göstermektedir. İkinci grupta hazırlanan mikrokapsüllerin aktarıldığı numunelerde mikrokapsüller daha yoğun ve daha küçük partikül boyuntunda kumaş numuneleri üzerinde görülmektedir. Bu durum ışık mikroskobu görüntüleri ve partikül boyutu dağılımı analizi sonuçları ile örtüşmektedir.

Numunelerin arı kovuculuk özelliklerinin in-vitro ortamda incelenmesi sonucu, esansiyel yağların arı kovuculuk özelliklerinin oldukça yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca esansiyel yağlar arıların ölümüne neden olmamıştır. Esansiyel yağların arı kovuculuk etkisi, sentetik böcek kovucu ajan olan DEET ile kıyaslandığında oldukça umut vaat edicidir. Esansiyel yağların kovuculuk etkisi DEET'ten daha yüksektir. Ayrıca esansiyel yağlar doğal oldukları için kullanıcı ve arıların ölümüne neden olmamaktadır. Esansiyel yağların arı kovuculuk özellikleri kendi aralarında kıyaslandığında lavanta ve rezene yağının arı kovuculuk etkisinin daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Mikrokapsüllerin arı kovuculuk etkisi çekirdek madde konsantrasyonu açısından incelendiğinde, çekirdek madde miktarının azalması ile arı kovuculuk etkinin arttığı gözlemlenmiştir. Diğer bir açıklama ile, çekirdek:çeper madde oranının 1:9, 1:7, 1:5, ve 1:3 olarak kullanılması sonucu ile elde edilen mikrokapsüllerin genellikle 1:9 çekirdek:çeper oranında kullanımları ile elde edilen arı kovuculuk etkisi diğer oranlarla kıyaslandığında daha yüksek oranda arı kovuculuk kapasitesine sahiptir. Yüksek dozda (1:3 çekirdek:çeper madde oranında) arıların ölçüm süresince daha agrasif olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca esansiyel yağların düşük miktarda kullanımı

elde edilecek arıcı kıyafetinin maliyetini düşürecektir. Esansiyel yağların mikrokapsül eldesinde karışım şeklinde kullanılmasının ölçümlerde arıların agresifleşmesine neden olduğu sonucuna varılmıştır.

İn-vitro ortamda arı kovuculuk özelliklerinin test edildiği mikrokapsüller 1:3 Lavanta: Arap zankı, 1:5 Lavanta: Arap zankı, ve 1:7 Defne: Arap zankı 1/3 dimi pamuk/polyester kumaş numunelerine aktarılmış ve arıcı kıyafetinin 10 farklı noktasına fiziksel olarak dahil edilmiştir. Bu giysilerin saha araştırması sonucunda etkili arı kovuculuk kapasitesine sahip olduğu sonucuna varılmıştır.



KAYNAKLAR

- Abou-Donia, M.B., Wilmarth, K., Jensen, K.F., Oehme, F.W., Kurt, T. 1996.** Neurotoxicity resulting from coexposure to pyridostigmine bromide, DEET, and permethrin: implications of gulf war chemical exposures, *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 48(1): 35-56.
- Abiy, E., Micheal, T.G., Balkew, M., Medhin, G. 2015.** Repellent efficacy of DEET, MyggA, neem (*Azadirachta indica*) oil and chinaberry (*Melia azedarach*) oil against *Anopheles arabiensis*, the principal malaria vector in Ethiopia, *Malaria Journal*, 14(1): 187.
- Aina, A., Gupta, M., Boukari, Y., Morris, A., Billa, N., Doughty, S. 2016.** Monitoring model drug microencapsulation in PLGA scaffolds using X-ray powder diffraction, *Saudi Pharmaceutical Journal*, 24(2): 227-231.
- Alonso, D., Gimeno, M., Sepulveda-Sanchez, J.D., Shirai, K. 2010.** Chitosan-Based microcapsules containing grapefruit Seed extract grafted onto cellulose fibres by a non-toxic procedure, *Carbohydrate Research*, 345(6): 854-859.
- Alonso, M.L., Laza, J.M., Alonso, R.M., Jiménez, R.M., Vilas, J.L., Fañanás, R. 2013.** Pesticides microencapsulation. A safe and sustainable industrial process, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 89(7): 1077-1085.
- Alkan, C., Sari, A., Karaipekli, A., Uzun, O. 2007.** Preparation, characterization, and thermal properties of microencapsulated phase change material for thermal energy storage, *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 93(1): 143-147.
- Anal, A.K., Singh, H. 2007.** Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery, *Trends in Food Science & Technology*, 18: 240-251.
- Amine, K.M., Champagne, C.P., Salmieri, S., Britten, M., St-Gelais, D., Fustier, P., Lacroix, M. 2014.** Effect of palmitoylated alginate microencapsulation on viability of *Bifidobacterium longum* during freeze-drying, *LWT - Food Science and Technology*, 56: 111-117.
- Antwi, F.B., Shama, L.M., Peterson, R.K.D. 2008.** Risk assessments for the insect repellents DEET and picaridin, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 51: 31-36.
- Arshady, R. 1990.** Albumin microspheres and microcapsules: Methodology of manufacturing techniques, *Journal of Controlled Release*, 14(2): 111-131.
- Ausländer, S., Wieland, M., Fussenegger, M. 2012.** Smart medication through combination of synthetic biology and cell microencapsulation, *Metabolic Engineering*, 14(3): 252-260.
- Babri, R.A., Khokhar, I., Mahmood, Z., Mahmud, S. 2012.** Chemical composition and insecticidal activity of the essential oil of *Anethum Graveolens* L., *Science International*, 24(4): 453-455.

Badıllı, U., Tarımcı, N. 2009. Elektro-püskürtme yöntemi ve nanoteknolojideki uygulamaları, *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 38(2): 117-135.

Bariş, S.M. 2011. Antikolinesteraz ilaç piridostigmin bromürün kitosan/sodyum aljinat emulsiyon çapraz bağlı ve kitosan/metil selüloz iç içe geçmiş ağ yapılı mikrokürelerden salınımı, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Ankara.

Bakry, A.M., Abbas, S., Ali, B., Majeed, H., Abouelwafa, M.Y., Mousa, A., Liang, L. 2015. Microencapsulation of oils: a comprehensive review of benefits, techniques, and applications, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15; 143-182.

Bansode, S.S., Banarjee, S.K., Gaikwad, D.D., Jadhav, S.L., Thorat, R.M. 2010. Microencapsulation: A Review, *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 1(2): 38-43.

Battista, C.A.D., Constenla, D., Rigo, M.V.R., Piña, J. 2015. The use of arabic gum, maltodextrin and surfactants in the microencapsulation of phytosterols by spray drying, *Powder Technology*, 286: 193-201.

Bel, J.W., Veltri, J.C., Page, B.C. 2002. Human exposures to N,N-diethyl-m-toluamide insect repellents reported to the American Association of Poison Control Centers 1993-1997, *International Journal of Toxicology*, 21: 341-352.

Benelli, G., Bedini, S., Cosci, F., Toniolo, C., Conti, B., Nicoletti, M. 2015. Larvicidal and ovideterrent properties of neem oil and fractions against the filariasis vector *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae): A bioactivity survey across production sites, *Parasitol Research*, 114: 227-236.

Beristain, C.I., García, H.S., Vernon-Carter, E.J. 2001. Spray-dried encapsulation of cardamom (*elettaria cardamomum*) essential oil with mesquite (*prosopis juliflora*) gum, *Food Science Technology*, 34(6): 398-401.

