



**T.C.
MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MALZEME TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BAZI BİTKİLERİN ANTİBAKTERİYEL
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILARAK TIBBİ
TEKSTİL ALANINDA KULLANILMASI**

Ahmet KOYUTÜRK

BURDUR, 2017

**T.C.
MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MALZEME TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BAZI BİTKİLERİN ANTİBAKTERİYEL
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILARAK TIBBİ
TEKSTİL ALANINDA KULLANILMASI**

Ahmet KOYUTÜRK

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Devrim D. SOYASLAN

BURDUR, 2017

YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU

Ahmet KOYUTÜRK tarafından **Yrd. Doç. Dr. Devrim D. SOYASLAN** yönetiminde hazırlanan “**Bazı Bitkilerin Antibakteriyel Özelliklerinin Araştırılarak Tıbbi Tekstil Alanında Kullanılması**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 06/12/2017

Doç. Dr. İbrahim ÜÇGÜL (Başkan)
Süleyman Demirel Üniversitesi.....(İmza)

Yrd. Doç. Dr. Hale SEÇİLMİŞ CANBAY (Jüri Üyesi)
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi.....(İmza)

Yrd. Doç. Dr. Devrim DEMİRAY SOYASLAN (Jüri Üyesi/Danışman)
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi(İmza)

ONAY

Bu Tez, Enstitü Yönetim Kurulu'nun _____ Tarih ve _____ Sayılı Kararı ile Kabul Edilmiştir.

(İmza)

.....
Prof. Dr. İskender GÜLLE

Müdür
Fen Bilimleri Enstitüsü

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum **“Bazı Bitkilerin Antibakteriyel Özelliklerinin Araştırılarak Tıbbi Tekstil Alanında Kullanılması”** başlıklı bu tezin;

- Kendi çalışmam olduğunu,
- Sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi,
- Bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi,
- Kullandığım verilerde değişiklik yapmadığımı,
- Tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı,
- Bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı,

bildirir, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

.... / / 2017

(İmza)

Ahmet KOYUTÜRK

TEŐEKKÖR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karŐılaŐtıđım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aŐmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Yrd. Doç. Dr Devrim DEMİRAY SOYASLAN'a teŐekkürlerimi sunarım.

0424-YL-17 No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüđü'ne teŐekkr ederim.

Eğitim hayatımın her aşamasında beni her anlamda destekleyen aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Aralık, 2017

Ahmet KOYUTÖRK

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGE DİZİNİ.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ÖZET	ix
SUMMARY.....	x
1. GİRİŞ.....	2
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Teknik Tekstiller ve Kullanım Alanları.....	3
2.2. Tıbbi Teknik Tekstiller ve Sınıflandırılması	6
2.3. Antibakteriyel Aktivite	9
2.4. Uçucu Yağlar ve Antibakteriyel Madde olarak Kullanımları	9
2.5. Çalışmada Kullanılan Bakteriler ve Özellikleri.....	14
2.5.1. Staphylococcus Aureus.....	14
2.5.2. Escherichia Coli	15
2.6. Çalışmada Kullanılan Bitkiler ve Özellikleri	16
2.6.1. Çay Ağacı (Melaleuca alternifolia L.)	16
2.6.2. Karanfil (Eugenia Caryophyllata).....	17
2.6.3. Tarçın Yaprığı (Cinnamomum Zeylanicum)	19
2.6.4. Zencefil (Zingiber officinale)	21
2.6.5. Biberiye (Rosmarinus Officinalis).....	23
2.6.6. Limonotu (Lippia citriodora)	25
2.6.7. Sarı Kantaron (Hypericum perforatum).....	26
2.7. Bitki Özlerinin Tekstil Mamulüne Aplikasyon Yöntemleri.....	28
2.7.1. Direk Aplikasyon Yöntemi	28
2.7.2. Mikrokapsülasyon.....	31
2.8. Antibakteriyel Aktivitenin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler.....	33
2.8.1. Dilüsyon yöntemi.....	33
2.8.2. Difüzyon yöntemi	34
2.9. Tekstil Yüzeyleri için Kullanılan Uluslararası Antibakteriyel Test Standartları...34	
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	37
3.1 Materyal.....	37
3.2. Yöntem	40
3.2.1. GC-MS Analizi	40
3.2.2. Uçucu Yağların Antibakteriyel Aktivitesinin Belirlenmesi.....	41
3.2.3. Sargı Bezlerine Uçucu Yağların Aplikasyonu	43
3.2.4. Sargı Bezlerinin Antibakteriyel Aktivitesinin Belirlenmesi	44
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	46
4.1. GC-MS Analizi Bulguları.....	46
4.2. Uçucu Yağların Disk Difüzyon Antibakteriyel Aktivite Sonuçları.....	54
4.3. İşlem Görmüş Sargı Bezlerinin Antibakteriyel Aktivite Sonuçları.....	65

4.3.1. Çay Ağacı Uçucu Yağı ile İşlem Görmüş Sargı Bezlerinin Antibakteriyel Aktivite Sonuçları	66
4.3.2. Karanfil Uçucu Yağı ile İşlem Görmüş Sargı Bezlerinin Antibakteriyel Aktivite Sonuçları	67
4.3.3. Tarçın Uçucu Yağı ile İşlem Görmüş Sargı Bezlerinin Antibakteriyel Aktivite Sonuçları	69
4.3.4. Biberiye Uçucu Yağı ile İşlem Görmüş Sargı Bezlerinin Antibakteriyel Aktivite Sonuçları	71
4.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Sonuçları.....	73
5. SONUÇ.....	82
KAYNAKLAR	85
ÖZGEÇMİŞ	95



ŞEKİL DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Bazı Teknik Tekstil Uygulamaları a) Kurşun geçirmez kumaş ve b) Su geçirmez, nefes alabilen kumaş	3
Şekil 2.2. Tıbbi tekstillerin genel üretim şeması	7
Şekil 2.3. <i>Staphylococcus aureus</i> bakterisine ait örnek birgörüntü.....	15
Şekil 2.4. <i>Escherichia coli</i> bakterisine ait örnek bir görüntü	15
Şekil 2.5. Çay Ağacı Bitkisi	16
Şekil 2.6. Karanfil Bitkisi	18
Şekil 2.7. Tarçın Kabuğu.....	20
Şekil 2.8. Zencefil Bitkisi	22
Şekil 2.9. Biberiye Bitkisi.....	24
Şekil 2.10. Limonotu Bitkisi.....	25
Şekil 2.11. Kantaron Bitkisi	27
Şekil 2.12. Mikro kapsül Yapıları	32
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan doğal aromatik uçucu yağlar	38
Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan non-steril sargı bezleri	38
Şekil 3.3. Minion Euro-Ped Nonwoven sargı bezi	39
Şekil 3.4. Agilent Marka gaz kromatografi/kütle spektroskopisi	40
Şekil 3.5. Uçucu yağların disklere emdirilmesi ve bakteri ortamına yerleştirilmesi.....	42
Şekil 3.6. OLYMPUS SZX7 mikroskobu	42
Şekil 3.7. Emdirme işlemi	43
Şekil 3.8. Kurutma ve Fikse Makineleri.....	44
Şekil 3.9. Numune sargı bezlerinin inkübatörde bekletilmesi.....	45
Şekil 4.1. Çay ağacı uçucu yağının <i>S. aureus</i> ve <i>E. coli</i> bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları.....	57
Şekil 4.2. Karanfil uçucu yağının <i>E. coli</i> ve <i>S. aureus</i> bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları.....	58
Şekil 4.3. Tarçın uçucu yağının <i>E. coli</i> ve <i>S. aureus</i> bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları.....	60
Şekil 4.4. Zencefil uçucu yağının <i>E. coli</i> ve <i>S. aureus</i> bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları.....	61

Şekil 4.5. Biberiye uçucu yağının <i>E. coli</i> ve <i>S. aureus</i> bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları.....	62
Şekil 4.6. Limonotu uçucu yağının <i>E. coli</i> ve <i>S. aureus</i> bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları.....	63
Şekil 4.7. Sarı kantaron bitkisel sabit yağının <i>E. coli</i> ve <i>S. aureus</i> bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları.....	64
Şekil 4.8. <i>E. coli</i> ve <i>S. aureus</i> bakterilerinin kontrol diski üzerinde çoğalması	64
Şekil 4.9. Çay ağacı uçucu yağı içeren sargı bezinin AATCC 147 test metoduna göre <i>S. aureus</i> ve <i>E. coli</i> bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları	67
Şekil 4.10. Karanfil uçucu yağı içeren sargı bezinin AATCC 147 test metoduna göre <i>S. aureus</i> ve <i>E. coli</i> bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları.....	69
Şekil 4.11. Tarçın uçucu yağı içeren sargı bezinin AATCC 147 test metoduna göre <i>S. aureus</i> ve <i>E. coli</i> bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları.....	71
Şekil 4.12. Biberiye uçucu yağı içeren sargı bezinin AATCC 147 test metoduna göre <i>S. aureus</i> ve <i>E. coli</i> bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları.....	73
Şekil 4.13. Uçucu yağ içermeyen sargı bezinin 200 X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü	73
Şekil 4.14. Karanfil uçucu yağı içeren sargı bezinin 200 X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü	74
Şekil 4.15. Tarçın uçucu yağı içeren sargı bezinin 200 X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü	74
Şekil 4.16. Uçucu yağ içermeyen sargı bezinin 10.00 K X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü	75
Şekil 4.17. Karanfil uçucu yağı içeren sargı bezinin 10.00 K X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü	76
Şekil 4.18. Tarçın uçucu yağı içeren sargı bezinin 10.00 K X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü	76
Şekil 4.19. Uçucu yağ içermeyen sargı bezinin 25.00 K X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü	77
Şekil 4.20. Karanfil uçucu yağı içeren sargı bezinin 25.00 K X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü	78

Şekil 4.21. Tarçın uçucu yağı içeren sargı bezinin 25.00 K X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü	78
Şekil 4.22. Uçucu yağ içermeyen sargı bezinin 50.00 K X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü	79
Şekil 4.23. Karanfil uçucu yağı içeren sargı bezinin 50.00 K X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü	80
Şekil 4.24. Tarçın uçucu yağı içeren sargı bezinin 50.00 K X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü	80



ÇİZELGE DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Teknik tekstillerin kullanım alanları	5
Çizelge 2.2. İmplant edilmeyen yara bakımı amacıyla kullanılan materyaller	8
Çizelge 2.3. Mikrokapsül eldesinde kullanılan kabuk malzemeler	31
Çizelge 2.4. Kantitatif ve kalitatif analiz yöntemleri.....	35
Çizelge 4.1. Çay ağacı yağına ait GC-MS analizi sonucu.....	47
Çizelge 4.2. Karanfil yağına ait GC-MS analizi sonucu	48
Çizelge 4.3. Tarçın kabuğu yağına ait GC-MS analizi sonucu	49
Çizelge 4.4. Zencefil yağına ait GC-MS analizi sonucu	50
Çizelge 4.5. Biberiye yağına ait GC-MS analizi sonucu.....	51
Çizelge 4.6. Limonotu yağına ait GC-MS analizi sonucu.....	53
Çizelge 4.7. Sarı kantaron bitkisel sabit yağına ait GC-MS analizi sonucu.....	54
Çizelge 4.8. Uçucu yağlara ait antibakteriyel aktivite sonuçları	55
Çizelge 4.9. AATCC 147 Antibakteriyel test metoduna göre test sonuçları.....	65

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

GC-MS	: Gaz kromatografi ve Kütle spektrometresi
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
m	: Metre
RT	: Alıkonma zamanı
µl	: Mikrolitre



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Bazı Bitkilerin Antibakteriyel Özelliklerinin Araştırılarak Tıbbi Tekstil Alanında Kullanılması

Ahmet Koyutürk

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Malzeme Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Devrim D. SOYASLAN

Aralık, 2017

Bu tez çalışmasında; ticari olarak satılmakta olan sargı bezlerine antibakteriyel özelliğe sahip olduğu bilinen aromatik uçucu yağlar applike edilmiştir. Bu kapsamda; çay ağacı, biberiye, limonotu, tarçın, karanfil, zencefil uçucu yağları ve sarı kantaron bitkisel sabit yağı, %100 saf olarak tedarik edilmiş ve bu yağların ihtiva ettiği maddeler GC-MS analizi ile belirlenmiştir. Uçucu yağlar ve bitkisel sabit yağ ile yapılan, disk difüzyon antibakteriyel aktivite testi sonucunda iyi derecede antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu belirlenen yağlar ile sargı bezlerine, emdirme-kurutma-bekletme esasına göre aplikasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. İşlem görmüş sargı bezlerinin antibakteriyel özellikleri; gram pozitif bakteri türü olan "*Staphylococcus aureus*" ve gram negatif bakteri türü olan "*Escherichia coli*" bakteri türlerine karşı, tekstilde sıkça kullanılan AATCC 147 test metoduna göre belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilerde; doğal aromatik uçucu yağ içeren sargı bezlerinin iyi derecede antibakteriyel aktivite gösterdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Medikal tekstiller, antibakteriyel aktivite, antibakteriyel uçucu yağ, antibakteriyel sargı bezi

Hazırlanan bu Yüksek Lisans tezi Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 0424-YL-17 proje numarası ile desteklenmiştir.

SUMMARY

M. Sc. Thesis

Investigation of Antibacterial Properties of Some Plants and Their Use in Medical Textiles

Ahmet Koyutürk

**Mehmet Akif Ersoy University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Material Technologies Engineering Department**

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Devrim D. Soyaslan

December, 2017

In this thesis; herbal essential oils known to have antibacterial properties, were applied to the commercial bandages. In this scope; tea tree oil, rosemary oil, lemongrass oil, cinnamon leaf oil, st. john's wort oil, clove oil and ginger oil were supplied as %100 pure and the substances contained in these oils were determined by GC-MS analysis.

Impregnating process on bandages, was carried out by pad-dry-cure method using oils determined to have good antibacterial activity with disk diffusion test method.

The antibacterial properties of the treated bandages were determined according to the AATCC 147 test method which is frequently used in textiles against the gram-positive bacterium "*Staphylococcus aureus*" and the gram-negative bacterium "*Escherichia coli*". As a result of the study, it was determined that bandages containing natural aromatic herbal oils as cinnamon leaf oil, clove oil, tea tree oil and rosemary oil exhibit good antibacterial activity.

Keywords: Medical textiles, antibacterial activity, antibacterial essential oil, antibacterial dressing

The present M.Sc. Thesis was supported by the Coordinatorship of Scientific Research Projects Mehmet Akif Ersoy University under the Project number of 0424-YL-17

1. GİRİŞ

Dünyada her geçen gün artan kullanım alanları ile teknik tekstiller, estetik ve dekoratif özelliklerinden ziyade, sahip oldukları teknik performansları ve fonksiyonel özellikleri bakımından üretilen tekstil malzemeleri ve ürünleridir. Teknik tekstiller içerisinde bulunan tıbbi ve hijyenik tekstiller, tekstil teknolojisi ve tıp alanındaki gelişmelere paralel olarak hızla büyüyen geniş bir ürün grubunu oluşturmaktadır. Tıbbi ve hijyen tekstilleri, mukavemet, esneklik ve bazı durumlarda nem ve hava geçirgenliği özelliklerinin birlikte istendiği tıbbi ve cerrahi uygulamalar için uygun malzemelerdir. Çok fonksiyonlu karakterleri ile çevre ile doku arasında biyolojik uyum göstererek insan ile tıbbi uygulamalar arasında ideal bir ara birim olarak yer alırlar (Kalkancı, 2011).

Dünyada ölümlerin yaklaşık yarısı, enfeksiyondan kaynaklanan ölümlerdir ve piyasada bulunan antibiyotiklere karşı büyük ölçüde bir direnç gelişimi görülmektedir. Bu ölümlerle mücadele etmek amacıyla yeni yöntem arayışları, bitkilerin antibakteriyel özelliklerinin de birçok araştırmaya konu olmasına neden olmuştur (Erdoğan, 2013). Daha önceden tıbbi kullanılışı saptanmamış bitkilerde etken maddeler aramak yerine, yüzyıllardan beridir halkın yararına kullanılan bitkiler ile çalışmanın daha faydalı olacağı düşünülmüştür (Karaoğlu vd., 2012).

Mikroorganizmaların tekstil malzemeleri üzerinde gelişerek üreyebildikleri bilinmektedir. Tekstil malzemeleri, mikro organizmaların çoğalması ve yaşaması için uygun nem, sıcaklık ve besin maddesini barındırırlar. Mikro organizmaların tekstil ürününe yerleşmesiyle birlikte hem tekstil ürünü hem de kullanıcı zarar görmektedir. Antibakteriyel özelliğe sahip olan tekstil ürünleri ise mikro organizmaların neden olduğu zararları azaltmaya yardımcı olmaktadır. (URL-1).

Tekstil endüstrisi de son yıllarda fonksiyonel özelliğe sahip tekstil ürünleri üretmek için yoğun bir çaba içerisine girmiştir. Bu kapsamda antibakteriyel tekstiller büyük ilgi görmüştür. Tekstil materyalleri çeşitli yöntemlerle antibakteriyel hale getirilebilmektedir. Bu yöntemlerden biri de antibakteriyel özellik içeren doğal bitkisel yağların tekstil materyaline aktarılmasıdır.

Bu tez çalışmasında, yıllardır antibakteriyel etkinlikleriyle bilinen çay ağacı, biberiye, limonotu, tarçın, sarı kantaron, karanfil ve zencefil bitkilerine yer vererek, bu bitkilerinden elde edilen yağların tıbbi tekstil alanında kullanımına yönelik bir çalışma oluşturulmuştur.

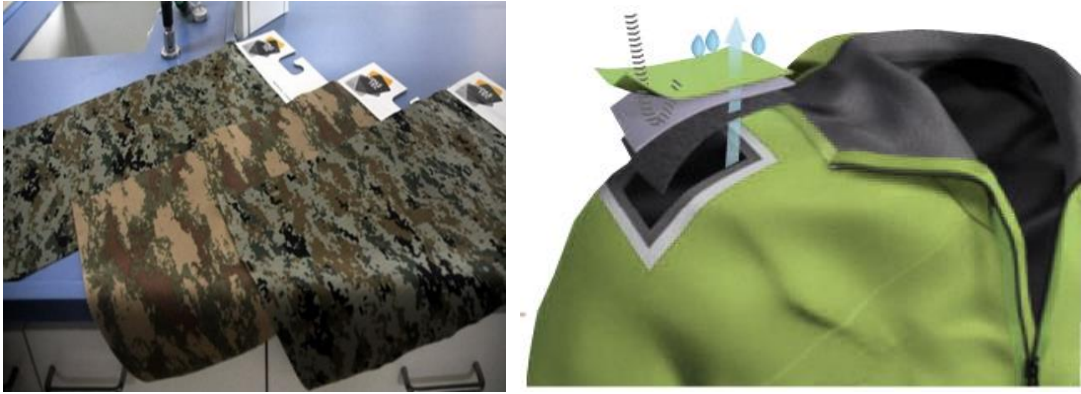


2. GENEL BİLGİLER

2.1. Teknik Tekstiller ve Kullanım Alanları

Tekstil, insanların kendini soğuktan, sıcaktan ve doğa olaylarından korunma ihtiyacı ile birlikte, varoluşunun ilk günlerinden başlayarak bugün de varlığını sürdürmektedir. Önceleri daha çok örtünme amacıyla kullanılan tekstil ürünleri, daha sonra moda gibi insan ruhuna hitap eden amaçlar için kullanılmıştır. Günümüzde ise tekstil ürünleri, bebek bezinden ev tekstillerine, otomotivden hastanelerde kullanılan yatak örtülerine kadar hemen hemen her yerde kullanım alanı bulmaktadır. Teknik tekstiller ise çok fazla bilinmemesine rağmen evden otomobile, giyimden tarıma, karayolundan hastanelere kadar günlük hayatımızın birçok alanında kullanılmaktadır.

Teknik tekstillerin varlığı ve kullanımı en az geleneksel tekstiller kadar eskilere dayanmaktadır. Teknik tekstillerin varoluşu, gemiler için yelken bezlerinin üretilmesiyle başlamıştır. Bugün ise teknik tekstil sektörünün geleneksel tekstil ve hazır giyim sektörleri içerisindeki payı %30'lara kadar ulaşmıştır. Bu anlamda teknik tekstil sektörü geleneksel tekstil ve hazır giyim sektörlerine nazaran sürekli büyüyen ve gelecek vaat eden bir sektör olarak görülmektedir. Günümüzde kullanılan teknik tekstillerin bazı uygulamaları, Şekil 2.1'de görülmektedir.



(a)

(b)

Şekil 2.1. Bazı Teknik Tekstil Uygulamaları. a) Kurşun geçirmez kumaş (URL-2) ve b) Su geçirmez, nefes alabilen kumaş (URL-3)

Teknik tekstillerin tanımı konusunda tam bir ortak payda sağlanamamıştır. Teknik tekstiller önceki yıllarda elbise yani giyecek ve mefruşat olmayan tekstil malzemeleri olarak tanımlanırdı. Ancak bu tanım teknik tekstillerin günümüzdeki uygulamalarını anlatmakta yetersiz kalmıştır. Örneğin koruyucu bir itfaiyeci elbisesi yapılan tanıma göre teknik tekstil değildir (Akalin, 2005).

Teknik tekstiller hakkında yapılan diğer tanımlamalar ise; endüstriyel tekstiller, yüksek performanslı tekstiller, yüksek teknik tekstiller, geleneksel olmayan tekstiller, mühendislik tekstilleri olarak adlandırılmaktadır. Bu alanda yapılan en geniş tanım ise tekstil enstitüsü tarafından yapılan tanımlamadır. Bu tanımlamaya göre teknik tekstiller “estetik veya dekoratif özelliklerinden ziyade esasen sahip oldukları teknik ve performans özellikleri için imal edilen tekstil materyalleri ve ürünleri” olarak tanımlanmaktadır (Özdizdar, 2004).

Teknik tekstiller, tekstil sektörü dışındaki diğer alanlarda da kullanım alanı bulmaktadır. Öyle ki bu ürünler kimyasal maddelere, değişik hava koşullarına ve mikro organizmalara karşı dayanıklı ürünlerdir (Bulut ve Sular, 2010). Bununla birlikte teknik tekstiller geleneksel tekstillerden farklı olarak görünüş ve konforun birincil kriter olmadığı, pahalı ve tüketicinin doğrudan kendisinin kullanmadığı çeşitli kask ve miğferlerde, otomobil lastiklerinde kullanılan tekstiller gibi bir malzemenin parçası olarak da kullanılan ürünlerdir (Kahraman, 2009).

Teknik tekstillerin her geçen gün farklı alanlarda kullanılması ve yeni ürünlerin geliştirilmesiyle birlikte tekstil sektörünün sınırları yeniden yapılanmaktadır. Yenilikçi tekstil ürünlerin geliştirilmesi bu malzemelerin yapımında kullanılacak olan teknik tekstillerin üretimini de günden güne artırmaktadır. Teknik tekstiller estetik kaygısından uzak olarak fonksiyon özellikleri kazandırmak amacıyla üretilen ürünlerdir. Öyle ki tiftiklenmeme özelliği gösteren bir kazağın kumaşı, teknik tekstil değildir. Tiftiklenmeme özelliği kazandırılmadan da bu kazak giyilebilir. Buna karşın kimyasallardan korunmak amaçlı üretilen bir kimyasal savaş üniforması bir teknik tekstildir. Çünkü üretilen bu üniformanın kimyasallara karşı dayanıklı olma zorunluluğu vardır (Kahraman, 2009).

Ülkemizde ve dünyada yaşanan gelişmeler ışığında günümüz teknoloji çağında, tekstillerin özel kullanım alanları oldukça önem kazanmaktadır. Özellikle tıbbi tekstiller, jeotekstiller ve inşaat uygulamaları kendine gün geçtikçe yeni

kullanım alanları bulmaktadır. Teknik tekstiller, yeni ürünlerin keşfi, yeni nesil ihtiyaçları karşılması ve geleneksel ürün ve malzemelerin yerine ikame edilmesi nedeniyle büyük potansiyel arz etmektedir. Bu yönüyle teknik tekstiller, son derece dinamik ve kullanım alanı itibarıyla çok geniş bir sektördür (Çelikkanat, 2002).

Çizelge 2.1’de teknik tekstillerin kullanıldığı çeşitli ürünlerden örnekler verilmiştir.

Çizelge 2.1. Teknik tekstillerin kullanım alanları (Çelikkanat, 2002)

Sektör	Uygulamalar
Uzay teknolojisi	Roket ağızlıkları, astronot giysileri, Isı kalkanları
Otomotiv	Kayışlar, emniyet kemerleri, koltuk döşemeleri
İnşaat	Elyaf tabana sahip yalıtım malzemeleri, jeotekstiller
Tıp	Çarşaf, hastanelerde kullanılan önlükler, bandajlar,
Koruyucu elbiseler	İtfaiye elbiseleri, kimyasal savaş üniformaları
Ofis gereçleri	Kitap kapları, bez zarflar
Ev gereçleri	Hava filtreleri, bahçe eldivenleri
Genel ürünler	Sırt çantaları, balık ağları, can yelekleri

Görüldüğü gibi teknik tekstillerin kullanım alanları bu konuda yapılmak istenen sınıflandırmayı oldukça zorlaştırmaktadır. Sınıflandırma yaparken şu şekilde bir gruplama yapılabilir.

- Son kullanımı tekstil ürünü olan yüksek performanslı ürün grupları (Koruyucu elbise, eldiven, paspas vs.).
- Sanayide kullanılan ürünlerin parçalarını oluşturan yüksek performanslı tekstil malzemeleri (Filtreler, borular, döşemeler, çocuk bezleri vs.).
- Giysi olmayan fakat tamamen tekstil ürünü olan ürünler (sargı bezi, halat vs.).
- Kompozit ürünlerde kullanılan ve farklı şekillerde çeşitli malzemeler ile birlikte kullanılabilen tekstil mamulleri (elyaf destekli kompozitler vs.).

Yapılan gruplandırma ile farklı sektör gruplarına ait ürünler bir araya getirilmiştir. Ürün yelpazesinin gelişmesi ile birlikte teknik tekstiller ve geleneksel tekstiller arasındaki sınırın belirlenmesi oldukça zorlaşmaktadır (Çelikkanat, 2002).

Bu çalışmada teknik tekstiller içerisinde yer alan tıbbi tekstil sektörü geniş bir yelpazede ele alınacaktır.

2.2. Tıbbi Teknik Tekstiller ve Sınıflandırılması

Kumaşlar ve liflerin tıp ve cerrahi alanında kullanımları, 4000 yıldan daha uzun bir süre öncesinde cerrahi dikiş ipliğinde kullanılmasıyla başlamıştır (Cireli ve ark., 2007). Tıbbi tekstillerin tarihte geçmişi oldukça eski olup bilinen ve implant edilen tekstil malzemesi olarak ameliyat ipliklerinin M.Ö. 2000 yıllarında kullanıldığı bilinmektedir. Ancak bu konudaki en hızlı gelişmeler 1950’li yıllarda sentetik liflerin kullanılması ile olmuştur. 1960 yılında dokusuz yüzeylerin ortaya çıkması ve 1985’li yıllarda ameliyathanelerde tek kullanımlık ürünlerin, ameliyat sonrası enfeksiyon riskini %56 oranında düşürdüğü bilimsel olarak kanıtlanmasıyla birlikte tıbbi tekstil sektörü büyük ilerleme kaydetmiştir (Yükseloğlu ve Canoğlu, 2006).

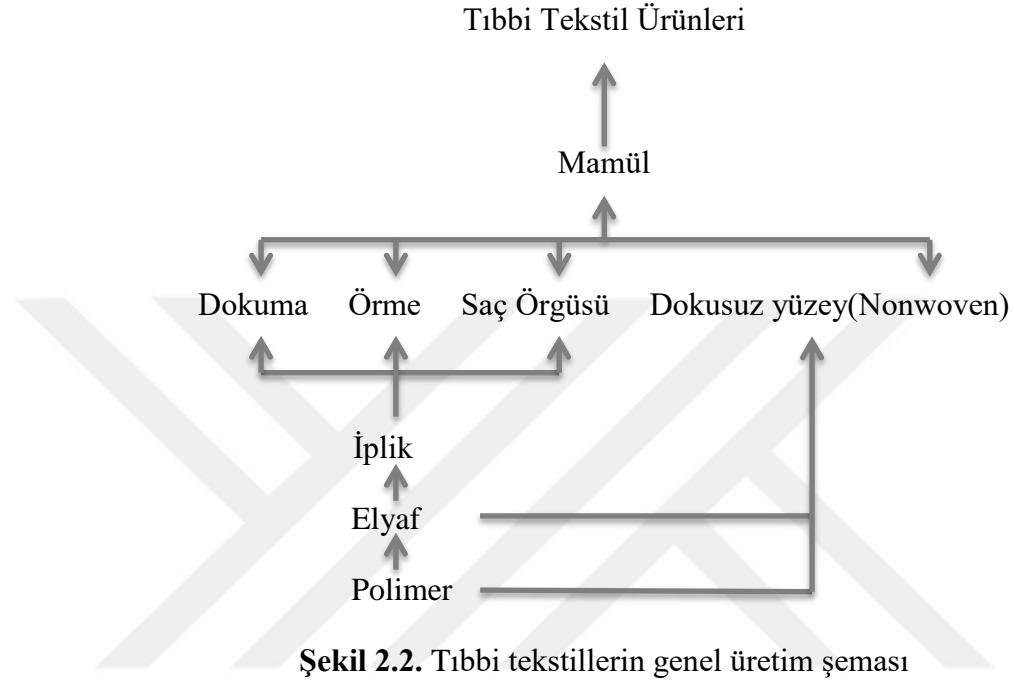
Tıbbi tekstil alanındaki ürünler; ameliyat iplikleri, sargı bezleri, cerrahi elbise ve örtüler, bandajlar, tıbbi maskeler, ıslak mendiller, idrar tutucu bezler, su geçirmez yatak kılıfları gibi ürünlerden meydana gelmektedir. Bu ürünlerin büyük bir kısmı tek kullanımlık ürünlerden oluşmaktadır.

Tekstiller, insan ve tıbbi uygulamalar arasında ideal bir ara birimdir. Bugüne kadar ilaç reçeteleri veya tıp doktorlarının konsültasyon ile yaptıkları uygulamaları, gelişen teknoloji ile birlikte yenilikçi tıbbi tekstiller yapabilmektedir (Tübitak, 2003).

Yeni geliştirilen tekstil lifleri ve değişik tekstil yüzeyleri yara enfeksiyonlarının önlenmesi, ameliyathane ve ameliyat işlemlerinde hastaların ve personelin hijyeni, değişik şekillerde ortaya çıkan yaraları kapatmak ve damarları dikmek gibi durumlarda kullanılabilir (Özdizdar, 2004).

Tıbbi tekstiller ve bu alan içerisinde yer alan bakım ve hijyen sektöründeki büyüme hem tekstil teknolojisindeki hem de tıbbi yöntemlerde meydana gelen yenilikler sayesinde olmaktadır. Belirli ihtiyaçları karşılamak için üretilen tekstil malzemeleri ve ürünleri, mukavemet, esneklik, nem ve hava geçirgenliği

özelliklerinin birlikte istendiği tıbbi ve cerrahi alanlarda kullanım için uygundur. Bu alanda kullanılan malzemeler monofilament, multifilament iplikler, dokuma, örme, nonwoven ve kompozit yapılı kumaşlardır (URL-4). Şekil 2.2’de teknik tekstillerin bir kolu olan tıbbi tekstillere ait genel üretim seması görülmektedir (URL-5).



Şekil 2.2. Tıbbi tekstillerin genel üretim şeması

Tıp ve hijyen uygulamaları için tekstil malzemeleri dış uygulamalarda kullanılan malzemeler ve iç uygulamalarda kullanılan malzemeler olmak üzere iki kısma ayrılabilir.