Bernier, U.R., Furman, K.D., Kline, D.L., Allan, S.A., Barnard, D.R. 2005. Comparison of contact and spatial repellency of catnip oil and N,N-Diethyl-3-methylbenzamide (DEET) against mosquitoes, *Journal of Medical Entomology*, 42(3): 306-311.

Bissinger, B.W., Roe, R.M. 2010. Tick repellents: Past, present, and future, *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 96: 63-79.

Bowers, W.S., Ortego, F., You, X., Evans, P.H. 1993. The chinese prickly ash *zanthoxylum bungeanum*, *Journal of Natural Products*, 56(6): 935-938.

Blum, M., Roitberg, M. 1999. Natural insect repellent formula and method of making same, <http://www.google.com/patents/US5885600>, Erişim Tarihi: 21.12.2014.

Brand, R.M., Pike, J., Wilson, R.M., Charron, A.R. 2003. Sunscreens containing physical UV blockers can increase transdermal absorption of pesticides, *Toxicology and Industrial Health*, 19: 9-16.

- Briassoulis, G., Narlioglou, M., Hatzis, T. 2001.** Toxic encephalopathy associated with use of DEET insect repellents: a case analysis of its toxicity in children, *Human & Experimental Toxicology*, 20: 8-14.
- Brown, M., Hebert, A.A. 1997.** Insect repellents: An overview, *Journal of American Academy of Dermatology*, 36(2): 243-249.
- Bustamante, A., Masson, L., Velasco, J., Valle, J.M., Robert, P. 2016.** Microencapsulation of *H. pluvialis* oleoresins with different fatty acid composition: Kinetic stability of astaxanthin and alpha-tocopherol, *Food Chemistry*, 190: 1013-1021.
- Camara, C.A.G., Akhtar, Y., Isman, M., Seffrin, R.C., Born, F.S. 2015.** Repellent activity of essential oils from two species of Citrus against *Tetranychus urticae* in the laboratory and greenhouse, *Crop Protection*, 74: 110-115.
- Campos, D., Gravato, C., Quintaneiro, C., Soares, A.M.V.M, Pestana, J.L.T. 2016.** Responses of the aquatic midge *Chironomus riparius* to DEET exposure, *Aquatic Toxicology*, 172: 80-85.
- Champagne, C.P., Fustier, P. 2007.** Microencapsulation for the improved delivery of bioactive compounds into foods, *Current Opinion in Biotechnology*, 18(2): 184-190.
- Chang, R.K., Price, J.C. 1988.** Aliphatic polyesters and cellulose-based polymers for controlled release applications, *Journal of Biomaterials Applications*, 3(1): 80-101.
- Chaieb, K., Hajlaoui, H., Zmantar, T., Kahla-Nakbi, A.B., Rouabhia, M., Mahdouani, K., Bakhrouf, A. 2007.** The chemical composition and biological activity of clove essential oil, *Eugenia caryophyllata* (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae): A short review, *Phytotherapy Research*, 21; 501-506.
- Chauhan, K.R., Klun, J.A., Debboun, M., Kramer, M. 2005.** Feeding deterrent effects of catnip oil components compared with two synthetic amides against *Aedes Aegypti*, *Journal of Medical Entomology*, 42(4): 643-646.
- Chauhan, K.R., Schmidt, W. 2014.** Biorational synthesis of iridomyrmecin diastereomers from catnip oil, *Tetrahedron Letters*, 55(15): 2534-2536.
- Cheng, H.W., Tsui, Y.K., Cheung, K.M.C., Chan, D., Chan, B.P. 2009.** Decellularization of chondrocyte-encapsulated collagen microspheres: a three-dimensional model to study the effects of acellular matrix on stem cell fate, *Tissue Engineering Part C: Methods*, 15(4): 697-706.
- Chen, Z., Shan, F., Cao, L., Fang, G. 2012.** Synthesis and thermal properties of shape-stabilized lauric acid/activated carbon composites as phase change materials for thermal energy storage, *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 102: 131-136.
- Cho, J.S., Kwon, A., Cho, C.G., 2002.** Microencapsulation of octadecane as a phase-change material by interfacial polymerization in an emulsion system, *Colloid Polymer Science*, 280: 260-266.

Chung, S.K., Seo, J.Y., Lim, H.J., Park, H.H., Yea, M.J., Park, J.H. 2013. Microencapsulation of essential oil for insect repellent in food packaging system, *Journal of Food Science*, 78(5): 709-714.

Cireli, A., Kutlu, B., Onar, N., Erkan, G. 2006. Tekstilde İleri Teknolojiler, *Tekstil ve Mühendis*, 61: 7-20.

Costa, G. 2012. Insect repellent fabric, <https://www.google.com.tr/patents/CA2675247C?cl=en&dq=insect+repellent+microencapsulation&hl=tr&sa=X&ei=VoiMVJ2-LIuBUYOIgMgC&ved=0CFkQ6AEwBw>, Erişim Tarihi: 04.04.2017.

Czerniak, A., Kubiak, P., Białas, W., Jankowski, T. 2015. Improvement of oxidative stability of menhaden fish oil by microencapsulation within biocapsules formed of yeast cells, *Journal of Food Engineering*, 167: 2-11.

Çimen, E. 2007. Mikrokapsülleme yöntemi ile dokuma kumaşlara yeni özellikler katma olanakları, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Dalmoro, A., Barba, A.A., Lamberti, G., Amore, M. 2012. Intensifying the microencapsulation process: Ultrasonic atomization as an innovative approach, *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 80: 471-477.

Debboun, M., Frances, S.P., Strickman, D.A. 2015. Insect repellents handbook, Taylor & Francis Group, LLCRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group.

Demirtürk, E. 2005. COX-2 türevi bazı ilaçlarda in vitro in vivo korelasyon çalışmaları. *Doktora Tezi*, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyofarmasötik ve Farmakokinetik Programı, Ankara.

Desai, K.G.H., Park, H.J. 2005. Recent developments in microencapsulation of food ingredients, *Drying Technology*, 23: 1361-1394.

Desai, K.G.H., Park, H.J. 2008. Encapsulation of vitamin C in tripolyphosphate cross-linked chitosan microspheres by spray drying, *Journal of Microencapsulation: Micro and Nano Carriers*, 22 (2): 179-192.

Determan, A.S., Trewyn, B.G., Lin, V.S.Y., Hamilton, M.N., Narasimhan, B. 2004. Encapsulation, stabilization, and release of BSA-FITC from polyanhydride microspheres, *Journal of Controlled Release*, 100(1): 97-109.

Diaz, J.H. 2016. Chemical and Plant-Based Insect Repellents: Efficacy, Safety, and Toxicity, *Wilderness & Environmental Medicine*, 27(1): 153-163.

Dima, C., Cotârlet, M., Alexe, P., Dima, S. 2014. Microencapsulation of essential oil of pimento [*Pimenta dioica* (L) Merr.] by chitosan/k-carrageenan complex coacervation method, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 22: 203-211.

Ditzen, M., Pellegrion, M., Vosshall, L.B. 2008. Insect odorant receptors are molecular targets of the insect repellent DEET, *Science*, 319(5871): 1838-1842.