1. Dış Uygulamalar: İnsan vücudunun dışında uygulanan materyallerdir. Bu materyaller deri ile temas halinde veya temas halinde olmadan çalışabilir.

a) Vücut içine Yerleştirilemeyen Ürünler: Yara sargıları, bandajlar, plasterler (basit elastik ya da elastik olmayan bandajlar, hafif destek bandajları, baskı bandajları, ortopedik bandajlar), gazlı bezler, sargı bezleri, tamponlar, fiber-optik elemanlar. Çizelge 2.2’de bazı materyallerin lif tipi, tekstil yapısı ve fonksiyonları gösterilmektedir (URL-6).

Çizelge 2.2. İmplant edilmeyen yara bakımı amacıyla kullanılan materyaller (Canoğlu ve Yükseloğlu, 2006)

Ürün Tipi	Lif çeşidi	Kumaş yapısı	Fonksiyonu
Yara sargıları, Yara temas tabakaları, Absorbent pedler	PA, ipek, PE, viskon pamuk, plastik filmler	Örme, dokuma nonwoven	İlacı yara üzerinde ya da deriye uygulamak, Oluşabilecek enfeksiyonlara karşı hastayı korumak, çeşitli salgıların absorbe edilmesi, iyileşmeyi kolaylaştırıcı etki
Bandajlar	Pamuk, viskon, PA, elastomer iplik	Örme, dokuma nonwoven	Sargı bezini yerinde tutmak
Hafif destek malzemeleri	Viskon, pamuk, elastomer iplik	Örme, dokuma nonwoven	Sargı bezini yerinde tutmak
Ortopedik malzemeler	Viskon, pamuk, PES, PP lifi ve poliüretan köpükler	Dokuma nonwoven	
Plasterler	Viskon, pamuk, PP, plastik film, PES, cam lifi	Örme, dokuma nonwoven	İlacın deriye uygulanması, Hareketin önlenmesi, oluşan ağrıyı dindirmek
Gazeler	Pamuk, viskon	Dokuma nonwoven	Oluşabilecek sıvıları absorbe etmek
Tamponlar	Pamuk, viskon, odun hamurları	Non woven	Boşluğa yerleştirilerek sıvıların absorbe edilmesi

b) Ekstra Bedensel Ürünler (Ekstrakorporal): Yapay böbrek, karaciger ve akciğerler.

c) Bakım/Hijyen Ürünleri: Başta tıp alanı olmak üzere pek çok sektörde kullanılmaktadır. Ürün çeşitliliği çok fazla olmasına rağmen tipik olarak hem ameliyat, hem de hasta odalarında hijyen, bakım ve personel ile hastaların güvenliği için kullanılmaktadır. Hastanelerde kullanılan tıbbi giysiler (başlıklar, önlükler, çoraplar, eldivenler, koruyucu elbiseler), yatak örtüleri bu alanda kullanılan malzemelere örnek olarak verilebilir.

2. İç Uygulamalar: İmplant edilebilir tekstil ürünleri, ya yara kapatma ya da vücuttan çıkarılmış bir organın veya parçanın görevini yerine getirerek, vücudun onarılması amacıyla kullanılmaktadır. Bu ürünler vücudun içine yerleştiği için, vücut tarafından kabul edilmelerini sağlayacak özellikler barındırmalıdır. Damar greftleri, ameliyat

iplikleri, yapay eklemeler ve yapay bağlar bu alanda kullanılan yapılara örnek olarak verilebilir (URL-6).

2.3. Antibakteriyel Aktivite

İnsan sağlığına zarar veren mikroorganizmalar havada, vücutta ve tüm yüzeylerde bulunabilmektedir. Uygun şartlar sağlandığında bu mikroorganizmalar üreyerek hızlı bir şekilde çoğalmaktadırlar. Bu bakteriler gelişimlerini sağlamak amacıyla yeterli miktarda nem, sıcaklığa ve beslenme kaynağına ihtiyaç duyarlar. Bütün bu gereksinimler tekstil materyallerinde mevcuttur. Bu nedenle tekstil sektörü bu bakteri türleri ile yakından ilgilenmektedir. Özellikle kötü kokulara sebep olan bu bakteriler 30-37 °C arasında optimal gelişim göstermektedirler. İnsan vücudu da aktif faaliyet halindeyken bu sıcaklıkta bulunduğu için bu bakterilerin üremesine neden olmaktadır (Süpüren ve Çay, 2006).

Mikroorganizmaların yüzeye tutunması, taşınması ve bünyesinde bulundukları hastalıkları iletmelerinden dolayı tıbbi alanda kullanılan tekstillerde antibakteriyel özellik istenmektedir. Tekstil materyallerindeki bakterilerin büyüme özellikleri ile ilgili yapılan çalışmada günümüzde birçok alanda sık kullanıma sahip olan tekstil materyallerinin çok yüksek miktarlarda bakteri ve patojeni barındırdığı görülmektedir (Thiry, 2001). Öyle ki bu bakteri ve patojenler, tekstil materyalini kullanan kişilerde enfeksiyon riski ve koku oluşması gibi olumsuz etkilere yol açmaktadır. Oluşan kötü koku problemini çözmek amacıyla tekstillerin arasına emici malzeme yerleştirilerek bu probleme önlem alınmaktadır. Ancak bu yöntem sadece var olan kötü kokuyu ortadan kaldırmaz. Bir başka yöntem de bakterilerin gelişimini engellemek amacıyla anti-bakteriyel malzeme kullanmaktır. Böylece hem enfeksiyon oluşum riskini minimize etmek hem de bu sayede kötü koku oluşumunu önlemek mümkün hale gelmektedir.

2.4. Uçucu Yağlar ve Antibakteriyel Madde olarak Kullanımları

Bitkiler ve bitkisel ürünler insanların yaşamında hem tedavi amacıyla, hem koruyucu olarak, hem de yaşam standartlarını daha iyi hale getirmek için kullanılan ürünlerdir. Eski çağlardan beridir bitkiler; tanrının insanlara verdiği en önemli armağan olarak görülmüştür. Doğada bulunan bütün bitkiler insanın hizmetine sunulmuş ve böylece insanlığın varoluşundan beridir bitkilerle olan ilişkisi

başlamıştır (Gezgin, 2006). Bitkilerden elde edilen uçucu yağlar ise farklı amaçlarla birçok alanda kullanılmaktadır.

Aromatik yağ, uçucu yağ, esans yağı gibi adlarla adlandırılabilen bitki uçucu yağları, bitki kimyasının en önemli bileşenleri arasında yer almaktadır (Çelik, 2007). Oda sıcaklığında sıvı ve kolayca kristalleşebilen uçucu yağlar, genel olarak renksiz görünümündedir. Bu yağlar güçlü bir kokuya sahip olan doğal ürünlerdir (Biçer, 2003).

Birçok bitkinin kendine ait kokuları vardır ve bu genellikle güzel kokulardan oluşmaktadır. Bu bitkilerden sadece birkaçı hoş olmayan kokular yayarlar. Bu kokular bitkilerin sahip olduğu uçucu bileşen içeren maddelerden oluşmaktadır. Bu maddeler, suyun yüzeyinde bir tabaka oluşturduğundan, yağ olarak isimlendirilmektedir. Ancak sabit yağlarla aralarında farklılıklar bulunmaktadır. Bu yağlar açıkta bırakıldığında buharlaşabilen yağlardır ve bu nedenle bu yağlara uçucu yağ adı verilmektedir. Bununla birlikte genelde güzel kokulu olmalarından ötürü esans diye de isimlendirilirler (Bal, 2001).

Uçucu yağlar parfümeride, aromaterapide, kozmetikte, tütsü olarak, yiyecek ve içeceklerin tatlandırılmasında, tıpta ve ev temizlik ürünlerinde kullanılır. Bu yağlar tat ve koku endüstrileri için değerli bir konuma sahiptir (Tanker, 2007).

Günümüzde alternatif tıbbın bir dalı olarak görülen aromaterapiye karşı duyulan ilgi de uçucu yağ kullanımını artırmıştır. Ayrıca uçucu yağların ilaç endüstrisindeki yeri de gittikçe artmaktadır. Bu yağların, antiseptik, antifungal, antiviral, bakterist, sedatif, stimulan (uyarıcı), antioksidan gibi etkileri vardır. Bu özellikler uçucu yağ türüne göre değişiklik göstermektedir. Hepsinin ortak yanı genel olarak antibiyotik, dezenfekte edici, bağışıklık sistemini güçlendirici etki göstermeleridir. Gram pozitif (+) ve Gram negatif (-) bakteriler dahil, birçok mikroorganizma üzerinde etkili olan uçucu yağların en çok araştırılan yönü antibakteriyel aktiviteleri ile ilgilidir. Bu yağlar, farklı bileşenleri içeren kompleks karışımlar olduklarından, etki dereceleri içerdikleri etken maddelerin çeşit ve miktarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Birçok bitki türünün ülkemizde yetişmesinden dolayı uçucu yağ içeren bitkiler bakımından çok zengin bir floraaya sahip olduğumuzu söylemek mümkündür (Yıldırım, 2014; Toroğlu, 2006).

Bitki uçucu yağlarının antibakteriyel aktiviteleri ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Jothi, 2009 yılında yapmış olduğu çalışmada %100 pamuk kumaşın

antibakteriyel aktivitesini artırmak amacıyla aloe vera jeli applike etmiştir. Pamuklu kumaş, aloe vera jel ile (*Aloe barbadensis* Miller) 1, 2, 3, 4 ve 5 gr/l konsantrasyonlarında işleme tabi tutulmuştur. Bu işlem için 60 °C’ de 30 dakika boyunca emdirme-kurutma-bekletme (pad-dry-cure) yönteminden faydalanılmıştır. Çalışmada aloe vera ekstraksiyonu için aloe vera bitkisinden çözücü olarak metanol kullanılmıştır. İşlem görmüş kumaşın antibakteriyel aktivitesi ATCC (agar diffusion) metoduna göre değerlendirilmiştir. Aloe vera jel ile işlem görmüş kumaşın “*Staphylococcus aureus*” bakterisine karşı iyi bir antibakteriyel aktivite sergilediği gözlemlenmiş ve 5 gr/l konsantrasyonda mükemmel bir antibakteriyel aktivite olduğu belirtilmiştir. Ayrıca antibakteriyel aktivitenin, 50 yıkama sonunda bile halen etkili olduğu çalışmada belirtilmiştir (Jothi, 2009).

Fadhel vd., 2012 yılında yapmış olduğu çalışmada, iki Tunus okalıptüs ekstraktının (*E. odorata* and *E. cinerea*) yün ve pamuk elyafı üzerindeki antibakteriyel etkisini incelemiştir. Çalışma için okalıptüs yaprakları kurutulmuştur. Çalışmada ağartılmış yün ve pamuk örgü kumaşlar kullanılmıştır. Sodyum sülfat elektrolit olarak fikse sırasında kullanılmıştır. Ayrıca HCl ve Mg tozları tanenler ve flavonoidleri ortaya çıkarmak amacı ile reaktif olarak kullanılmıştır. Çalışmanın fikse prosesi için Uniprogrammer Mathis cihazı kullanılmış ve tüm numunelere 10 dakika boyunca damıtılmış suda emdirme işlemi uygulanmıştır. (banyo oranı 1:40), sodyum sülfat (25 g/l) 40 °C ve pH 5. Daha sonra tanen ve flavonoid ekstraktları eklenmiş ve sıcaklık 40 °C den 95 °C ye kadar çıkarılarak ve bu işlem 60 dakika kadar sürdürülmüştür. Son olarak numuneler durulanmış ve havayla kurutulmuştur. Çalışma neticesinde *E. odorata* ekstraktı yüne uygulandığında iyi derecede antibakteriyel özellik sergilemiş ve bu özelliğin 10 yıkamaya kadar etkili olduğu gözlemlenmiştir. Buna karşın pamuklu kumaş üzerindeki etki 3 yıkamadan sonra kaybolmuştur. Bu konuda ileride yapılacak olan çalışmaların *E.odorata* bitkisi içerisindeki ana kimyasal aktif bileşenleri belirlemeye ihtiyacı olduğu belirtilmiştir (Fadhel vd., 2012).

Foroughi vd., 2016 yılında yaptıkları çalışmada; rezene (*Foeniculum vulgare*) esansiyel yağının, biri gram pozitif biri gram negatif olan *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* bakteri türlerine karşı antibakteriyel aktivitesini araştırmışlardır. Rezene esansiyel yağının içeriğini belirlemek amacıyla GC-MS analizini ve agar

disk difüzyon metodu ile antibakteriyel aktivite testini gerçekleştirmişlerdir. Sonuçlar; rezene uçucu yağında bulunan en büyük miktardaki maddenin Trans-anethole (% 47.41) olduğunu göstermiştir. Ayrıca 0.007 g/ml rezene esansiyel yağının *E. coli* bakterisinin büyümesini engellediğini, bu oranın *S. aureus* bakterisine karşı 0.003 g/ml olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmanın doğal bitkisel esansiyel yağların antibakteriyel özelliklerinin belirlenmesine katkı sağladığı belirtilmiştir (Foroughi vd., 2016).

Belgüzar vd., 2016 yılında yaptıkları çalışmada; Kekik (*Thymus vulgaris* L.) uçucu yağının *Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis* üzerindeki antibakteriyel etkisini belirlemek amacıyla in vitro koşullarda yürütmüşlerdir. 20 µl/ml'lik kekik uçucu yağının *C. michiganensis subsp. michiganensis*'in gelişimini %99.39 oranında engellediğini belirlemişlerdir. Sonuç olarak, *T. vulgaris* uçucu yağının antibakteriyel madde olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğu belirtilmiştir (Belgüzar vd., 2016).

Öntaş vd., 2016 yılında yaptıkları çalışmada; limon kabuğu ve argan yağının, balık patojenlerine karşı etkilerini belirlemişlerdir. Antibakteriyel aktivite testini, altı farklı balık patojenine (*Yersinia ruckeri*, *Aeromonas hydrophila*, *Listonella anguillarum*, *Edwardsiella tarda*, *Citrobacter freundii* and *Lactococcus garvieae*) karşı belirlemişlerdir. Disk difüzyon antibakteriyel aktivite sonuçlarına göre limon ve argan yağının, özellikle *Y. ruckeri*, *A. hydrophila*, *L. anguillarum* ve *C. freundii* patojenlerinin gelişmesini engellediğini saptamışlardır. Çalışmada sonucunda, limon ve argan yağının sahip olduğu güçlü antibakteriyel aktivite sayesinde daha sonra yapılacak olan çalışmalarda kullanılabileceğini vurgulamışlardır (Öntaş vd., 2016).

Ivanova ve Ivanov 2016 yılında yaptıkları çalışmada; kekik esansiyel yağının, patojenik bakteriler, maya ve mantarlara karşı antifungal / antibakteriyel özelliklerini kontrol etmek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Deneyde *Escherichia coli* 3398, *Staphylococcus aureus* 745, *Bacillus subtilis* 6633, *Salmonella typhimurium* 3591, *Listeriamonocytogen* 863 ve *Enterobacter aerogenes* 3691 gibi bakteri türlerini kullanmışlardır. *S. aureus* 745 gram pozitif bakterisine karşı 18 mm bir zon çapı oluşturduğu gözlenirken, *E. coli* 3398 bakterisine karşı 23 mm bir zon çapı gözlemlendi. Diğer bakteri ve mantar türlerine karşı da 18-23 mm aralığında zon çapı meydana geldiğini gözlemlemişlerdir. Böylelikle Kekik esansiyel yağının, patojenik

mikroorganizmalar ile mücadelede, modern tıp kadar etkili olabilecek bir tedavi için güvenli bir alternatif olduğu belirtilmiştir (Ivanova ve Ivanov, 2016).