- Dharmagadda, V.S.S., Naik, S.N., Mittal, P.K., Vasudevan, P. 2005.** Larvicidal activity of tagetes patula essential oil against three mosquito species, *Bioresource Technology*, 96 (11): 1235-1240.
- Drapeau, J., Rossano, M., Touraud, D., Obermayr, U., Geier, M., Rose, A., Kunz, W. 2011.** Green synthesis of para-Menthane-3,8-diol from Eucalyptus citriodora: Application for repellent products, *Comptes Rendus Chimie*, 14: 629-635.
- Drusch, S. 2007.** Sugar beet pectin: A novel emulsifying wall component for microencapsulation of lipophilic food ingredients by spray-drying, *Food Hydrocolloids*, 21(7): 1223-1228.
- Ersus, S., Yurdagel, U. 2007.** Microencapsulation of anthocyanin pigments of black carrot (*Daucus carota* L.) by spray drier, *Journal of Food Engineering*, 80(3): 805-812.
- Ezhilarasi, P.N., Indrani, D., Jena, B.S., Anandharamakrishnan, C. 2013.** Freeze drying technique for microencapsulation of Garcinia fruit extract and its effect on bread quality, *Journal of Food Engineering*, 117: 513-520.
- Eyüpoğlu, Ş., Kut, D. 2016.** Mikrokapsülasyon teknolojisi ve tekstil sektöründe kullanımı, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 15(29): 09-28.
- 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.
- Faulde, M.K., Albiez, G., Nehring, O. 2010.** Insecticidal, acaricidal and repellent effects of DEET-and IR3535 impregnated bed nets using a novel long-lasting polymer-coating technique, *Parasitology Research*, 106(4): 957-965.
- Faulde, M., Nehring, O. 2012.** Synergistic insecticidal and repellent effects of combined pyrethroid and repellent-impregnated bed nets using a novel long-lasting polymer-coating multi-layer technique, *Parasitology Research*, 111(2): 755-765.
- Feczko, T., Samu, K., Wenzel, K., Neral, B., Voncina, B. 2013.** Textiles screen-printed with photochromic ethyl cellulose–spirooxazine composite nanoparticles, *Coloration Technology*, 129(1): 18-23.
- Fediuk, D.J., Wang, T., Raizman, J.E., Parkinson, F.E., Gu, X. 2010.** Tissue deposition of the insect repellent DEET and the sunscreen oxybenzone from repeated topical skin applications in rats, *International Journal of Toxicology*, 29(6): 594-603.
- Fei, X., Zhao, H., Zhang, B., Cao, L., Yu, M., Zhou, J., Yu, L. 2015.** Microencapsulation mechanism and size control of fragrance microcapsules with melamine resin shell, *Colloids and Surfaces A: Physicochem Engineer Aspects*, 469: 300-306.
- Ghosh, S.K. 2006.** Functional Coatings and Microencapsulation: A General Perspective, 1-28, DOI: 10.1002/3527608478.ch1.

- Gibbs, B.F., Kermasha, S., Alli, I., Mulligan, C.N. 1999.** Encapsulation in the food industry: a review, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 50(3): 213-224.
- Giraud, S., Bourbigot, S., Rochery, M., Vroman, I., Tighzert, L., Delobel, R. 2001.** Flame behavior of cotton coated with polyurethane containing microencapsulated flame retardant agent, *Journal of Industrial Textiles*, 31(1): 11-26.
- Gómez-Mascaraque, L.G., Hernández-Rojas, M., Tarancón, P., Tenon, M., Feuillère, N., Ruiz, J.F.V., Fiszman, S., Rubio, A.L. 2017.** Impact of microencapsulation within electrosprayed proteins on the formulation of green tea extract-enriched biscuits. *LWT-Food Science and Technology*, 81: 77-86.
- Govindarajan, M. 2010.** Chemical Composition And Larvicidal Activity Of Leaf Essential Oil From *Clausena Anisata* (Willd.) Hook.F.Ex Benth (Rutaceae) Against Three Mosquito Species, *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 874-877.
- Govindarajan, M. 2011.** Larvicidal and repellent properties of some essential oils against *Culex tritaeniorhynchus* Giles and *Anopheles subpictus* Grassi (Diptera: Culicidae), *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 4(2): 106-111.
- Govindarajan, M., Rajeswary, M., Sivakumar, R. 2015.** Repellent properties of *Delonix elata* (L.) Gamble (Family: Fabaceae) against malaria vector *Anopheles stephensi* (Liston) (Diptera: Culicidae), *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 14: 128-133.
- Gouin, S. 2004.** Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends, *Trends in Food Science & Technology*, 15(7-8): 330-347.
- Gökmen, S., Palamutoğlu, R., Sariçoban, C. 2012.** Gıda endüstrisinde enkapsülasyon uygulamaları, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(1): 36-50.
- Gupta, C., Chawla, P., Arora, S., Tomar, S.K., Singh, A.K. 2015.** Iron microencapsulation with blend of gum arabic, maltodextrin and modified starch using modified solvent evaporation method milk fortification, *Food Hydrocolloids*, 43: 622-628.
- Güler, Z., Kut, D. 2011.** Poliester perdelik kumaşta ısı regülasyon sağlamaya yönelik mikrokapsül hazırlanması ve uygulanması, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16(1): 105-115.
- Hang E. C., Yang E.C. 2008.** A bioassay for natural insect repellents, *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 11: 225-227.
- Hawlader, M.N.A., Uddin, M.S., Khin, M.M. 2003.** Microencapsulated PCM thermal-energy storage system, *Applied Energy*, 74: 195-202.
- Hebeish, A., Fouda, M.M.G., Hamdy, I.A., EL-Sawy, S.M., Abdel-Mohdy, F.A. 2008.** Preparation of durable insect repellent cotton fabric: Limonene as insecticide, *Carbohydrate Polymers*, 74(2): 268-273.

Hebeish, A., Hamdy, I.A., El-Sawy, S.M., Abdel-Mohdy, F.A. 2010. Preparation of durable insect repellent cotton fabric through treatment with a finishing formulation containing cypermethrin, *The Journal of The Textile Institute*, 101(7): 627-634.

Heidebach, T., Först, P., Kulozik, U. 2010. Influence of casein-based microencapsulation on freeze-drying and storage of probiotic cells, *Journal of Food Engineering*, 98(3): 309-316.

Hsieh, C.W., Lu, W.C., Hsieh, W.C., Huang, Y.P., Lai, C.H., Ko, W.C. 2009. Improvement of the stability of nattokinase using γ -polyglutamic acid as a coating material for microencapsulation, *LWT-Food Science and Technology*, 42(1): 144-149.

<http://www.balmumcukimya.com/glutaraldehyde-solution-for-synthesis-sigma-g6257-1litre>, Erişim Tarihi: 24.05.2016.

http://www.dow.com/dowwolff/en/industrial_solutions/polymers/ethylcellulose, Erişim Tarihi: 24.05.2016.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sodium_sulfate.png, Erişim Tarihi: 24.05.2016.

<http://www.justpaint.org/the-science-behind-qor/>, Erişim Tarihi:24.05.2016.

<https://tr.wikipedia.org/wiki/Formaldehit>, Erişim Tarihi: 24.05.2016.

http://www.etextilemagazine.com/index.php?option=com_content&view=article&id=475:boyaboyatek&catid=145:arsiv&Itemid=534, Erişim Tarihi: 01.04.2016.

<http://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/HAYGEM.pdf>, Erişim Tarihi: 20.10.2017.

Hossain, M. A., Lalloz, A., Benhaddou, A., Pagniez, F., Raymond, M., Le Pape, P. Leblond, J. 2016. Econazole Imprinted Textiles with Antifungal Activity, *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 101: 137-144.