Hsane vd., 2017 yılında yaptıkları çalışmada Tarçın, karanfil ve biberiye esansiyel yağlarının antibakteriyel aktivitesini araştırmışlardır. Antibakteriyel aktivite testi, disk difüzyon test yöntemi esasına göre gerçekleştirilmiştir. Deneyde gram pozitif bakteri türü olan *S. oralis* kullanılmış ve deney sonucunda biberiye esansiyel yağının *S. oralis* karşısında herhangi bir etki göstermediği belirtilirken, tarçın ve karanfil yağının ise oldukça etkili olduğunu gözlemlemişlerdir. Ancak tarçın yağı *S. oralis* bakterisine karşı 42 mm bir zon çapı oluştururken bu sayının karanfil yağında 20 mm olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak Karanfil ve Tarçın uçucu yağının sentetik antibiyotiklere alternatif olabileceği vurgulanmıştır (Hsane vd., 2017).

Sales vd., 2017 yılında yaptıkları çalışmada; Dağ reyhanı (*Ziziphora clinopodioides*) ve civanperçemi (*Achillea wilhelmsii*) esansiyel yağlarının *Staphylococcus aureus* bakterisine karşı antibiyotik direncini gözlemlemişlerdir. Clevenger cihazı yardımı ile bitki özlerini elde ederek GC-MS analizi ile bitkilerin içerdiği maddeleri bulmuşlar ve GC-MS analizi sonucunda dağ reyhanı ve civanperçeminin içeriğindeki maddeler, bu bitkilerin antibakteriyel özellik barındırdığını göstermiştir. Çalışma neticesinde enfeksiyonlara karşı sentetik ilaçlar yerine doğal antibakteriyel özelliğe sahip bitkilerin kullanılabilmesi öne sürülmüştür (Sales vd., 2017).

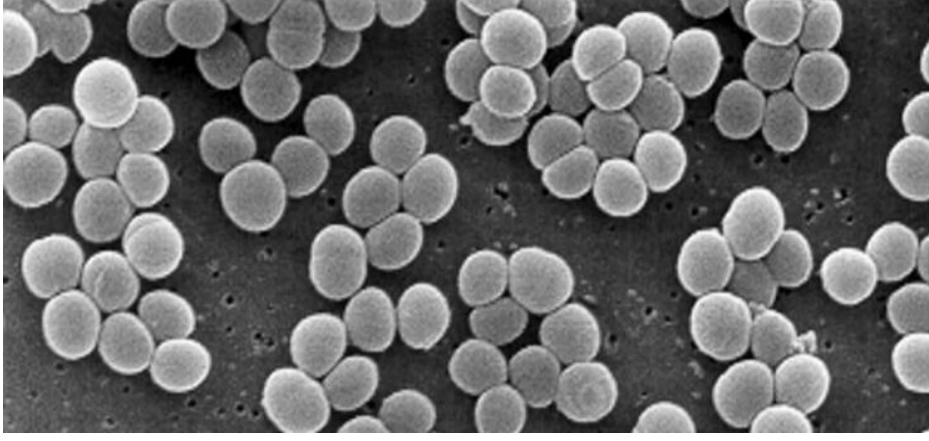
Bachir 2017 yılında yaptığı çalışmada; sakız ağacının (*Pistacia lentiscus*), gram pozitif *Staphylococcus aureus* ve gram negatif *Escherichia coli* bakterilerine karşı antibakteriyel aktivitesini gözlemlemiştir. Antibakteriyel aktivite testini, sakız ağacı yağının çeşitli dilüsyonlarda kullanarak agar disk difüzyon metoduna göre gerçekleştirmiştir. Sonuç, sakız ağacı yağının *S. aureus* bakterisine karşı iyi derecede antibakteriyel aktivite sağladığı ancak *E. coli* bakterisine karşı herhangi bir direnç göstermediği yönündedir. Bu sonuçlar *S. aureus*'un neden olduğu enfeksiyonları önlemede doğal antibakteriyel bitki olarak sakız ağacı yağının kullanılabilmesini göstermiştir (Bachir, 2017).

2.5. Çalışmada Kullanılan Bakteriler ve Özellikleri

2.5.1. Staphylococcus Aureus

Staphylococcus aureus (Şekil 2.3); insanlarda birçok enfeksiyona neden olan bir bakteri türüdür. Bu bakteriler, değişen ortam koşullarına dayanıklı olduklarından doğada çok yaygın olarak bulunurlar. Bu bakteri türleri, en çok burunda ve boğazdaki boşlukta yer alırlar. Ayrıca insan ve hayvana ait dışkılarda, ciltte bulunan apseli yaralarda da bulunmaktadır. Yaklaşık 20 farklı türe sahip olan bu bakteri türünün optimum üreme sıcaklığı 30-37 °C arasında değişmektedir (Bekki, 2010)

Stafilokoklar, piyasada bulunan antibiyotiklere karşı güçlü direnç göstermeleri sebebiyle hastanelerde ve özellikle toplumun birçoğunun etkilendiği enfeksiyonlarda ciddi bir sağlık sorunu haline dönüşmüştür (Öncül vd., 2002; Pesavento vd., 2007; Livermore, 2000; Yakupuğulları vd., 2006). Stafilokoklar, direkt ve indirekt temas ile yayılabilirler. Özellikle hastane ortamında bakterilerin enfekte kişinin ellerinden ve giysilerinden oldukça kolay bulaşabilirler. İnsanlarda ve hayvanlarda bulunan apselere, sivilcelere ve enfekte olmuş yaralara yerleşebilir ve gıdalarını alabilirler (Hacıbektaşoğlu, 1993).



Şekil 2.3. *Staphylococcus aureus* bakterisine ait örnek bir görüntü (URL-7)

2.5.2. Escherichia Coli

E. coli (*Escherichia coli*) bakterisi (Şekil 2.4); tıp alanında çok sık karşılaşılan bir bakteridir. Bu bakteri türü Enterobacteriaceae familyasında yer alan gram negatif bir bakteri türü olarak bilinmektedir. Bu bakteri türü vücut sıcaklığında büyüme göstermektedir. İnsanlarda görülen birçok hastalığın oluşmasına neden olan bu bakteri, kişiden kişiye geçebildiği için bulaşıcıdır. *E. coli* bakterisinin uzun adı "*Escherichia coli*" bakterisidir. *E. coli* bakterisi insanların ve hayvanların bağırsaklarında yaşar. Bu bakteri türü canlılığın savunma sisteminin azaldığı durumlarda kana ve dokuya yayılarak enfeksiyon etkeni özelliği taşımaktadır (Bekki, 2010).



Şekil 2.4. *Escherichia coli* bakterisine ait örnek bir görüntü (URL-8)

2.6. Çalışmada Kullanılan Bitkiler ve Özellikleri

2.6.1. Çay Ağacı (*Melaleuca alternifolia* L.)

Avustralya'da yetişen çay ağacı bitkisi Şekil 2.5; iki metreyi bulan, yassı yapraklı bir ağaçtır. Avustralya yerlilerinin yüzyıllardır kullandığı bu ağacın yapraklarından elde edilen yağ, geçmişte birçok hastalığın tedavisinde kullanılmıştır. Çay ağacı yağı, ülkemizde de çeşitli kullanım alanları bulmuş ve son on yıl içinde doğal kaynaklı olması nedeniyle daha çok tercih edilerek popüler hale gelmiş bir uçucu yağdır. Çay ağacı yağı, çok geniş bir mikroorganizma grubuna karşı antibakteriyel etki göstermesi ve deriye kolay nüfuz edebilmesi nedeniyle ideal bir dezenfektan olarak kabul edilmektedir. Bu bitki özü, merhem, krem, sabun, şampuan ve şekillendiriciler, el ve vücut losyonları, yüz temizleyicileri, diş pastaları, ağız suları, pudralar, tırnak temizleyiciler ve veteriner hekimlikte kullanılan bakım ürünleri gibi preparatlar içerisinde çeşitli konsantrasyonlarda bulunmaktadır (Çakır vd., 2005; Murray vd., 1991).



Şekil 2.5. Çay ağacı bitkisi (URL-9)

Avustralya halkı bu yağı baş ağrılarında, soğuk algınlığında, böcek ısırıklarında ve cilt enfeksiyonlarını tedavi etmek amacıyla kullanmıştır. Bitkinin soluk sarı renkli, viskoz ve baticı kokulu uçucu yağı fenolden daha etkili bir topikal antiseptik olarak 1920'li yıllarda keşfedilmiştir. 1930 yılında "Medical Journal of Australian" adlı dergide Avustralyalı bir cerrah yağın bazı çözeltilerinin cerrahi yaraların temizlenmesi amacıyla kullanımında etkileyici sonuçlardan söz etmiştir.

Yine bu yağ ikinci Dünya savaşı sırasında yaralanmaları takiben görülen cilt enfeksiyonlarını azaltmak için genel bir antimikrobiyal ve böcek kaçıracı ürün olarak ilk yardım kutularında yer almıştır. Bütün bu özelliklerinden dolayı çay ağacı yağı tıbbi alanda kullanılan önemli bir bitki halini almıştır (Calcabrini vd., 2004; Messenger vd., 2005).

Fitzpatrick, 2010 yılında yapmış olduğu çalışmada; Çay ağacı bitkisinin '*Bacillus subtilis*', '*Escherichia coli*', '*Micrococcus roseus*', '*Sarcina luteus*', ve '*Serratia marcescens*' olmak üzere 5 farklı bakteri türüne karşı antibakteriyel özelliğini araştırmıştır. Agar plakaları yardımıyla antibakteriyel aktivite testi gerçekleştirilerek çay ağacı yağının '*Sarcina luteus*' dışında tüm bakterilere karşı etkili olduğunu gözlemlemiş ve test sonuçlarında çay ağacı yağının '*Escherichia coli*' bakteri türünün büyümesini engellediğini özellikle belirtmiştir.

Yine Batı Avustralya üniversitesinde yapılan iki farklı araştırmaya göre çay ağacı yağının çoğunlukla monoterpen, seskiterpenler ve bunların alkollerini olmak üzere 100'den fazla bileşen içerdiği, bu bileşenlerden terpinen-4-ol en bol miktarda bulunduğu belirtilmiştir. (minimum% 30). Bu maddenin antibakteriyel aktivitenin çoğundan sorumlu olduğu belirtilmiştir. Çalışmalar, çay ağacı yağının tıbbi özelliklerini, özellikle de antibakteriyel özelliklerini araştırmak üzere yürütülmüştür. Sonuç olarak çay ağacı yağının, geniş spektrumda antibakteriyel, antifungal ve antiviral aktiviteye sahip olduğu söylenmektedir. Bu konuda yapılan laboratuvar çalışmalarının sürmekte olduğunu ve birtakım klinik çalışmalarının da yapılmak üzere olduğu belirtilmiştir. Çay ağacı yağı, tropikal bir antibakteriyel ajan olarak kabul edilirse, bu çalışmaların daha da önem kazanacağı belirtilmiştir (Hammer vd., 2012; Carson vd., 2006).

2.6.2. Karanfil (*Eugenia Caryophyllata*)

Myrtaceae familyasından gelen karanfil (Şekil 2.6); 10-20 metre boyunda, yeşil, mızrak yapraklı, salkım şeklinde sarı çiçekli, %15-20 arasında uçucu yağ içeren Endonezya kökenli bir bitkidir. Tropik bölgelerde tohum veya çelikle üretilir. Karanfil uçucu yağı su veya su buharı damıtma ile genellikle kurutulmuş tomurcuktan elde edilen renksiz veya açık sarı renkli bir yağdır. Tipik kokusunu ve lezzetini veren madde öjenol (2 metoksi-4-allil fenol) adlı antimikrobiyel ve

analjezik bir bileşiktir. Uçucu yağ, karanfilin yapraklarından ve çiçek saplarından da elde edilebilmektedir. Ancak bu şekilde elde edilen yağlarda öjenol az ve kalitesi düşük, renk ise kahverengi olmaktadır (Aybakır, 2015).



Şekil 2.6. Karanfil bitkisi (URL-9)

Karanfil uçucu yağında etkin bileşen "öjenol" adlı maddedir, uçucu yağda %80-90 civarında bulunmaktadır ve bu madde hücre membranını, hücre organellerini inhibe ederek etkisini göstermektedir (Akgül 1993; Evren ve Tekgüler 2011).

Başoğul, 2012 yılında kaleme aldığı yazısında karanfil uçucu yağının antibakteriyel, antiviral, antifungal ve antiseptik özellikleriyle bilinen bir bitki olduğunu vurgulamıştır. Uyuşturucu özelliğe de sahip olan karanfilin, yüzyıllardır ağrı kesici olarak ve özellikle diş tedavilerinde kullanıldığı belirtilmiştir. Ayrıca karanfil yağındaki bileşiklerin kan dolaşımına iyi geldiği ve cilde direkt olarak uygulandığında canlılık kazandırdığı belirtilmiştir (Başoğul, 2012).

Bağcıvan ve Daşkın, karanfil türlerinin halk arasındaki kullanımlarını araştırmışlardır. 1999–2014 yılları arasında literatürde daha önce yapılmış olan çalışmaları derleyerek bir araya getirmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre farklı türlerdeki karanfil bitkilerinin; ateş düşürücü, terletici, iştah açıcı, siğil geçirici, ağrı kesici, cilt hastalıkları, soğuk algınlığı, öksürük kesici, balgam söktürücü, baş ağrısı, baş dönmesi, göz problemleri, kas ağrıları, analjezik, yara onarıcı, iltihap, gastrointestinal bozukluk, kabızlık, akut idrar yolları enfeksiyonları, kanser, kalp

hastalıkları, sinir bozukluklarında, kene ve sivrisineğe karşı iyi bir böcek kovucu özelliğe sahip olup sindirim ve üriner sistemi uyarıcı, hemostatik, doğum kontrol ilacı olarak ve antihelminetik, antibakteriyel, antifungal, basurotu olarak kullanıldığını tespit etmişlerdir (Bağcıvan ve Daşkın, 2014).

Ramya ve Maheshwari 2013 yılında yaptığı çalışmada Bambu/Pamuk örme kumaşa, bitkisel ekstraktlar ile çevre dostu antibakteriyel özellik kazandırmayı amaçlamışlardır. *Syzygium aromaticum* (karanfil) tomurcuklarını kumaş üzerine iki farklı metod kullanarak aktarmışlardır. Bu yöntemler, direkt aplikasyon metodu ve mikrokapsülasyondur. Kumaşların antibakteriyel aktivitesi ve yıkama dayanımını AATCC 147, AATCC 30 ve EN ISO 20645 standartlarına göre değerlendirmişler ve çalışma sonucunda her iki aplikasyon yöntemine göre işlem gören kumaşın iyi derecede antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu ve bununla birlikte mikrokapsülasyon metodu ile işlem gören kumaşın iyi derecede antifungal aktiviteye de sahip olduğunu belirtmişlerdir. Direkt aplikasyon metoduna göre işlem gören kumaşın 10 yıkamaya kadar antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu ancak mikrokapsülasyon metoduna göre işlem gören kumaşın 30 yıkamadan sonra bile antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir (Ramya ve Maheshwari, 2013).

2.6.3. Tarçın Yaprağı (*Cinnamomum Zeylanicum*)

Toplum arasında, “Darçın”, “Loğusa”, “Şerbet Kokusu” gibi adlarla bilinen tarçın (Şekil 2.7), bazı *Cinnamomum* (Lauraceae) türlerinin kurutulmuş kabuğudur. Çin tarçını ve seylan tarçını olmak üzere başlıca iki tür tarçın kabuğu türü bulunmaktadır. Her iki tür tarçın kabuğunun da bileşiminde tanen bulunmakta ve %1-2 oranında uçucu yağ içermektedir. Her iki türdeki tarçın da Japonya, Seylan, Güney Amerika, Sumatra gibi yerlerde yetiştirilmektedir. Bu bitkinin bileşiminde aldehit, ogenol ve sinnamik maddeleri bulunmaktadır. Sağlık için uzun yıllardır kendine kullanım alanı bulmaktadır. Öyle ki; Ibn-i Sina el-Kânûn fi’-Tıbb isimli kitabında, tarçın türlerinin tümünün, açıcı, ısıtıcı ve düzeltici özelliği olduğu ve kötü etkileri çekerek iyileştirdiğini belirtmektedir (Gürson ve Özçelikay, 2005).