Hu, L., Zhang, J., Hu, Q., Gao, N., Wang, S., Sun, Y., Yang, X. 2016. Microencapsulation Of Brucea Javanica Oil: Characterization, Stability And Optimization Of Spray Drying Conditions, *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 36: 46-54.

Huang, M., Yang, J. 2014. Long-term performance of 1H, 1H', 2H, 2H' perfluorooctyl triethoxysilane (POTS) microcapsule-based self-healing anticorrosive Coatings, *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 25(1): 98-106.

Hussey, V.C., Behrens, R., Logan, J.G. 2014. Assessment of methods used to determine the safety of the topical insect repellent N,N-diethyl-m-toluamide (DEET), *Parasites&Vectors*, 1(7): 173.

İnceboz, T., Erkan, G., Türkoğlu, G.C., Saruşık, A.M., Bakırcı, S., Üner, S., Üner, A. 2015. In-vivo and in-vitro tick repellent properties of cotton fabric, *Textile Research Journal*, 85(19): 2071-2082.

Jantan, I., Zaki, Z.M. 1999. Development of environment-friendly insect repellents from the leaf oils of selected malaysian plants, *ASEAN Review of Biodiversity and Environmental Conservation*, 1-7.

Jaworek, A. 2008. Electrostatic micro and nanoencapsulation and electroemulsification: A brief review, *Journal of Microencapsulation*, 25(7): 443-468.

Jeanson, T.G.T., Garboi, S., Palsson, K. 2006. Repellency of oils of lemon eucalyptus, geranium, and lavender and the mosquito repellent mygga natural to *ixodes ricinus* (acari: ixodidae) in the laboratory and field, *Journal of Medical Entomology*, 43(4): 731-736.

Jo, H.J., Park, K.M., Na, J.H., Min, S.C., Park, K.H., Chang, P.S., Han, J. 2015. Development of anti-insect food packaging film containing a polyvinyl alcohol and cinnamon oil emulsion at a pilot plant scale, *Journal of Stored Products Research*, 61: 114-118.

Junfeng, Z., Yi, X., Binsheng, Z.J. 2012. Anti-mosquito finishing process of textile fabric, <https://www.google.com.tr/patents/CN102154841B?cl=en&dq=insect+repellent+microencapsulation&hl=tr&sa=X&ei=VoiMVJ2LIuBUYOIgMgC&ved=0CGIQ6AEwCA>, Erişim Tarihi: 04.04.2017

Junfeng, Z., Yi, X., Binsheng, Z.J. 2012. Textile fabrics Anti-mosquito finishing process, <http://translate.google.com.tr/translate?hl=tr&sl=zhCN&u=https://www.google.com.tr/patents/CN102154841B%3Fcl%3Den%26dq%3Dinsect%2Brepellent%2Bmicroencapsulation&prev=search>, Erişim Tarihi: 04.04.2017.

Kagami, Y., Sugimura, S., Fujishima, N., Matsuda, K., Kometani, T., Matsumura, Y. 2006. Oxidative stability, structure, and physical characteristics of microcapsules formed by spray drying of fish oil with protein and dextrin wall materials, *Food Engineering and Physical Properties*, 68(7): 2248-2255.

Karagönlü, S. 2011. Medikal tekstil uygulamaları için antibakteriyel ajan içeren mikrokapsüllerin hazırlanması, *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Karim, F.T., Ghafoor, K., Ferdosh, S., Al-Juhaimi, F., Ali, E., Yunus, K.B., Hamed, M.H., Islam, A., Asif, M., Sarker, M.Z.I. 2017. Microencapsulation of Fish Oil Using Supercritical Antisolvent Process, *Journal of Food and Drug Analysis*.

Katz, T.M., Miller, J.H., Hebert, A.A. 2008. Insect repellents: Historical perspectives and new developments, *The American Academy of Dermatology*, 58(5): 865-871.

Karunamoorthi, K., Ilango, K., Endale, A. 2009. Ethnobotanical survey of knowledge and usage custom of traditional insect/mosquito repellent plants among the Ethiopian Oromo ethnic group, *Journal of Ethnopharmacology*, 125: 224-229.

Kaş, H.S., Gürsoy, A.Z. 2002. İlaç taşıyıcı partiküler sistemlerin kontrollü salım sistemleri, *Elma Bilgisayar Basım ve Amb. San. Tic. Ltd. Şti.*, İstanbul.

- Keziah, E.A., Nukenine, E.N., Danga, S.P.Y., Younoussa, L., Esimone, C.O. 2015.** Creams formulated with *Ocimum gratissimum L.* and *Lantana camara L.* crude extracts and fractions as mosquito repellents against *Aedes aegypti L.* (Diptera: Culicidae), *Journal of Insect Science*, 15(1): 45.
- Kim, S.S., Leem, S.G., Ghim, H.D., Kim, J.H., Lyoo, W.S. 2003.** Microwave heat dyeing of polyester fabric, *Fibers and Polymers*, 4(4): 204-209.
- Kitau, J., Oxborough, R., Matowo, J., Mosha, F., Magesa, S.M., Rowland, M. 2014.** Indoor residual spraying with microencapsulated DEET repellent (N, N-diethyl-m-toluamide) for control of *Anopheles arabiensis* and *Culex quinquefasciatus*, *Parasites & Vectors*, 7(1): 446.
- Kline, D.L., Bernier, U.R., Posey, K.H., Barnard, D.R. 2003.** Olfactometric Evaluation of Spatial Repellents for *Aedes aegypti*, *Journal of Medical Entomology*, 40(4): 463-467.
- Klun, A.J., Kramer, M., Debboun, M. 2005.** A New in vitro bioassay system for discovery of novel human-use mosquito repellents, *Journal of the American Mosquito Control Association*, 21(1): 64-70.
- Koç, G., 2015.** Uv koruyucu ve bronzlaştırıcı etki eldesine yönelik mikrokapsül hazırlanması ve %100 pamuklu kumaşa uygulaması, Yüksek Lisans Tezi Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kahramanmaraş.
- Koç, M., Sakin, M., Ertekin, F. 2010.** Mikroenkapsülasyon ve gıda teknolojisinde kullanımı, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1): 77-86.
- Koo, S. Y., Cha, K. H., Song, D. G., Chung, D., Pan, C. H. 2014.** Microencapsulation of Peppermint Oil in an Alginate–Pectin Matrix Using a Coaxial Electrospray System, *International Journal of Food Science & Technology*, 49(3), 733-739.
- Koren, G., Matsui, D., Bailey, B. 2003.** DEET-based insect repellents: safety implications for children and pregnant and lactating women, *Canadian Medical Association Journal*, 169(3): 209-212.
- Kut, D. 2011.** Fonksiyonel bitim işlemleri, *Fonksiyonel Bitim İşlemleri Ders Notları*, Bursa.
- Kyu, J., Kang, C.S., Lee, J.K., Kim, Y.R., Han, H.Y., Yun, H.K. 2005.** Evaluation of Repellency Effect of Two Natural Aroma Mosquito Repellent Compounds, Citronella and Citronellal, *Entomological Research*, 35(2): 117-120.
- Kyls, M. 2007.** The influence of the herbs sage and wormwood on the migration of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) populations, *Journal of Stored Products Research*, 43: 558-563.
- Lange, B.M., Ahkami, A. 2013.** Metabolic engineering of plant monoterpenes, sesquiterpenes and diterpenes-current status and future opportunities, *Plant Biotechnology*, 11: 169-196.