Şekil 2.7. Tarçın kabuğu (URL-9)

Tarçın, tarçın ağacının sapsarı kesilerek yapılmaktadır. Öncelikle iç kabuğu soyulur ve odunsu kısımlar çıkarılır. Kurduğunda ise, tarçın çubukları olarak adlandırılan, rulolar halinde kıvrılmış yapıya sahip şeritler oluşur. Tarçının belirgin kokusu ve lezzeti, cinnamaldehit adı verilen bir bileşikte yüksek miktarda bulunan yağlı kısımdan gelmektedir. Tarçın bitkisinin, sağlık alanındaki etkileri bu maddeden kaynaklanmaktadır. Tarçın doğal bir gıda koruyucusu olarak kullanılabilir kadar güçlüdür. Vücudun enfeksiyonlara karşı mücadelesinde yardımcı olur ve doku hasarını büyük ölçüde onarır. Bununla beraber, iltihaplanma kronik olduğunda ve vücudun kendi dokularına karşı yönlendirildiğinde sorun haline gelebilir. Tarçın bu konuda da faydalı olabilir. Çünkü yapılan çalışmalar, tarçın içerisinde bulunan antioksidanların güçlü anti-inflamatuar etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Tolga, 2016).

Urbaniak vd., 2014 yılında yaptıkları çalışmada; tarçın kabuğu yağının Gram-pozitif ve Gram-negatif izolatlar karşı *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Enterobacter* ve *Acinetobacter* türlerine ait antibakteriyel etkinliklerini belirlemiştir. Antibiyotiklere duyarlılık testini disk difüzyon yöntemi esasına göre ile yapmışlardır. Araştırmalar, test edilen tarçın kabuğu yağının tüm izolatlar karşı aktiviteyi inhibe ettiğini göstermiştir. Ayrıca tarçın kabuğu yağının düşük konsantrasyonlarda kullanılmasına rağmen etki gösterdiği gözlemlenmiştir. Sahip olduğu güçlü antibakteriyel aktiviteden dolayı tarçın kabuğu yağının kozmetikte ve

dezenfektanlarda ve hastane ortamlarında kullanılabileceği belirtilmiştir (Urbaniak vd., 2014).

Nabavi vd., 2015 yılında; tarçının antibakteriyel etkileri ile ilgili son beş yılda yayınlanan literatürü gözden geçirmişlerdir. Tarçın kabuğu yağının en önemli özelliğinin bulaşıcı hastalıklara neden olan gram pozitif ve gram negatif bakterilere ve kozmetik ürünlerinin bozulmasına karşı sahip olduğu antibakteriyel aktivite olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmalar, tarçının antibakteriyel aktivitesinin sinnamaldehit ve öjenol gibi biyoaktif fitokimyasal maddelerden kaynaklandığını göstermiştir. Bununla birlikte tarçının bulaşıcı hastalıkları tedavi amacıyla kullanılabileceği ve bu hastalıkların tedavisinde doğal bitkilerin uygulanmasının, alternatif bir tedavi yöntemini de beraberinde getireceği belirtilmiştir (Nabavi vd., 2015).

2.6.4. Zencefil (*Zingiber officinale*)

Zencefil (Şekil 2.8), zencefilgiller (*Zingiberaceae*) ailesinden, iri yumrulu rizoma sahip bitkidir. Vatanı Asya'nın güneyi olan bitki, Çin, Hindistan, Nijerya gibi tropik ve subtropik ülkelerde yetiştirilir. Zencefilin tıbbi kullanımı asırlardır bilinmektedir. Eski Yunan, Roma ve Arap tıp literatüründe adı geçmektedir. Geleneksel Çin ve Hint tıp sistemlerinde de kullanılmaktadır. İbni Sina "Tıbbın Kanunu" adlı eserinin ikinci cildinde, zehirli böcek sokmalarında iyileştirici özelliklerini anlatır. İbni Sina'ya göre zencefil yağı, havanın mikroplardan temizlenmesine yardım eder, saç güzelliğini korur ve ciltte uyuz ve akarların sebep olduğu kaşıntı ve kızarıklık gibi sorunların giderilmesini sağlar (Başer, 2013).



Şekil 2.8. Zencefil bitkisi (URL-9)

Mostafa vd., 2017 yılında yaptıkları çalışmada; gıda bozulmalarının ve bununla birlikte gıda zehirlenmelerinin önüne geçmek için çeşitli kimyasallar kullanıldığını ve bu kimyasallarında insan sağlığını olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Bu endişelerden dolayı gıda sektörünün daha güvenli ve doğal koruyucular bulma eğilimine girdiği belirtilmiştir. Bu bağlamda yaptıkları çalışmada zencefil, nar, karanfil, kekik ve kimyon bitki özünü, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Salmonella typhi* bakterilerine karşı test etmişlerdir. Kimyon dışında tüm bitki özlerinin çeşitli varyasyonlarda seçilen bakterilere karşı antibakteriyel aktivite gösterdiğin belirtilmiştir. Bununla birlikte kimyon bitki özünün yalnızca *S. aureus* bakterisine karşı etki gösterebildiği gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda potansiyel olarak antibakteriyel aktivitesi kanıtlanan bu bitki özlerinin, gıda zehirlenmesi hastalıklarını kontrol etmek ve gıda maddelerini korumak için kimyasal olarak antimikrobiyal ajan uygulamalarının, doğal alternatif koruyucu maddeler olarak kullanılabilceği belirtilmiştir (Mostafa vd., 2017).

Dhanik vd., 2017 yılında zencefil ile ilgili bir makale yayınlamışlardır. Bu makalede zencefilin çeşitlerine, kimyasal yapısına ve bunun yanında birçok özelliğine yer vermişlerdir. Ayrıca zencefil uçucu yağının sahip olduğu

antibakteriyel özelliği ile ilgili yapılan çalışmalara da değinmişler ve özellikle gıda kaynaklı hastalıkların tüketiciler, gıda endüstrisi ve gıda güvenliği otoriteleri için büyük bir endişe kaynağı olduğunu belirtmişlerdir. Son yıllarda bu gıdaların raf ömrünü uzatmak, bakteri ve mantar oluşumunu engellemek için birçok çalışma yapıldığını ve zencefil bitkisinin de sahip olduğu antibakteriyel özellikten dolayı bu bağlamda kullanılabileceği çalışmada belirtilmiştir. Literatür araştırmaları sonucunda zencefil bitki özünün güçlü antibakteriyel ve antifungal özelliğe sahip olduğunu, zencefil metanol ekstraktının *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* ve *Staphylococcus aureus* bakteri türlerine karşı önemli antibakteriyel etkinliğe sahip olduğunu vurgulamışlardır (Dhanik vd., 2017; Sunilson vd., 2009).

2.6.5. Biberiye (*Rosmarinus Officinalis*)

Biberiye bitkisi (Şekil 2.9); halk arasında kuşdili olarak bilinen küçük iğne uçlu, iki metreye kadar uzayabilen ve her zaman yeşil kalabilen ve güçlü bir aromaya sahip çalı görünümlü olan aromatik bir bitkidir. İlkbahar ve yaz aylarında açan çiçekleri beyaz, açık mavi ve mavi, morumsu renklidir. Yapraklarının tadı acımsıdır ve yapraklarının ekstrakte edilmsiyle elde edilen uçucu yağdan yararlanır. Antioksidan özelliği, yapısında bulunan karnosol, karnosik asit ve rosmarinik asitten kaynaklanmaktadır. Biberiyenin antioksidan, anti-inflamatuar ve anti-kanserojen özellikleri sayesinde bağışıklık sistemi güçlenmektedir. Bu kadar çok yönden şifa sağladığından, vücudun genel sağlığını arttırmaktadır (Gökalp, 2015).



Şekil 2.9. Biberiye bitkisi (URL-9)

Evren ve Tekgüler, 2011 yılında yayınladığı derlemede bazı uçucu yağların antibakteriyel özellikleri inceledi. Uçucu yağların antibakteriyel özellikleri karşısında gram negatif bakterilerin, gram pozitif bakterilere kıyasla daha dirençli olduğu, gram negatif bakterilerin bu direncinin hücre duvarından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Bu bitkiler arasında proje kapsamında kullanılacak olan biberiye yağının da antibakteriyel özelliğini araştırmışlar ve biberiye yağları ve bunların başlıca bileşenlerinin Gram(-) bakterilere karşı etkisiz veya çok az etkili olduğunu, bunun nedeninin Gram(+) bakterilerin hücre duvarı dışında Gram(-) bakterilerde bir de lipopolisakkarit ve proteinden oluşan dış zarları olmasından kaynaklandığı saptamışlardır (Evren ve Tekgüler, 2011).

Bozin vd., 2007 yılında yapmış oldukları çalışmada biberiye (*Rosmarinus officinalis*) yağının antibakteriyel aktivitesini 13 bakteri türü ve 6 mantar karşısında test etmişlerdir. En iyi antibakteriyel aktivitenin *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *S. Enteritidis* ve *Shigella sonnei* üzerinde gözlendiği ifade edilmiştir. Yine devamında antifungal etkinliğin biberiye yağında oldukça yüksek olduğu belirtilmiştir (Bozin vd., 2007).

2.6.6. Limonotu (*Lippia citriodora*)

Limonotu bitkisinden (Şekil 2.10) elde edilen limonotu yağı (Cymbopogon) dünyada daha çok Lemon grass ve Citronella adlarıyla bilinir. 2-3 metreye kadar boylanabilen, leylak renkli çiçekler açan bir ağaçtır. Adını limon kokulu yapraklarından almaktadır. Organik asitler, uçucu yağ, citral, cineol, limonen, borneol gibi maddeler içeren limonotu bitkisi, özellikle tedavi alanında kullanılmak üzere yetiştirilmektedir. Bu nedenle birçok çalışmada antibakteriyel özelliği üzerinde durulmuştur. Limonotu bitkisinden elde edilen limon otu esansiyel yağı çok güçlü antibakteriyel ve antifungal özelliklere sahiptir. Dezenfektan özelliğine sahip olan limon otu yağı *Escheria coli* bakterisi üzerinde özellikle etkili olmaktadır (URL-10).



Şekil 2.10. Limonotu bitkisi (URL-9)

Nail ve ark 2010 yılında yaptıkları çalışmada limon otu aromatik uçucu yağının patojen organizmalara karşı tedavisi için bir çalışma yapmışlardır. Limonotu yağının *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Pseudomonas aeruginosa* bakterilerine karşı antibakteriyel aktivitesini araştırmışlardır. Çalışma kapsamında antibakteriyel aktivite sonuçlarına göre; limonotu yağı *Pseudomonas aeruginosa* dışında tüm organizmalara karşı iyi derecede antibakteriyel aktivite sergilemiştir. Düşük konsantrasyonda bile limonotu yağının bu organizmalara karşı etki gösterdiği belirtilmiştir. Test sonucunda özellikle gram negatif bakteriler ve diğer organizmalar yüksek direnç göstermesine rağmen

limon otunun bu organizmaları azalttığı gözlemlenmiş ve limon otu yağının, ilaca dirençli organizmalara karşı etkisi vurgulanmıştır (Nail vd., 2010).

Vazirian vd., 2012 yılında yaptıkları çalışmada krema dolgulı pişmiş ürünlerdeki gıda kaynaklı patojenlere karşı limonotu yağının kullanımını araştırmışlardır. Limonotu yağının GC-MS testini gerçekleştirerek bu bitki özünün içerdiği maddeleri belirlemişlerdir. Gıda kaynaklı beş ana patojen, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Bacillus cereus* ve *Salmonella typhimurium*, kremayla doldurulmuş keklere ilave edilmiştir. Limonotu yağı bu patojenlere karşı çok güçlü bir antibakteriyel aktivite göstermiştir. Antibakteriyel aktivite testi 0.5 µL/disk oranında minimum inhibisyon konsantrasyonu metoduna göre yapılmış ve limonotu yağının *S. aureus* dışında diğer tüm bakterilere karşı güçlü bir antibakteriyel aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca 1 µL / mL uçucu yağ kullanımında bile mikroorganizmalarda % 99 oranında azalma görülmüştür. Sonuç olarak daha önceden yapılan çalışmalarda olduğu gibi limonotu yağının doğal bir koruyucu ve gıda bozulmalarını önleyici etkisi olduğu, buna ek olarak bu bitki özünün kirlenmiş gıdaların tüketimindeki hastalık riskini azaltabileceği saptanmıştır (Vazirian vd., 2012).

2.6.7. Sarı Kantaron (*Hypericum perforatum*)

Sarı kantaron (Şekil 2.11), Clusiaceae familyasından bir Avrasya bitkisidir. Ancak diğer kıtalarda da yayılış göstermektedir. Sarı çiçekleri ve küçük yaprakları üzerinde, noktacıklar halinde yağ guddeleri taşır. Bu noktacıklar ışığa tutulduğunda delik gibi görüldüğünden bitki, “binbirdelikotu” (Herbe de millepertuis) adıyla da bilinir. Haziran ve eylül ayları arasındaki dönemde çiçek açan bitki, bir metreye kadar boylanabilir. Bitkinin tepe kısımları, yani çiçekli dal uçları “Hyperici herba” adıyla drog olarak kullanılır. Drog hazırlanırken çiçekli dalların gölgede kurutulması gerekir. Sarı kantaron yağı eskiden beri yaraları iyi edici olarak bilinen, dünyada kullanımını yaygın hale gelen tıbbi bir bitkidir (Başer, 2007).



Şekil 2.11. Sarı Kantaron bitkisi (URL-9)

Sarı kantaron, eskiden beridir tedavi amacıyla kullanılmıştır. Toplum arasında, yanık ve yaraları iyileştirmesiyle bilinir ve böylelikle kendisine geniş bir kullanım alanı bulmuştur Bu etkisinin bir kısmının, sahip olduğu antibakteriyel aktivitesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada sarı kantaron özünü içeren merhem, yanık iyileşme sürecini azalttığına ve yanık bölgesinde antiseptik etkinlik gösterdiğine değinilmiştir (Saddiqe vd., 2010).

Altan vd., 2015 yılında sarı kantaron bitkisinin yara iyileşmesi üzerindeki etkisi üzerine bir derleme yapmışlardır. Yaptıkları çalışma ile sarı kantaron yara iyileşmesi üzerine etkileriyle ilgili güncel literatür bilgilerini paylaşmışlardır. Çalışma sonucuna göre, bitkinin yapısında bulunan amentoflavon, hiperforin ve hiperisin gibi maddelerin bu bitkiye antiinflamatuvar, antibakteriyel ve antiviral özellikler kazandırdığını ve bununla birlikte kantaron içerisinde bulunan bileşiklerin moleküler düzeyde daha detaylı incelemeye tabii tutulmasının gerekliliğini vurgulamışlardır (Altan vd., 2015).

Süntar vd., 2015 yılında yaptıkları çalışmada, geleneksel bir ilaç olan *Hypericum perforatum*'un depresyon, ülserler, dispepsi, karın ağrıları, yanıklar, bakteriyel enfeksiyonlar, migren baş ağrısı ve siyatik gibi birçok hastalık için yararlı etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada sarı kantaronun etanol ekstraktının *Streptococcus mutans*, *S. sobrinus*, *Lactobacillus plantarum*, ve

Enterococcus faecalis'e karşı antimikrobiyel aktivitesini araştırmışlardır. Sarı kantaron özünün 8 µg/mL kullanımda *S. sobrinus* ve *L. plantarum*'a karşı güçlü antimikrobiyel aktivite gösterdiğini gözlemlemişlerdir. *S. mutans* ve *E. faecalis*'e karşı ise ancak 32 and 16 µg/mL kullanımda orta derecede antimikrobiyel aktivite sağladığı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre sarı kantaron bitkisinin ağız bakımı ürünlerinde doğal bir antibakteriyel madde olarak kullanılabilceğı saptanmıştır (Süntar vd., 2015).

2.7. Bitki Özlerinin Tekstil Mamulüne Aplikasyon Yöntemleri

Aplikasyon işlemleri genelde terbiye işlemlerinde, terbiye maddesini içeren işlem çözeltilisinin, tekstil ürününe düzgün bir şekilde aktarılması olayıdır. Aplikasyonda asıl amaç tekstil ürünü ile aktarılacak olan maddenin hızlı ve yoğun bir şekilde etkileşimini (temasını) sağlamak ve tekstil üzerine düzgün bir madde aktarımını gerçekleştirebilmektir. Aplikasyon, kimyasal terbiye işlemleri için söz konusu olan bir temel terbiye basamağıdır. Aplikasyon işleminde mutlaka tekstile bir kimyasal madde aktarımı söz konusudur. Bu aktarma işlemi genellikle o maddelerin sulu çözeltileri (flotte) ile yapılmaktadır. O nedenle kullanılan maddelerin sudaki çözeltileri, emülsiyon, dispersiyon halindeki homojen dağılmış şekilleri ile çalışılmaktadır (URL-11).

Bu çalışmada ise bitki özlerini tekstil mamulüne aktarmada en çok kullanılan iki yöntem ele alınmıştır. Bu yöntemler; direk aplikasyon ve mikrokapsülasyon yöntemleridir.

2.7.1. Direk Aplikasyon Yöntemi

Tekstil mamullerine kısa süre ve kısa flotte oranında uygulanan aplikasyon işlemlerine emdirme denir. Bu işlem laboratuvar tipi fular makinesinde yapılmaktadır. Emdirme yöntemine göre çalışmada kullanılan terbiye maddesinin liflere ilgisinin olmaması veya mümkün olduğunca düşük olması istenir. Böylece kumaş flotte içerisinden geçerken kumaşın emdiği flottenin konsantrasyonu, tekdaki flotte konsantrasyonu ile aynı olur ve sonuçta tekdaki (fulard) flotte konsantrasyonunun zamanla değişikliğe uğraması önlenmiş olur. Eğer terbiye maddesinin kumaşa ilgisi yüksek olursa, terbiye maddesi kumaşa geçmeyi, tekdaki flottede kalmaya tercih

edeceğinden, kumaş yalnız flotteyi emmekle kalmaz aynı zamanda fazladan bir miktar terbiye maddesini de flotteden çekip alabilmektedir.

Terbiye maddesinin, tekstil mamülüne (liflere) karşı ilgisi olmadığına göre, emdirme işlemi sırasında tekstil mamülünün flotte içerisinde kalış (geçiş) süresini uzatmanın, aktarılacak terbiye maddesi miktarını artırma yönünde bir katkısı yoktur. Ancak tekstil mamülünün ıslanması ve flotteyi emebilmesi için en azından 1-3 sn. tekne içerisinde bekletilmesi gerekir.

Pad-Batch terimi Emdir-Beklet anlamını taşımaktadır. Soğuk bekletme metodu; en az yatırım gerektirmesi ve ekonomik yönden avantajlı olması nedeniyle çok tercih edilen methodur. Bu teknik; enerji, su sarfıyatı ve işçilik giderleri açısından, en ekonomik yöntemdir (URL-12).

Sathianarayanan ve ark, 2010 yılında yapmış oldukları çalışmada, Tekstil uygulamaları için bitki ekstraktından çevre dostu doğal antibakteriyel bitim işlemi prosesi hazırlamışlardır. Bu işlem için fesleğen (*Ocimum sanctum*) ve nar kabuğu (*Punica granatum*) ekstraktı kullanmışlardır. Bu bitki özlerini pamuklu kumaşa direkt olarak, mikrokapsülleyerek ve çapraz bağlayıcı kullanılarak applike etmişlerdir. İşlem görmüş kumaşlara '*Staphylococcus aureus*' ve '*Klebsiella pneumoniae*' bakteri suşlarını kullanarak antibakteriyel aktivite testi uygulamışlardır. Test sonuçlarına göre direkt aplikasyonun kullanılan diğer yöntemlere göre zon çapının daha yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Yıkama haslığı sonuçlarına göre de haslığı en düşük yöntemin direk aplikasyon olduğu, yıkamaya en dayanıklı yöntemin ise mikrokapsülasyon olduğunu belirlemişlerdir. Su emiciliği özelliği konusunda değerlendirildiğinde direk aplikasyon yönteminin en düşük emiciliğe, çapraz bağlayıcı kullanılarak kumaşa aplikasyon yönteminin en yüksek emicilik değeri içerdiğini tespit etmişlerdir (Sathianarayanan vd., 2010).

Ganesan vd., 2012 yılında yaptıkları çalışmada, aloe vera, kudret narı, kimyon ve zencefilin ekstraktlarını bakır ile zenginleştirerek mikrokapsüllemişler ve pamuklu süprem kumaşa emdirme-kurutma-fiksaj metodu mikrokapsülleri ve ekstraktları direkt applike etmişlerdir. Direkt aplikasyon yöntemine göre işlem gören kumaşın mikrokapsül lenip applike edilmiş kumaşa göre daha fazla antibakteriyel etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Ancak bunun yanında 5 ve 10 yıkama sonrasında mikrokapsül emdirilmiş kumaşların direkt applike edilmiş kumaşlara göre daha fazla

antibakteriyel aktivite gösterdiğini tespit etmişlerdir. SEM görüntülerinde ise mikrokapsüllerin kumaş içerisine homojen olarak dağıldığını tespit etmişlerdir (Ganesan vd., 2012).

Üreyen vd., 2015 yılında yapmış oldukları çalışmada yıkama dayanımı yüksek gümüş katkı antibakteriyel kimyasal geliştirmişlerdir. Hazırlanan tozun kumaşlara kalıcı biçimde aplikasyonunu sağlamak amacıyla uygun bağlayıcı kimyasalların belirlenmesi için çalışmalar yürütmüşler ve bu bağlamda akrilik esaslı bağlayıcı kimyasallar hazırlamışlardır. Hazırlanan Solüsyonun stabil hale gelmesi için solüsyona PEG eklemiştir. Sonuç olarak renk değiştirmeyen, kimyasal bozunuma uğramayan ve çökme yapmayan antibakteriyel apre kimyasalı elde etmişlerdir. Elde edilen antibakteriyel kimyasalın tekstil ürününe aplikasyonu için ATAC F 350 model laboratuvar tipi fularda %100 pamuk, %100 PES ve %100 modal örme kumaşlara applike edilmiştir. Alınan flotte oranı tüm kumaşlar için %80 olarak ayarlanmıştır. Aplikasyon sonrasında RAPID P3 model laboratuvar tipi mini ramözde 150 °C'de 90 saniye süresince kurutma ve fiksaj yapılmıştır. Sonuç olarak antibakteriyel apre yapılmış kumaşlara apre kimyasalının bağlanıp bağlanmadığını kontrol etmek için SEM görüntüleri alınmış ve kumaş tiplerinde nano gümüş partikülleri mikroskop ile görüntülenebilmiştir (Üreyen vd., 2015).

Yıldız ve Değirmencioğlu 2015 yılında yapmış oldukları çalışmada, gümüş abitatın tekstil uygulamalarında antibakteriyel ajan olarak kullanılmasını araştırmışlardır. Elde edilen ürünün pamuklu kumaşla yapılan çalışmada 3 ü gram pozitif 3 ü gram negatif olan bakterilere karşı antibakteriyel aktivitesinin umut verici olduğu savunulmuştur. Gümüş abitatın pamuklu kumaşa aplikesinde emdirme yönteminden yararlanılmıştır. Arka arkaya yapılan 20 yıkama sonunda antibakteriyel aktivitenin kumaş üzerinde kalıcı olduğunu saptamışlardır. Yıkama işlemleri sonucunda gümüş abitatın *Bacillus subtilis*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Pseudomonas aeruginosa* bakterilerine karşı daha güçlü etki gösterdiği belirtilmiştir. Çalışma sonucunda gümüş abitatın potansiyel bir antibakteriyel ajan olması ve sentezinin ucuz olması sayesinde ilerideki yapılacak olan çalışmalarda umut verici bir madde olduğu vurgulanmıştır (Yıldız ve Değirmencioğlu, 2015).

2.7.2. Mikrokapsülasyon

Mikrokapsülasyon teknolojisine, tekstil bitim işlemlerinde uzun süreli etki sağlaması nedeniyle son zamanlarda oldukça fazla rastlanmaktadır (Li vd., 2013; Sathianarayanan vd, 2011). Özellikle kontrollü salınım gibi etkiler göz önüne alındığında bu yöntem rakipsiz görülmektedir (Re, 1998). Mikrokapsül tekniği bir kabuk içerisine katı, sıvı veya gaz fazında bulunan maddenin hapsedilmesine dayanmaktadır. Bu yöntem mikron çapında yapılan özel bir paketleme yöntemi olarak da isimlendirilebilir. Mikrokapsülasyon sonucunda elde edilen duvar ve çekirdek maddeden oluşan ürüne mikrokapsül denir. Bu kapsül doğada mikro ya da makro boyutlarda bulunabilir. Makrokapsüle yumurta, mikrokapsüle ise hücre örneği verilebilir (Ghosh, 2006; Alay, 2010; Jyothi vd., 2010; Karagönlü, 2011).

Mikrokapsül elde etmek için birçok kabuk malzeme kullanılmaktadır. Kullanılan kabuk malzemeler Çizelge 2.3’de gösterilmektedir.

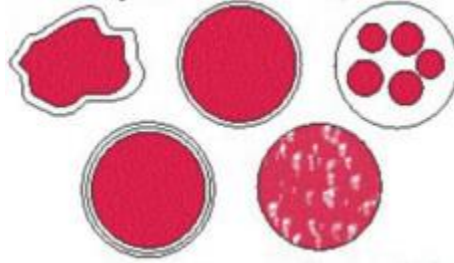
Çizelge 2.3. Mikrokapsül eldesinde kullanılan kabuk malzemeler

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

Mikrokapsüllerin yapısı, mikrokapsülasyon işlemine ve çekirdek materyaline bağlıdır. Mikrokapsüller küre ya da düzensiz şekilde olabilirler. Bununla birlikte tek

çekirdek içeren, çok çekirdekli veya matriks yapıda bulunabilirler. Şekil 2.12’ de mikrokapsül yapıları görülmektedir (Kut, 2011; Eyüpoğlu ve Kut, 2016).

-Düzensiz Şekil -Basit Küre -Çok Çekirdekli



-Çok Duvarlı –Matriks Partikül

Şekil 2.12 Mikrokapsül yapıları (Kut, 2016)

Mikrokapsülasyon tekniği, çekirdek materyalin korozif ve zararlı çevrelerden korunmasını sağlamaktadır. Ayrıca daha iyi işlenebilirlik kazandırmakta ve raf ömrünü artırarak tehlikeli ve toksin materyallerin güvenilir bir şekilde taşınmasını sağlamaktadır (Nelson, 2002; Rosenberg vd., 1990; Anal ve Singh, 2007; Krasaekoopt vd., 2003; Champagne ve Fustier, 2007; Koç vd., 2010; Eyüpoğlu ve Kut, 2016).

Günümüzde mikrokapsül üretimi birçok yöntem ile yapılabilmektedir. Mikrokapsülasyon yönteminin seçiminde ise, Çekirdek materyalin tipi, İstenilen partikül boyutu, Kabuk materyalinin geçirgenliği, vb. gibi özellikler oldukça önemlidir. Mikrokapsülasyon tekniğinin seçiminde istenilen etki bu seçimde en etkin rolü oynamaktadır (Kut, 2011; Eyüpoğlu ve Kut, 2016).

Mikrokapsül üretiminde kullanılan tekniklerin başında; ekstrüder, püskürterek kurutma, in-situ polimerizasyonu, ara yüzey polimerizasyonu, koaservasyon ve akışkan yatak mikrokapsülasyon yöntemi gelmektedir. Tekstil alanında ise birçok çalışmada koaservasyon ve kompleks koaservasyon yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır.

Ganesan vd., 2013 yılında yapmış oldukları çalışmada, susam, ay çekirdeği, kabak çekirdeğinin ekstraktlarını lyocell kumaşa hem çektirme hemde mikrokapsülasyon metodu ile applike etmişlerdir. Bu kumaşlar yıkama haslığı ve antibakteriyel özellik konusunda değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre bakır

katkılı işlem görmüş kumaşların antibakteriyel aktivitesinin bakır katkısı bulunmayan kumaşlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında çektirme yöntemine göre aplike edilen kumaşların mikrokapsül emdirilmiş kumaşlara göre daha yüksek zon çapı oluşturduğunu belirlemişlerdir. Mikrokapsül emdirilmiş kumaşların antibakteriyel aktivitesinin yıkamaya karşı daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Ganesan vd., 2013).

Sumithra ve Raaja 2012 yılında yapmış oldukları çalışmada, %100 denim kumaşa 1:3:2 oranında sırasıyla *Ricinus communis*, *Senna auriculata*, *Euphorbia hirta* bitkilerinin metanollü ekstraktlarını direkt, mikrokapsülasyon ve nanokapsülasyon yöntemlerini kullanarak aplike etmişlerdir. İşlem sonrasında kumaşların antibakteriyel aktivitesi incelendiğinde kullanılan '*Escherichia coli*' ve '*Staphylococcus aureus*' suşlarına karşı direkt aplikasyon yönteminin diğerlerine göre en etkili yöntem olduğunu, ama buna karşın 10 yıkama sonunda bu yöntemle aplike edilen kumaşın antibakteriyel aktivite göstermediği belirlenmiştir. Mikrokapsül emdirilmiş kumaşta 20 ve 30 yıkama sonrası yapılan testlerde inhibisyon çapı oluşumu gözlenmemiştir. Nanokapsül emdirilmiş kumaşların, 10 yıkama, 20 yıkama ve 30 yıkama sonrası yapılan testlerde, *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* bakterilerine karşı, 25-35 mm arasında zon çapı oluşturduğunu tespit etmişlerdir (Sumithra ve Raaja, 2012).

2.8. Antibakteriyel Aktivitenin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler

Antibakteriyel aktivitenin belirlenmesinde genel olarak kullanılan teknikler difüzyon ve dilüsyon yöntemleri olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir. Bu yöntemler antimikrobiyal duyarlılık testleri için de en sık kullanılan yöntemlerdir.

2.8.1. Dilüsyon yöntemi

Dilüsyon antibakteriyel aktivite testi, antibiyotiklerin sıvı veya katı besiyerinde seyreltilmesi ve her seyreltme ortamına, duyarlılığı belirlenecek olan bakterinin belirli sayıda ve eşit miktarda ilave edilmesi esasına dayanmaktadır. Deneyler, uygun sıcaklık değerlerinde (35-37 °C' de) ve bakterinin üremesi için 16-20 saat kadar bekletilmektedir (Akyüz, 2007; Şen, 2011). Antimikrobiyal madde konsantrasyonu, inhibitör konsantrasyonunun altında bulunursa, tüplerde bulunan süspansiyon bulanık bir görünüme sahip olur ancak antimikrobiyal madde

konsantrasyonun inhibitör düzeye eşit veya daha yüksek olduğu tüpler ise berrak bir görünüme sahiptir. Üremeyi engelleyen en düşük madde konsantrasyonu MİK (Minimum İnhibitör Konsantrasyonu) olarak kabul edilmektedir. Sıvı besiyerinde sulandırma yöntemleri tüpte uygulanıyorsa makrodilüsyon, mikrotitrasyon plaklarında uygulanıyorsa mikrodilüsyon olarak adlandırılır (Hacıoğlu, 2005; Şen, 2011).

2.8.2. Difüzyon yöntemi

Difüzyon yöntemi, test materyalinin agarda difuze olarak ve difuze olduğu mesafe kadar test mikroorganizmalarını inhibe etmesidir. Bu yöntem, disk difüzyon (Kirby-Bauer) ve çukur agar difüzyon yöntemleri olarak isimlendirilen iki gruba sahiptir. Bu iki yöntem, uygulama açısından aralarında çok fark bulundurmamaktadır. Çukur agar test metoduna göre test edilecek olan madde, agar üzerinde açılmış olan çukurlara koyularak disk difüzyon testinde emdirilmiş oldukları kağıt diskle beraber agar yüzeyine yerleştirilir (Çakır ve Yıldırım, 2008; Şen, 2011). Disk difüzyon yönteminde, belli miktarda antimikrobiyal ajan içeren kâğıt diskler, agar plakaların yüzeyine yerleştirilir. Daha sonra, diskteki antimikrobiyal madde, besiyeri içerisine yayılarak üremeyi engeller. Böylelikle, disk etrafında bakterilerin üremediği bir inhibisyon alanı oluşur. İnhibisyon alanının çapı, bakterinin duyarlılığı ile ilişkilidir. Test sonucunda oluşan zon çapı ölçülür ve karşılaştırma yapılabilir (Öztürk, 2009; Şen, 2011). Bu yöntemin dilüsyon yönteminden farkı, maddelerin bir tek konsantrasyonunun etkinliğinin denenmesidir.