- Laokuldilok, N., Thakeow, P., Kopermsub, P., Utama, N. 2016.** Optimisation of microencapsulation of turmeric extract for masking flavor, *Food Chemistry*, 194: 695-704.
- Lee, H.Y., Lee, S.J., Cheong, I.W., Kim, J.H. 2002.** Microencapsulation of fragrant oil via in situ polymerization: effects of pH and melamine-formaldehyde molar ratio, *Journal of Microencapsulation*, 19(5): 559-569.
- Lee, Y., Kim, S.H., Montell, C. 2010.** Avoiding DEET through Insect Gustatory Receptors, *Neuron*, 67: 555-561.
- Li, L., Song, L., Hua, T., Au, W.M., Wong, K.S. 2013.** Characteristics of weaving parameters in microcapsule fabrics and their influence on loading capability, *Textile Research Journal*, 82(2): 113-121.
- Liao, K., Lu, F., Liu, C., Fu, D. 2015.** Preparation and Research of Butylene Fipronil Microencapsulation by Layer-by-Layer Polyelectrolyte Self-Assembly, *Journal of Macromolecular Science, Part A: Pure and Applied Chemistry*, 52(5): 374-380.
- Licciardello, F., Muratore, G., Suma, P., Russo, A., Nerin, C. 2013.** Effectiveness of a novel insect-repellent food packaging incorporating essential oils against the red flour beetle (*Tribolium castaneum*), *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 19: 173-180.
- Liu, C., Xia, X., Sun, L., Luan, X., Jin, Y., Liu, L. 2013.** Female hormone release of microencapsulated *Xenopus laevis* ovarian cells, *International Journal of Pharmaceutics*, 450(1-2): 177-184.
- López, A., Castro, S., Andina, M.J., Ures, X., Munguía, B., Llabot, J.M., Elder, H., Dellacassad, E., Palma, S., Domínguez, L. 2014.** Insecticidal activity of microencapsulated *Schinus molle* essential oil, *Industriail Crops and Products*, 53: 209-216.
- Lupi, E., Hatz, C., Schlagenhauf, P. 2013.** The efficacy of repellents against *Aedes*, *Anopheles*, *Culex* and *Ixodes* spp. A literature review, *Travel Medicine and Infectious Disease*, 11: 374-411.
- Ma, G. 2014.** Microencapsulation of protein drugs for drug delivery: Strategy, preparation, and applications, *Journal of Controlled Release*, 193: 324-340.
- Martin, M.J., Villoslada, F.L., Ruiz, M.A., Morales, M.E. 2015.** Microencapsulation of bacteria: A review of different technologies and their impact on the probiotic effects, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 27: 15-25.
- Massey, T.S., Langley, J.T. 2013.** Microencapsulated volatile insect repellent and/or insecticide agent and methods of making and using the same, US 20130185817 A1, <https://www.google.com.tr/patents/US20130185817?dq=insect+repellent+microencapsulation&hl=tr&sa=X&ei=aCOMVLzFOcLQ7Aa9ioCAAQ&sqi=2&pjif=1&ved=0CCwQ6AEwAg>, Erişim Tarihi: 04.04.2017.

Massey, T.S., Langley, J.T. 2014. Microencapsulated volatile insect repellent and /or insecticide agent and methods of making and using the same, <https://www.google.com.tr/patents/WO2014108803A1?cl=en&dq=insect+repellent+microencapsulation&hl=tr&sa=X&ei=aCOMVLzFOcLQ7Aa9ioCAAQ&sqi=2&pf=1&ved=0CBoQ6AEwAA>, Erişim Tarihi: 04.04.2017.

Mathis, R., Sladek, H.J. 2007. Fibers and sheet-form textiles provided with insect-repellent finishes, US 20070292464A1, <https://www.google.com/patents/US20070292464>, Erişim Tarihi: 04.04.2017.

Matsuda, B.M., Surgeoner, G.A., Heal, J.D., Tucker, A.O., Maciarelo, M.J. 1996. Essential Oil Analysis And Field Evaluation of The Citrosa Plant “Pelargonium Citrosum” as a Repellent Against Populations of Aedes Mosquitoes, *Journal of the American Mosquito Control Association*, 12(1): 69-74.

McIntyre, J.J. 2015. Natural insect repellent formula BBX2, Google Patent.

Mena, E., Rey, A., Contreras, S., Beltrán, F.J. 2015. Visible light photocatalytic ozonation of DEET in the presence of different forms of WO₃, *Catalysis Today*, 252: 100–106.

Mendki, M.J., Singh, A.P., Tikar, S.N., Parashar, B.D., Veer, V., Shukla, S.V., Prakash, S. 2015. Repellent activity of N, N-diethylphenylacetamide (DEPA) with essential oils against Aedes aegypti, vector of dengue and chikungunya, *International Journal of Mosquito Research*, 2(3): 17-20.

Meng, F., Wang, S., Liu, H., Xu, X., Ma, H. 2017. Microencapsulation of Oxalic Acid (OA) via Coacervation Induced by Polydimethylsiloxane (PDMS) for the Sustained Release Performance, *Materials & Design*.

Mi, F.L., Tseng, Y.C., Chen, C.T., Shyu, S.S. 1997. Preparation and release properties of biodegradable chitin microcapsules: I. Preparation of 6-mercaptopurine microcapsules by phase separation methods, *Journal of Microencapsulation: Micro and Nano Carriers*, 14(1): 15-25.

Miller, P. 2004. Avoiding the bite: update on DEET, Safe and effective against West Nile virus when properly used, *Canadian Pharmacists Journal*, 137(5) : 44-47.

Miller, N.J., Rainone, E.E., Dyer, M.C., González, M.L., Mathe, T.N. 2011. Tick bite protection with permethrin-treated summer-weight clothing, *Journal of Medical Entomology*, 48(2): 327-333.

Mirzaei, H., Pourjafar, H., Homayouni, A. 2012. Effect of calcium alginate and resistant starch microencapsulation on the survival rate of Lactobacillus acidophilus La5 and sensory properties in Iranian white brined cheese, *Food Chemistry*, 132(4): 1966-1970.

Mokhtari, J., Nateri, A.S., Ferdosi, P. 2014. Synthesis and characterization of novel reactive dyes with simultaneous insect-repellent and anti-bacterial properties, *Fiber and Polymers*, 15(7): 1369-1374.