2.9. Tekstil Yüzeyleri için Kullanılan Uluslararası Antibakteriyel Test Standartları

Antibakteriyel tekstillerin etkinliğini belirlemek için birçok test yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemler genel olarak iki ana kategoridedir. Bu yöntemler kantitatif ve kalitatif analiz yöntemleridir. Bunlara sırasıyla; agar difüzyon testi ve süspansiyon testi de denilmektedir. Çizelge 2.4'de kantitatif ve kalitatif analiz yöntemleri altında bazı test standartları verilmiştir.

Çizelge 2.4. Kantitatif ve kalitatif analiz yöntemleri

Kantitatif Analiz	Kalitatif Analiz
1. AATCC 147-1998 (Antibakteriyel)	1. AATCC 100 (Newyork City Protokolü)
2. AATCC 30-1998 (Antifungal)	2. ASTM E2149-01 (Antibakteriyel, Antifungal)
3. NCCLS M100-S9:1999 (Disk Difüzyon Metodu) (Antibakteriyel, Antifungal)	

Tekstil ürünlerinde antimikrobiyal etkinliğin belirlenmesi için kullanılan standart ISO 20743 (Textiles –Determination of the Antibacterial activity of Antibacterial Finished Products) standardıdır (URL-13). Bu standart, günümüzde kullanılmakta olan yöntem ve standartların yetersiz kalması durumunda teknolojik, ekolojik ve dermatolojik olarak beklentilerin değerlendirildiği bir standarttır. 2007 yılı haziran ayında Uluslararası Standart Organizasyonu ISO tarafından yürürlüğe giren bu standart, antibakteriyel bitim işlemine tabi tutulmuş olan tekstil yapılarında kantitatif olarak antibakteriyel etkinliğin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Kalkancı, 2011).

Tekstil materyallerinin antibakteriyel aktivite tayininde en çok kullanılan iki standart, AATCC 147 difüzyon agar yöntemi ile AATCC 100 kantitatif analiz yöntemleridir (Palamutcu vd., 2009).

AATCC 147, agar difüzyon test yönteminde, besi yeri içine önceden hazırlanmış olan bakteri konsantrasyonları dökülür ve daha sonra 25 mm çapında numune kumaşlar yerleştirilir. Numune kumaşlar 37 °C sıcaklıkta 24 saat bekletildikten sonra kumaş etrafında oluşan çap ölçülerek (inhibisyon zone çapı) numune kumaşın etkinliği mm cinsinden belirlenir. Bir nicelik metodu olan Agar Difüzyon Metodunda antibakteriyel işlem görmüş kumaşların antibakteriyel aktivitesi gözlemlenmekte ve etkinlik hakkında yorum yapılabilmektedir (Palamutcu vd., 2009).

AATCC 100 test metodu ise, tekstil materyallerinde bulunan antibakteriyel aktivite değerini kantitatif olarak belirlemek için yapılmaktadır. Hazırlanan kumaşlar, 121 °C sıcaklıkta ve 1,5 atm basınçta 15 dakika bekletilir ve böylelikle

steril hale getirilir. Test numunesi ile birlikte, işlem görmemiş numune ve antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu bilinen bir numune ile beraber çalışılmaktadır. Numuneler, 37 °C sıcaklıkta 48 saat bekletilir. Test edilen numune, 105 ml yoğunluğunda mikroorganizma içeren 1 ml çözelti ile ıslatılır. Islatılmış olan numune, nötralizasyon çözeltisi içine atılarak karıştırma işlemi yapılır. Hazırlanan çözelti seyreltilir ve besi yeri üzerine ekim işlemi gerçekleştirilir. Bu işlemle birlikte bakteri sayısı sayılabilir düzeye indirilmektedir. Ekim işlemine tabii tutulan petriyer, 37 °C sıcaklıkta 48 saat etüvde bekletdikten sonra sayım yapılır ve sonuçlar değerlendirilir (Palamutcu vd., 2009).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma kapsamında kullanılacak olan tıbbi aromatik bitkiler; Çay Ağacı (*Melaleuca alternifolia* L.), Karanfil (*Eugenia Caryophyllata*), Tarçın Yaprağı (*Cinnamomum Zeylanicum*), Zencefil (*Zingiber officinale*), Biberiye (*Rosmarinus Officinalis*), Limonotu (*Cymbopogon flexuosus*) uçucu yağları ve Sarı Kantaron (*Hypericum perforatum*) bitkisel sabit yağı, ticari bir firmadan temin edilmiştir. Temin edilen yağların GC-MS analiz sonuçları ile içerdikleri bileşenler belirlenmiştir. Uçucu yağların antibakteriyel aktivite testleri ise disk difüzyon test metoduna göre yapılmıştır. Ticari olarak satılan sargı bezlerine uçucu yağların aktarılması ile birlikte işlem görmüş tekstil mamullerinin antibakteriyel aktivitesi AATCC 147 test metoduna göre belirlenmiştir. Numunelerin SEM görüntüleri alınarak elde edilen verilere göre sonuçlar değerlendirilmiştir.

3.1. Materyal

Çalışmanın birinci aşamasında, Şekil 3.1’de görülen ve antibakteriyel özelliği ile bilinen %100 saflıktaki Çay Ağacı (*Melaleuca alternifolia* L.), Karanfil (*Eugenia Caryophyllata*), Tarçın Yaprağı (*Cinnamomum Zeylanicum*), Zencefil (*Zingiber officinale*), Biberiye (*Rosmarinus Officinalis*), Limonotu (*Cymbopogon flexuosus*) uçucu yağları ve sarı Kantaron (*Hypericum perforatum*) bitkisel sabit yağı, ticari bir firmadan temin edilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan doğal aromatik uçucu yağlar

Tez çalışmasında kullanılan bir diğer materyal ise Şekil 3.2’de gösterilen non-steril sargı bezidir. Bu materyal, 10 cm x 100 m ve 15 cm x 100 m boyutlarında olmak üzere iki farklı ebatta temin edilmiştir. Bu sargı bezi I. kalite % 100 pamuk ipliğinden üretilmiştir.



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan non-steril sargı bezleri

Her iki kenarının örgülü olması nedeniyle pamuklu sargı bezi, kenarlarından iplik bırakmama özelliğine sahiptir. Ayrıca hidrofil (emici) özelliğiyle birlikte sıvılara karşı yüksek emiş gücüne sahiptir.

Çalışmada kullanılan bir başka sargı bezi ise Şekil 3.3’de gösterilen 12 cm x 150 cm boyutlarında Nonwoven sargı bezidir. %100 pamuk ipliğinden üretilen bu sargı bezi açık yarada kullanıldığında kenarlarında iplik bırakmaması sayesinde yarada meydana gelebilecek enfeksiyon riskini ortadan kaldırmaktadır. Nonwoven sargı bezi sıvılara karşı yüksek emiş gücüne sahiptir. Diğer dokuma sargı bezlerine oranla emiciliği oldukça yüksektir.



Şekil 3.3. Minion Euro-Ped Nonwoven sargı bezi

Çalışma kapsamında uçucu yağların antibakteriyel aktivite testi, disk difüzyon metodu esasına dayanarak yapılmıştır. Testler için, bakteri türleri olarak, *Escherichia coli* (ATCC 35150) ve *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) bakterileri kullanılmıştır.

Antibakteriyel aktivite tayini için hazırlanacak besiyerleri için, tek kullanımlık 9 cm boyutlarında steril petriler kullanılmıştır. Uçucu yağların antibakteriyel aktivitesi için 6 mm çapında antibakteriyel duyarlılığa sahip antibiyotiksiz boş diskler kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. GC-MS Analizi

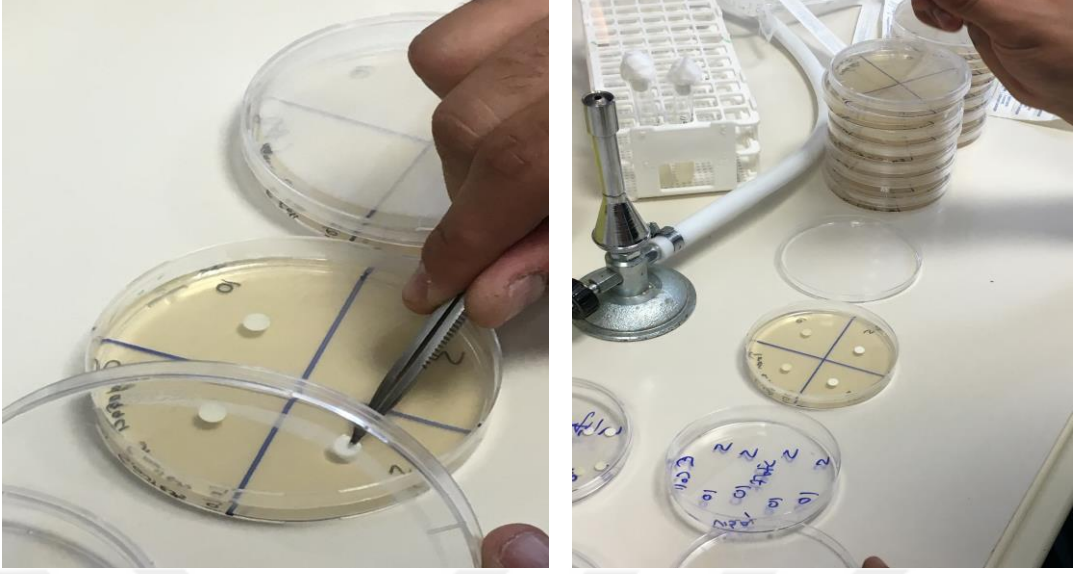
Çay Ağacı (*Melaleuca alternifolia* L.), Karanfil (*Eugenia Caryophyllata*), Tarçın Yaprağı (*Cinnamomum Zeylanicum*), Zencefil (*Zingiber officinale*), Biberiye (*Rosmarinus Officinalis*), Limonotu (*Cymbopogon flexuosus*), Sarı Kantaron (*Hypericum perforatum*)’un içerdiği kimyasal bileşenleri ve miktarını belirlemek amacıyla GC-MS analizi gerçekleştirilmiştir. Analizler Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü’nde bulunan ve Şekil 3.4’de gösterilen Agilent Marka gaz kromatografi/kütle spektroskopisi (AGILENT 5975 C AGILENT 7890A GC) ile gerçekleştirilmiştir. Analiz için elde edilen yağlardan 30 µl alınarak test gerçekleştirilmiştir. Çalışma başlangıç sıcaklığı 60°C’dir. Sıcaklık, 60°C’de 2 dakika bekletildikten sonra dakikada 2°C’lik artışla 220°C’ye çıkılmıştır. Bu sıcaklıkta 20 dakika beklenmiştir. Bu analizde kullanılan program; MSDCHEM ve Kolon: DP-WAX (50m*0,20mm*0,20) dir.



Şekil 3.4. Agilent Marka gaz kromatografi/kütle spektroskopisi

3.2.2. Uçucu Yağların Antibakteriyel Aktivitesinin Belirlenmesi

Uçucu yağların antibakteriyel aktivite testleri disk difüzyon test metodu kullanılarak Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bilimsel ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Mikrobiyoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Test kapsamında, *Escherichia coli* (ATCC 35150) ve *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) bakterileri kullanılmıştır. Böylece -80 °C'de bekletilen bakteri kültürleri ilk olarak katı besi yerine ekilerek 37 °C'de bir gece inkübe edilmiştir. Daha sonra bakteriler sıvıya çekilerek 37 °C'de çalkalamalı inkübatörde bir gece daha inkübe edilmiştir. Üçüncü gün ise bakteri yoğunluğu 0.5 McFarland'a ayarlanarak kullanıma hazır hale getirilmiştir. Daha sonra uçucu yağlar Şekil 3.5'de görüldüğü gibi 5 µl ve 10 µl olarak boş disklere emdirilmiştir. Bu aşamadan sonra 100 µl ve 0.5 McFarland besi yerine aşılantı bakterisi kültürü petri disklerine yayılmış ve uçucu yağların emdirildiği 6 mm çapında diskler bu petri kaplarının içerisine yerleştirilmiştir. İşlem için 16 adet petri kabı kullanılmıştır. Petri kapları 24 saat boyunca 37 °C'de inkübatörde inkübe edilmiştir. İnkübe edilen petri kapları içerisinde oluşan zon çapları uçucu yağların sahip oldukları antibakteriyel aktiviteyi göstermiştir. Oluşan zon çapları OLYMPUS SZX7 mikroskopunda Şekil 3.6'daki gibi görüntülenmiştir. Petri kabında oluşan zon çapları ayrıca fotoğraf makinesi yardımıyla da görüntülenmiştir.



Şekil 3.5. Uçucu yağların boş disklerle emdirilmesi ve bakteri ortamına yerleştirilmesi

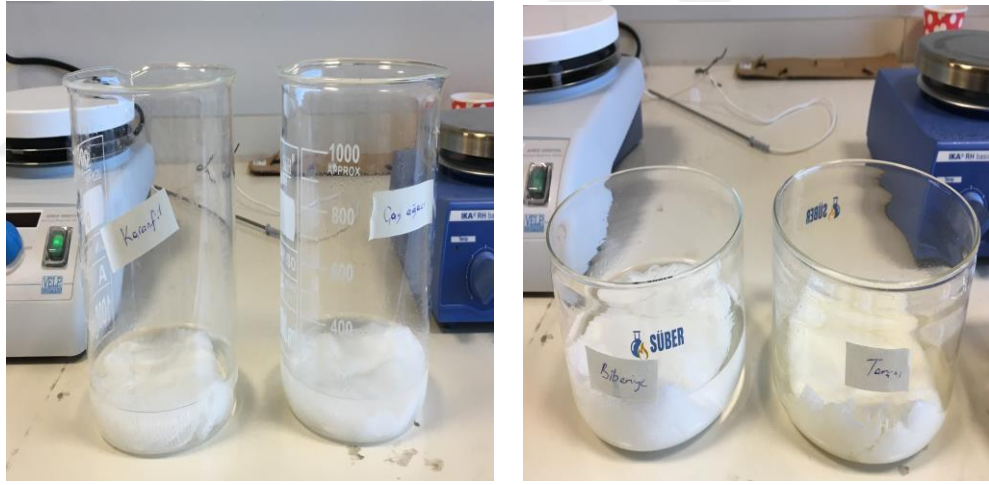


Şekil 3.6. OLYMPUS SZX7 mikroskobu

3.2.3. Sarğı Bezlerine Uçucu Yağların Aplikasyonu

Uçucu yağlara uygulanan disk difüzyon antibakteriyel aktivite testi sonrasında iyi derecede antibakteriyel aktivite gösteren Çay Ağacı (*Melaleuca alternifolia* L.), Karanfil (*Eugenia Caryophyllata*), Tarçın Yaprağı (*Cinnamomum Zeylanicum*), Biberiye (*Rosmarinus Officinalis*) uçucu yağları ile çalışmanın bir diğerk kısmı olan sarğı bezine aplikasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

Bu amaçla bitkisel uçucu yağların metanol ekstraktı %100 pamuk ipliğinden oluşan sarğı bezine emdirme-kurutma-bekletme yöntemi ile applike edilmiştir. %5, %15 ve %22,7 oranlarında uçucu yağ içeren çözeltiyi sarğı bezine bağlamak amacıyla çapraz bağlayıcı olarak %5 sitrik asit kullanılmıştır. Çözelti sıcaklığı 35 °C ve pH 5 olarak ayarlanmıştır. Emdirme işlemi Şekil 3.7’de görülen kaplarda 30 dakika olarak, 1/20 banyo oranı ile gerçekleştirilmiş ve ardından laboratuvar tipi fullardda %80’lik sıkma basıncı altında işlem tamamlanmıştır.