- Morales-Medina, R., Tamm, F., Guadix, A.M., Guadix, E.M., Drusch, S. 2016.** Functional and antioxidant properties of hydrolysates of sardine (*S. pilchardus*) and horse mackerel (*T. mediterraneus*) for the microencapsulation of fish oil by spray-drying, *Food Chemistry*, 194: 1208-1216.
- Müller, G.C., Junnila, A., Kravchenko, V.D., Revay, E.E., Jerry, B., Schlein, Y. 2008.** Indoor protection against mosquito and sand fly bites: a comparison between citronella, linalool, and geraniol candles, *Journal of the American Mosquito Control Association*, 24(1): 150-153.
- Nelson, G. 2002.** Application of microencapsulation in textiles, *International Journal of Pharmaceutics*, 242: 55-62.
- Nerio, L.S., Verbel, J.O., Stashenko, E. 2010.** Repellent activity of essential oils: A review, *Bioresource Technology*, 101: 372-378.
- Nesterenko, A., Alric, I., Silvestre, F., Durrieu, V. 2013.** Vegetable proteins in microencapsulation: A review of recent interventions and their effectiveness, *Industrial Crops and Products*, 42: 469-479.
- Nesterenko, A., Alric, I., Violleaus, F., Silvestre, F., Durrieu, V. 2014.** The effect of vegetable protein modifications on the microencapsulation process, *Food Hydrocolloids*, 41: 95-102.
- Nixon, J.R., Yeung, V.W. 1988.** Preparation of microencapsulated liposomes, II. Systems containing nylon-gelatin and nylon-gelatin-acacia walling material, *Journal of Microencapsulation: Micro and Nano Carriers*, 6(1): 43-52.
- Nostro, A., Cannatelli, M.A., Crisafi, G., Alonzo, V. 2001.** The effect of *Nepeta cataria* extract on adherence and enzyme production of *Staphylococcus aureus*, *International Journal of Antimicrobial Agents*, 18: 583-585.
- Nunes, G.L., Boaventure, B.C.B., Pinto, S.S., Verruck, S., Murakami, F.S., Prudencio, E.S., Amboni, R.D.M.C. 2015.** Microencapsulation of freeze concentrated *Ilex paraguariensis* extract by spray drying, *Journal of Food Engineering*, 151: 60-68.
- Obeng-Ofori, D., Reichmuth, C.H., Bekele, J., Hassanali, A. 1997.** Biological Activity of 1,8 Cineole, a Major Component of Essential Oil of *Ocimum Kenyense* (Ayobangira) against Stored Product Beetles, *Journal of Applied Entomology*, 121(1-5): 237-243.
- Oshaghi, M.A., Ghalandari, R., Vatandoost, H., Shayeghi, M., Kamali-Nejad, M., Khaledi, H.T., Abolhassani, M., Hashemzadeh, M. 2003.** Repellent effect of extracts and essential oils of *Citrus limon* (Rutaceae) and *Melissa officinalis* (Labiatae) against main malaria vector, *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae), *Iranian Journal Public Health*, 32(4): 47-52.
- Park, B.S., Choi, W.S., Kim, J.H., Kim, K.H., Lee, S.E. 2005.** Monoterpenes from thyme (*Thymus Vulgaris*) as potential mosquito repellents, *Journal of the American Mosquito Control Association*, 21(1): 80-83.

Paramita, V., Lida, K., Yoshii, H., Furuta, T. 2010. Effect of Additives on the Morphology of Spray-Dried Powder, *Drying Technology*, 28: 323-329.

Paya, J.G., Aracil, M.A.B., Aboy, P.M.R., Perez, P.M. 2010. Insect repellent textile, <https://www.google.com.tr/patents/US20100183690?dq=insect+repellent+microencapsulation&hl=tr&sa=X&ei=aCOMVLzFOcLQ7Aa9ioCAAQ&sqi=2&pf=1&ved=0CCMQ6AEwAQ>, Erişim Tarihi: 04.04.2017.

Peterson, C.J., Nemetz, L.T., Jones, L.M., Coats, J.R. 2002. Behavioral activity of catnip (Lamiaceae) essential oil components to the german cockroach (Blattodea: Blattellidae), *Journal of Economic Entomology*, 95(2): 377-380.

Peterson, C.J., Wilson, J.E. 2003. Catnip essential oil as a barrier to subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) in the laboratory, *Journal of Economic Entomology*, 96(4): 1275-1282.

Peock, S., Maunder, J.W. 1993. Arena tests with piperonal, a new louse repellent, *Environmental & Occupational Health*, 113(6): 292-294.

Pitasawat, B., Champakaew, D., Choochote, W., Jitpakdi, A., Chaithong, U., Kanjanapothi, D., Rattanachanpichai, E., Tippawangkosol, P., Riyong, D., Tuetun, B., Chaiyasit, D. 2007. Aromatic plant-derived essential oil: an alternative larvicide for mosquito control, *Fitoterapia*, 78: 205-210.

Polenz, I., Brosseau, Q., Baret, J.C. 2015. In Situ Encapsulation Kinetics monitored by Microfluidics, *IUTAM Symposium on Dynamics of Capsules*, 16: 115-122.

Porta, G.D., Castaldo, F., Scognamiglio, M., Paciello, L., Parascandol, P., Reverchon, E. 2012. Bacteria microencapsulation in PLGA microdevices by supercritical emulsion extraction, 63: 1-7.

Pomianowski, M., Heiselberg, P., Jensen, R.L. 2012. Dynamic heat storage and cooling capacity of a concrete deck with PCM and thermally activated building system, *Energy and Buildings*, 53: 96-107.

Pritchett, S.D., Mazumder, M.K., Yurteri, C.U., Egorov, O. 2002. Electrostatic Microencapsulation Technique for Producing Composite Particles, *Particulate Science and Technology*, 20: 169-185.

Qare, A.W.A., Donia, M.B.A. 2001. Simultaneous determination of malathion, permethrin, DEET (N,N-diethyl-m-toluamide), and their metabolites in rat plasma and urine using high performance liquid chromatography, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 26: 291-299.

Qare, A.W.A., Suliman, H.B., Donia, M.B.A. 2001. Induction of urinary excretion of 3-nitrotyrosine, a marker of oxidative stress, following administration of pyridostigmine bromide, DEET (N,N-diethyl-m-toluamide) and permethrin, alone and in combination in rat, *Toxicology Letters*, 121: 127-134.

Qiu, H., McCall, J.W., Jun, H.W. 1998. Formulation of topical insect repellent N,N-diethyl-m-toluamide (DEET): vehicle effects on DEET in vitro skin permeation, *International Journal of Pharmaceutics*, 163: 167-176.

Qualls, W.A., Day, J.F., Xue, R., Bowers, D.F. 2012. Altered behavioral responses of Sindbis virus-infected *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) to DEET and non-DEET based insect repellents, *Acta Tropica*, 122: 284-290.

Quinn, B.P., Bernier, U.R., Booth, M.M. 2007. Identification of compounds from *Etonia rosemary* (*Conradina etonia*), *Journal of Chromatography A*, 1160: 306-310.

Rahman, A.A., Shetty, A.K., Donia, M.B.A. 2001. Subchronic dermal application of N,N-Diethyl m-toluamide (DEET) and permethrin to adult rats, alone or in combination, causes diffuse neuronal cell death and cytoskeletal abnormalities in the cerebral cortex and the hippocampus, and purkinje neuron loss in the cerebellum, *Experimental Neurology* 172: 153-171.

Rajam, R., Anandharamakrishnan, C. 2015. Microencapsulation of *Lactobacillus plantarum* (MTCC 5422) with fructooligosaccharide as wall material by spray drying, *LWT - Food Science and Technology*, 60: 773-780.

Reisen, W.K. 1999. Repellency of essential oils to mosquitoes (Diptera: Culicidae), *Journal of Medical Entomology*, 36(5): 625-629.

Re, M.I. 1998. Microencapsulation by spray drying, *Drying Technology*, 16(6): 1195-1236.

Robinson, V.S., 2005. Insect repellent substrate for headwear, <http://www.google.com/patents/US6936269>, Erişim Tarihi: 21.12.2014.

Rosenberg, M. Kopelmant, J.I. Talmon, Y. 1990. Factors affecting retention in spray-drying microencapsulation of volatile materials, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38: 1288-1294.

Rodrigues, S.N., Martins, I.M., Fernandes, I.P., Gomes, P.B., Mata, V.G., Barreiro, M.F., Rodrigues, A.E. 2009. Scentfashion®: Microencapsulated perfumes for textile application, 149(1-3): 463-472.

Ross, J.S., Shah, J.C. 2000. Reduction in skin permeation of N,N-diethyl-m-toluamide q (DEET) by altering the skin/vehicle partition coefficient, *Journal of Controlled Release*, 67: 211-221

Rother, C., Nidetzky, B. 2014. Enzyme Immobilization by Microencapsulation: Methods, Materials, and Technological Applications, *Encyclopedia of Industrial Biotechnology*, DOI: 10.1002/9780470054581.eib275.

Rozman, V., Kalinovic, I., Korunic, Z. 2007. Toxicity of naturally occurring compounds of lamiaceae and lauraceae to three stored-product insects, *Journal of Stored Products Research*, 43: 349-355.

Saihi, D., Vroman, I., Giraud, S., Bourbigot, S. 2005. Microencapsulation of ammonium phosphate with a polyurethane shell part I: Coacervation technique, *Reactive and Functional Polymers*, 64(3): 127-138.

Salaün, F., Devaux, E., Bourbigot, S., Rumeau, P. 2009. Application of contact angle measurement to the manufacture of textiles containing microcapsules, *Textile Research Journal*, 79(13): 1202-1212.

Samson, R.D., McKinney, J.M., Russell, J. 1993. Fabrics with insect repellent and barrier, <http://www.google.com/patents/US5252387>, Erişim Tarihi: 21.12.2014.

Sarier, N., Onder, E. 2012. Organic phase change materials and their textile applications: An overview, *Thermochimica Acta*, 540: 7-60.

Sathianarayanan M. P., Chaudhari B. M., Bhat N. V. 2011. Development of durable antibacterial agent from ban-ajwain seed (*Thymus Serpyllum*) for cotton fabric, *Indian Journal of Fibre Textile Research*, 36: 234-241.

Schoenig, G.P., Hartnagel Jr, R.E., Schardein, J.L., Vorhees, C.V. 1993. Neurotoxicity Evaluation of N,N-Diethyl-m-toluamide (DEET) in Rats, *Fundamental and Applied Toxicology*, 21(3): 355-365.

Sfara, V., Cueto, G.M., Zerba, E.N., Alzogaray, R.A. 2011. Adaptation of the repellency response to DEET in *Rhodnius prolixus*, *Journal of Insect Physiology*, 57: 1431-1436.

Shapiro, R. 2012. Prevention of vector transmitted diseases with clove oil insect repellent, *Journal of Pediatric Nursing*, 27: 346-349.

Sharipova, A.A., Aidarova, S.B., Grigoriev, D., Mutaliev, B., Madibekova, G. 2016. Polymer-surfactant complexes for microencapsulation of vitamin E and its release, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 137: 152-157.

Siddiqui, M.O.R., Sun, D. 2015. Computational analysis of effective thermal conductivity of microencapsulated phase change material coated composite fabrics, *Journal of Composite Materials*, 49(19): 2337-2348.

Simmons, D., Gobble, C., Chickos, J. 2016. Vapor pressure and enthalpy of vaporization of oil of catnip by correlation gas chromatography, *The Journal of Chemical Thermodynamics*, 92: 126-131.

Solomon, B., Gebre-Mariam, T., Asres, K. 2012. Mosquito repellent actions of the essential oils of *Cymbopogon citratus*, *Cymbopogon nardus* and *Eucalyptus citriodora*: evaluation and formulation studies, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 15(5): 766-773.

Specos, M.M., Escobar, G., Marino, P., Puggia, C., Tesoriero, M.V.D., Hermida, L. 2010. Aroma finishing of cotton fabrics by means of microencapsulation techniques, *Journal of Industrial Textiles*, 40(1): 13-32.

Spero, N.C., Gonzelaz, Y.I., Scialdone, M.A., Hallahan, D.L. 2008. Repellency of hydrogenated catmint oil formulations to black flies and mosquitoes in the field, *Journal of Medical Entomology*, 45(6); 1080-1086.

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.

Staub, D., Debrunner, M., Amsler, L., Steffen, R. 2002. Effectiveness of a repellent containing deet and ebaap for preventing tick bites, *Wilderness and Environmental Medicine*, 13:12-20.

Syed, Z., Leal, W.S. 2008. Mosquitoes smell and avoid the insect repellent DEET, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 105(36): 13598-13603.

Şengöz, G.N., Öztanır, İ. 2009. Siklodekstrinler ve Tekstil Uygulamaları, *Tekstil ve Mühendis*, 73-74: 1-15.

Tan, T.W., Hu, B., Jin, X.H., Zhang, M. 2003. Release behavior of ketoprofen from chitosan/alginate microcapsules, *Bioactive and Compatible Polymers*, 18(3): 207-218.

Tay, K.S., Rahman, N.A., Abas, R.B. 2009. Degradation of DEET by ozonation in aqueous solution, *Chemosphere*, 76: 1296-1302.

Teixeira, C.S.N.R., Martins, I.M.D., Mata, V.L.G., Barreiro, M.F.F., Rodrigues, A.E. 2011. Characterization and evaluation of commercial fragrance microcapsules for textile application, *The Journal of the Textile Institute*, 103(3): 269-282.

Thies, C. 1996. A survey of microencapsulation processes, *Drugs and the Pharmaceutical Science*, 73:1-19.

Thilavagathi, G., Kannaian, T. 2010. Combined antimicrobial and aroma finishing treatment for cotton using microencapsulated geranium (*pelargonium graveolens*) leaves extract, *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 1(3): 348-352.

Thomasin, C., Trãn, H.N., Merkle, H.P., Gander, B. 2000. Drug microencapsulation by PLA/PLGA coacervation in the light of thermodynamics. 1. Overview and theoretical considerations, *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 87(3): 259-268.

Timilsena, Y.P., Wang, B., Adhikari, R., Adhikari, B. 2017. Advances in Microencapsulation of Polyunsaturated Fatty Acids (PUFAs)-Rich Plant Oils Using Complex Coacervation: A Review, *Food Hydrocolloids*.

Tisgratog, R., Sanguanpong, U., Grieco, J.P., Kluan, R.N., Chareonviriyaphap, T. 2016. Plants traditionally used as mosquito repellents and the implication for their use in vector control, *Acta Tropica*, 157: 136-144.

Turkoglu, G.C., Sarusık, A.M., Erkan, G., Deveci, O., Yıkılmaz, M.S., Kontart, O., Oztuna, S. 2013. Microencapsulated limonene loaded textile and its insect repellent

behaviour. 14. National&1.International Recent Developments, *Textile Technology and Chemistry Symposium*, 08-10 May, Bursa, Turkey.

Veer, V., Prasad, R., Rao, K.M. 1991. Deltamethrin spray as an insect repellent for woolen fabrics, *Textile Research Journal*, 61(11): 655-659.

Vijayalakshmi D., Ramachandran T. 2012. Isolates application of multi-functional finishes on denim garments, *Daffodil International University Journal of Science and Technology*, 7(1).

Visser, J.H. 1986. Host Odor Perception in Phytophagous Insects, *Annual Review of Entomology*, 31: 121-144.

Wang, T., Kasichayanula,S., Gu, X. 2006. In vitro permeation of repellent DEET and sunscreen oxybenzone across three artificial membranes, *International Journal of Pharmaceutics*, 310: 110-117.

Wang, F. Z., Wanga, B., Ding, X. M., Zhang, M., Liu, L. M., Qi, N., Hub, J. L. 2004. Effect of temperature and structure on the free volume and water vapor permeability in hydrophilic polyurethanes, *Journal of Membrane Science*, 241(1): 355-363.

Wang, B., Wang, X., Tang, G., Shi, Y., Hu, W., Lu, H., Song, L. 2012. Preparation of silane precursor microencapsulated intumescent flame retardant and its enhancement on the properties of ethylene–vinyl acetate copolymer cable, *Composites Science and Technology*, 72(9): 1042-1048.

Wang, B., Vongsvivut, J., Adhikari, B., Barrow, C.J. 2015. Microencapsulation of tuna oil fortified with the multiple lipophilic ingredients vitamins A, D₃, E, K₂, curcumin and coenzyme Q₁₀, *Journal of Functional Foods*, 19: 893-901.

Weigel, S., Kuhlmann, J., Huhnerfuss, H. 2002. Drugs and personal care products as ubiquitous pollutants: occurrence and distribution of clofibric acid, caffeine and DEET in the North Sea, *The Science of the Total Environment*, 295: 131-141.

Wei, L., Tingqiao, G., Chengde, L. 1994. Study on insect-repellent components in the volatile oils castor leaves, *Journal of Northeast Forestry University*, 5(4): 45-48.

Windsor, S.A.M., Neilen, A. 2014. African and Australian Insect Repellents for Malaria Prophylaxis, *JSM Chemistry*, 2(1): 1-6.

Xihong, L., Juan, Y., Accord, X., Xiuli, W. 2013. Microencapsulated botanical insect-resist agent, <https://www.google.com.tr/patents/CN101946811B?cl=en&dq=insect+repellent+microencapsulation&hl=tr&sa=X&ei=VoiMVJ2-LIuBUYOIgMgC&ved=0CD4Q6AEwBA>, Erişim Tarihi: 04.04.2017.

Xu, Q., Geng, S., Dai, Y., Quin, G., Wang, J.Y. 2013. CDBA-liposome as an effective sunscreen with longer UV protection and longer shelf life, *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 129: 78-86.

- Xue, R.D., Ali, A., Barnard, D.R. 2007.** Effects of in vivo exposure to DEET on blood feeding behavior and fecundity in *Anopheles quadrimaculatus* (Diptera: Culicidae), *Experimental Parasitology*, 116: 201-204.
- Yang, N.W., Li, A.L., Wan, F.H., Liu, W.X., Johnson, D. 2010.** Effects of plant essential oils on immature and adult sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* biotype B, *Crop Protection*, 29: 1200-1207.
- Yi, Z., Jihong, F., Shuilin, C. 2005.** Dyeing of polyester using micro-encapsulated disperse dyes in the absence of auxiliaries, *Coloration Technology*, 121(2): 76-80.
- Yoon, C., Kang, S.H., Jang, S.A., Kim, Y.J., Kim, G.H. 2007.** Repellent Efficacy of Caraway and Graperfruit Oils for *Sitophilus oryzae* (Coleoptera:Curculionidae), *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 10(3): 263-267.
- Young, G.D., Evans, S. 1998.** Safety and efficacy of DEET and permethrin in the prevention of arthropod attack, *Military Medicine*, 163(5): 324-330.
- Yufera, M., Pascual, E., Fernandez-Diaz, C. 1999.** A highly efficient microencapsulated food for rearing early larvae of marine fish, *Aquaculture*, 177(1-4): 249-256.
- Yúfera, M., Kolkovski, S., Fernández-Díaza, C., Dabrowski, K. 2002.** Free amino acid leaching from a protein-walled microencapsulated diet for fish larvae, *Aquaculture*, 214(1-4): 273-287.
- Zhang, T., Wang, Y., Shia, H., Yang, W. 2012.** Fabrication and performances of new kind microencapsulated phase change material based on stearic acid core and polycarbonate Shell, *Energy Conversion and Management*, 64: 1-7.
- Zigoneanu, I. G., Astete, C. E., Sabliov, C. M. 2008.** Nanoparticles with Entrapped α -Tocopherol: Synthesis, Characterization, and Controlled Release, *Nanotechnology*, 19(10): 105606.
- Zhou, Y., Yan, Y., Du, Y., Chen, J., Hou, X., Meng, J. 2013.** Preparation and application of melamine-formaldehyde photochromic microcapsules, *Sensors and Actuators B: Chemical*, 188: 502-512.
- Zhu, J.J., Zeng, X.P., Berkebile, D., Du, H.J., Tong, Y., Qian, K. 2009.** Efficacy and safety of catnip (*Nepeta cataria*) as a novel filth fly repellent, *Medical and Veterinary Entomology*, 23(3): 2009.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	: Şeyda EYÜPOĞLU
Yabancı Dili	: İngilizce
Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)	
Lise	: Orhangazi Öğretmen Eyüp Topçu Anadolu Lisesi (2002-2006)
Lisans	: Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü (2006-2011) Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü (Yandal) (2009-2011)
Yüksek Lisans	: Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı (2011-2013)
Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl	: İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Moda ve Tekstil Tasarımı Bölümü (2012-...)
İletişim(e-posta) Yayınları	: scanbolat@ticaret.edu.tr :

Canbolat, S., Kilinc, M., Kut, D. 2015. The investigation of the effects of plasma treatment on the dyeing properties of polyester/viscose nonwoven fabrics, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195: 2143-2151.

Canbolat, S., Kut, D., Dayioglu, H. 2015. Investigation of pumice stone powder coating of multilayer surfaces in relation to acoustic and thermal insulation, *Journal of Industrial Textiles*, 44(4): 639-661.

Canbolat, S., Kut, D., Dayioglu, H., Merdan, N. 2013. Investigation of the effects of pumice stone powder and polyacrylic ester based material on thermal insulation of polypropylene fabrics, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 23(4): 349-356.

Canbolat, S., Kut.,D., Dayioglu, H., Merdan, N. 2013. Producing a wall fabric having thermal isolation, *14. National&1.International Recent Developments, Textile Technology and Chemistry Symposium*, Bursa, Turkey, 08-10 May.

Canbolat, Ş., Kılınç, M., Gürbüz, R.N., Kut, D. 2014. Tekstil uygulamalarında biyomimetik yaklaşımlar, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 13(25): 91-111.

Canbolat, S., Merdan, N., Kut, D. 2015. Investigation of the effect of the dyeing method on the dyeing properties of silk fabric dyed with natural dye, *International Journal of Electronics; Mechanical and Mechatronics Engineering*, 4(3): 747-756.

Canbolat, S., Kut, K., Tiryaki, P., Demir, F. 2015. Investigation of the effects of plasma treatment on the properties of flax fabrics, *Marmara Journal of Pure and Applied Sciences*, Special Issue-1: 66-70.

Dayioglu, H., Kut, D., Merdan, N., Canbolat, S. 2015. the effect of dyeing properties of fixing agent and plasma treatment on silk fabric dyed with natural dye extract obtained from *Sambucus Ebulus* L. plant, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195: 1609-1617.

Dayioglu, H., Merdan, N., Eyupoglu, S., Kilinc, M., Kut, D. 2016. The effect of plasma treatment on the dyeability of silk fabric by using *Phytolacca Decandra* L. natural dye extract, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 26(3): 262-269.

Eyupoglu, S., Kilinc, M., Kut, D. 2015. Investigation of the effect of different plasma treatment condition on the properties of wool fabrics, *Textile Science & Engineering*, 5(6): 1-6. doi:10.4172/2165-8064.1000216.

Eyüpoğlu, Ş., Kut, D. 2016. Mikrokapsülasyon teknolojisi ve tekstil sektöründe kullanımı, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 15(29): 09-28.

Kilinc, M., Canbolat, S., Eyupoglu, C., Kut, D. 2015. The evaluation with statistical analyses of the effect of different storage condition and type of gas on the properties of plasma treated cotton fabrics, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195: 2170-2176.