(a)

(b)

Şekil 3.7. a) ve b) Emdirme işlemi

Kurutma ve bekletme işlemleri Şekil 3.8’de gösterilen makinelerde sırasıyla 80 °C’de 5 dakika ve 150 °C’de 3 dk olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.8. Kurutma ve Fikse Makineleri

3.2.4. Sargı Bezlerinin Antibakteriyel Aktivitesinin Belirlenmesi

Sargı bezlerinin antibakteriyel aktivite testleri, AATCC 147 agar difüzyon test yöntemi esasına göre yapılmıştır. Bu amaçla -80 °C’de bekletilen bakteri kültürleri ilk olarak katı besi yerine ekilip 37 °C’de bir gece inkübe edilmiştir. Ertesi gün bakteriler sıvıya çekilmiş ve daha sonra 0.5 McFarland’a ayarlanarak kullanıma hazır hale getirilmiştir. Petri kaplarına *Escherichia coli* (ATCC 35150) ve *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) bakteri konsantrasyonları dökülmüş ve daha sonra 25mm çapında kesilen numune sargı bezleri yerleştirilmiştir. Numune sargı bezleri, 37 °C sıcaklıkta 24 saat Şekil 3.9’da görülen inkübatörde bekletildikten sonra sargı bezi etrafında oluşan çap ölçülerek (inhibisyon zone çapı) antibakteriyel aktivite etkinliği mm cinsinden belirlenmiştir.



Şekil 3.9. Numune sargı bezlerinin inkübatörde bekletilmesi

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Çalışmanın kapsamı, Çay Ağacı (*Melaleuca alternifolia* L.), Karanfil (*Eugenia Caryophyllata*), Tarçın Yaprağı (*Cinnamomum Zeylanicum*), Zencefil (*Zingiber officinale*), Biberiye (*Rosmarinus Officinalis*), Limonotu (*Cymbopogon flexuosus*), Sarı Kantaron (*Hypericum perforatum*) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların steril olmayan sargı bezlerine aplikasyonu ve işlem sonrası sargı bezlerinin antibakteriyel özelliklerinin belirlenmesidir. Bu bölümde ilk olarak, uçucu yağların GC-MS sonuçları ve içerdiği bileşenler verilmiştir. Ardından uçucu yağların *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* bakterileri karşısında disk difüzyon metoduna göre yapılan antibakteriyel aktivite sonuçları, son kısımda ise uçucu yağlar ile işlem görmüş tekstil mamulünün yine aynı suşlar karşısındaki AATCC 147 test metoduna göre yapılan antibakteriyel aktivite test sonuçları verilmiştir. Son olarak ise, sargı bezlerinin SEM analizi sonucu elde edilen görüntüleri değerlendirilmiştir.

4.1. GC-MS Analizi Bulguları

Çay Ağacı (*Melaleuca alternifolia* L.), Karanfil (*Eugenia Caryophyllata*), Tarçın Yaprağı (*Cinnamomum Zeylanicum*), Zencefil (*Zingiber officinale*), Biberiye (*Rosmarinus Officinalis*), Limonotu (*Cymbopogon flexuosus*) ve Sarı Kantaron (*Hypericum perforatum*) türlerine ait uçucu yağların GC-MS analizleri, Agilent Marka gaz kromatografi/kütle spektroskopisi cihazında gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda tez kapsamında çalışılan bitki türlerinin bileşenleri ve bu bileşenlerin miktarları % cinsinden tespit edilmiştir.

Bu kapsamda elde edilen Çay Ağacı (*Melaleuca alternifolia* L.) uçucu yağına ait GC-MS sonuçları, Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çay ağacı yağına ait GC-MS analizi sonucu

Bileşen (Çay ağacı)	RT	% Oran
2,6,6 trimethyl bicyclo (3.1.1) hept-2-ene/ alpha pinene	14,4	2,63
beta pinene	18,3	0,25
isoamyl alcohol	19,1	0,29
alpha-terpinene	22,0	7,780
limonene	23,1	2,00
Eucalyptol	23,4	1,71
Gamma tepinene	25,8	20,55
Benzene	26,2	2,17
alpha-terpinolene	27,9	2,28
Linolol oxide	35,1	0,09
cyclohexonemethanol, alpha, alpha, 4-trimethyl, trans	43,0	0,31
3-cylohexene 1-ol	45,4	51,17
2-butanol	46,7	0,13
Trans-pinocarveol	47,3	0,24
Benzene	48,2	0,24
3-cyclohexene-1-met	50,0	0,53
1H cyclopropeazulene 1,2,3,5,6,7,7a,7b octahydro-1,4-,7 tetra methyl	55,2	5,90
Aromodendrene	56,5	0,30
Ledol	71,7	0,37

RT: Alıkonma zamanı

Görüldüğü üzere, %51,176 ile 3-cylohexene 1-ol ve %20,55 ile Gamma tepinene ana bileşen olarak belirlenmiştir. Yapılan literatür çalışması sonucunda, çay ağacı yağına antibakteriyel aktivite kazandıran alpha-terpinene ve alpha-terpinolene maddelerinin bu çalışmada yapılan GC-MS sonuçlarında sırasıyla %7,78 ve %2,289 oranında bulunduğunu göstermiştir (Lee vd., 2013).

Karanfil (*Eugenia Caryophyllata*) uçucu yağına ait GC-MS sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Karanfil yağına ait GC-MS analizi sonucu

Bileşen (Karanfil)	RT	% Oran
alpha-copaene	40,8	0,14
Trans-caryophyllene	50,0	8,93
alpha humulene	53,7	1,54
Farnesene	56,7	0,10
delta-cadinene	58,1	0,13
L-calamene	61,3	0,05
Caryophyllene oxide	65,7	0,25
Eugenol	72,2	88,56

RT: Alikonma zamanı

Görüldüğü üzere, %88,566 ile Eugenol, karanfil yağına ait ana bileşen olarak belirlenmiştir. Yapılan literatür çalışmasında Karanfil uçucu yağına ait GC-MS sonuçları değerlendirilmiş ve bu çalışmada da elde ettiğimiz Eugenol maddesinin bu yağın antibakteriyel aktivitesinde güçlü bir etki sağladığı görülmüştür (Hemalatha vd., 2016; Wenqiang vd., 2007).

Tarçın Yaprağı (*Cinnamomum Zeylanicum*) uçucu yağına ait GC-MS sonuçları, Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Tarçın yaprağı uçucu yağına ait GC-MS analizi sonucu

Bileşen (Tarçın Yaprağı)	RT	% Oran
2,6,6 trimethyl bicyclo (3.1) hep -2-ene/alpha pinene	14,4	0,76
Camphene	16,2	0,15
bicyclo (3.1.1) heptane, 6,6 dimethyl-2-methylene	18,2	0,22
1-butanol 3-methyl	20,4	0,02
1-phallenrene	21,1	0,68
Linalool	40,8	2,08
Trans caryophellene	49,9	3,01
1,3 benzodioxole	58,8	0,82
Cinnamaldehyde	66,0	0,72
Phenol	72,1	90,57

RT: Alikonma zamanı

Görüldüğü üzere, %90,576 ile Phenol, tarçın yaprağı yağına ait ana bileşen olarak belirlenmiştir. Yapılan literatür çalışmasında tarçın uçucu yağına ait GC-MS sonuçları değerlendirilmiş ve bu çalışmada da elde ettiğimiz Phenol maddesinin bu yağın antibakteriyel aktivitesinde güçlü bir etki sağladığı görülmüştür (El-Baroty vd., 2010).

Zencefil (*Zingiber officinale*) uçucu yağına ait GC-MS sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Zencefil uçucu yağına ait GC-MS analizi sonucu

Bileşen (Zencefil)	RT	% Oran
2,6,6 trimethyl bicyclo (3.1.1) hept-2-ene/alpha pinene	14,4	1,96
Camphene	16,2	5,71
Beta pinene	18,2	0,27
1-butanol -3- methyl	19,1	0,16
Beta myrcene	20,2	0,62
1-phellandrene	21,1	0,19
1,8-cineole	23,4	3,19
Sabinene	23,6	3,90
6-methyl 5-heptene 2-one	40,3	0,71
linalool	40,8	0,25
1epoxy 2methyl 3isobutyl 1,4 pentadiene	44,1	0,44
alpha copanene	44,7	0,58
2-undecanone	46,4	0,34
Zingiberene	46,9	0,27
Cyclohexene	48,6	0,93
Borneol	50,0	1,44
Germacrane D	51,2	0,49
E-citral	52,0	0,16
trans beta farnesene	52,2	0,93
beta citrenellol	53,2	0,18
Geranyl acetate	54,3	0,66
Zingiberene	56,2	32,35
Bisabolene	56,6	7,96
Alpha farnasene	56,8	8,73
Benzene 1-(1,3 dimethyl -4-hexyl)4-methyl	57,9	11,01
Beta-sesquiphellandrene	58,7	12,57
sesquisabinene hydrate	67,6	0,19
1,6,0 octatrinene	69,0	0,44
cyclohexyamethanol, 4-ethenyl alpha alpha 4-trimethyl 3-(1-methyl)	71,0	0,35
Solanesol	74,8	0,64
Farnesol	75,7	0,38
Beta eudesmol	78,4	0,22
Spiro (cyclobutane 1,3(7) oxobicyclo (4.1.0) heptone) -2-one, 4,4 dimethyl	78,6	0,19
5-octen-2-ol, 5-methyl	79,8	0,30

RT: Altkonma zamanı

Görüldüğü üzere, %32,35 ile Zingiberene, zencefil yağına ait ana bileşen olarak belirlenmiştir. Bu bileşeni %12,576 ile Beta-sesquiphellandrene ve %11,019 ile Benzene 1-(1,3 dimethyl 4-hexyl)4-methyl bileşenleri izlemiştir. Yapılan literatür çalışması, bu çalışmada da zencefil uçucu yağı içerisinde en yüksek miktarda bulunan Zingiberene maddesinin antibakteriyel aktivitede en önemli madde olduğunu göstermiştir (Şener vd., 2017).

Biberiye (*Rosmarinus Officinalis*) uçucu yağına ait GC-MS sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Biberiye uçucu yağına ait GC-MS analizi sonucu

Bileşen (Biberiye)	RT	% Oran
2,6,6 trimethyl bicyclo (3.1.1) hept-2-ene/alpha pinene	14,4	22,94
Camphene	15,8	8,52
Beta pinene	18,3	4,71
Isoamil alkol	19,1	0,02
Beta myrcene	20,3	2,80
Psedolimonene	21,2	0,11
Alphe Terpinene	21,9	0,33
Eucalyptol	23,5	24,03
Gamma terpinene	25,7	0,51
Benzene	26,1	1,76
alpha-terpinolene	27,9	0,49
1,5 dimethylbicyclo (3.2.1) octone	36,1	0,40
Beta thujone	37,8	0,02
Camphre	40,5	23,58
Linalool	40,8	0,54
1-cyclopentene	41,4	0,03
Linalyl acetate	43,0	0,11
alpha-fenchyl acetate	45,3	1,46
bicyclo (2.2.1) heptan-2-ol, 1,7,7 trimethyl exo	48,2	0,11
Cyclohexanol	48,8	0,01
Cycloprocarboxilic acid	50,0	7,07
alpha-caryophyllene	53,6	0,10

RT: Alikonma zamanı

Görüldüğü üzere, %24,035 ile Eucalyptol, %23,58 ile Camphre ve %22,948 oranı ile 2,6,6 trimethyl bicyclo (3.1.1) hept-2-ene/alpha pinene, bileşenleri biberiye uçucu yağına ait ana bileşenler olarak belirlenmiştir. Yapılan literatür çalışmasında,

bu çalışma neticesinde bulunan %22,948 oranındaki alpha pinene ve %24,035 oranında bulunan Eucalyptol maddesinin antibakteriyel özellik sağlayan iki önemli bileşen olduğu görülmüştür. Ayrıca alpha pinene maddesinin özellikle gram pozitif bakteri türü olan *S. aureus* bakterisine karşı antibakteriyel aktivite gösterdiği belirtilmiştir (Derwich vd., 2011). Bu çalışmada da biberiye uçucu yağı *S. aureus* bakterisine karşı *E. coli* bakterisine kıyasla daha iyi antibakteriyel aktivite göstermiştir.

Limonotu (*Cymbopogon flexuosus*) uçucu yağına ait GC-MS sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.



Çizelge 4.6. Limonotu uçucu yağına ait GC-MS analizi sonucu

Bileşen (Limonotu)	RT	% Oran
2,6,6 trimethyl bicyclo (3.1.1) hept-2-ene/ alpha pinene	14,4	0,10
camphene	16,2	0,68
1-butanol	19,1	0,02
d limonen	23,0	0,19
(1R)-; 2,6,6-Trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene/cis-ocimene	24,3	0,10
1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-	25,3	0,04
octanol	26,3	0,03
6-methyl 5- hepten-2-one	28,1	1,74
4-nonanone	29,2	0,80
linalool	39,7	0,92
alpha terpineol	40,8	1,10
4-methyl 1,4 heptadiene	41,3	0,88
Bicyclo (4.1.0) heptane, 3 methyl	42,9	0,88
Rose furan	44,1	0,42
z citral	49,5	30,06
trans caryophyllene	50	2,21
E citral	52,3	43,78
geranyl acetate	54,3	4,49
geraniol	57,1	7,38
alpha amorphene	58,4	0,92
4-nenodiol	62,8	0,10
cis 3-hexy acetate	63,1	0,05
longiborneol	65,1	0,32
3-buten-2-ol 2,3-dimethyl	66,4	0,15
caryophyllene oxide	68,2	0,65
geranoic acid	79,4	0,35
cis eugenol	79,8	0,21

RT: Alınma zamanı

Görüldüğü üzere, %43,781 oranı ile E citral, limonotu uçucu yağına ait ana bileşen olarak belirlenmiştir. Bu oranı %30,065 ile Z citral bileşeni izlemiştir. Geraniol bileşeni ise %7,382 ile en yüksek miktarda bulunan üçüncü bileşendir. Yapılan literatür çalışmasında Citral ve Geraniol maddelerinin bazı bakteri türleri karşısında antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu ve bu çalışmada da bu bileşenlerin yüksek miktarda bulunduğu görülmüştür (Mahmoud vd., 2017; Adukwu vd., 2016).

Sarı Kantaron (*Hypericum perforatum*) bitkisel sabit yağına ait GC-MS sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Sarı kantaron bitkisel sabit yağına ait GC-MS analizi sonucu

Bileşen (Sarı kantaron)	RT	% Oran
Hexanal Dimethyl acetal	8,7	0,08
Heptanal Dimethyl acetal	9,8	0,04
2-Heptanal	9,9	0,007
Heptanal 7,7-dimetoxy	10,7	0,11
Nonane,1,1-dimetoxy	11,7	1,66
Decanal dimethyl acetal	12,6	0,07
2-decenal	13,0	0,07
Vianol	17,2	0,03
Laural aldehyde, 2dimethyl acetate	22,09	0,31
Palmitic acid methyl ester	30,8	17,33
Palmitoleic acid methyl ester	32,6	0,36
Heptadecanoic acid methyl ester	34,9	0,19
Stearic acid methyl ester	39,0	10,55
Oleic acid methyl ester	39,6	56,50
Linoleic acid methyl ester	40,6	8,92
Gamma-linolenic acid methyl ester	41,1	1,49
Linolenic acid methyl ester	42,3	0,98

RT: Alıkonma zamanı

Görüldüğü üzere, %56,506 oranı ile Oleic acid Methyl ester, sarı kantaron bitkisel sabit yağına ait ana bileşen olarak belirlenmiştir. Bu oranı %17,335 ile Palmitic acid methyl ester bileşeni izlemiştir. Yapılan literatür çalışmasında sarı kantaron yağında antibakteriyel aktivitenin büyük ölçüde Alpha pinene maddesi tarafından sağlandığı görülmüştür (Crockett, 2010). Ancak bu çalışmada yapılan analiz sonucunda alpha pinene maddesine rastlanmamıştır.

4.2. Uçucu Yağların Disk Difüzyon Antibakteriyel Aktivite Sonuçları

Çay Ağacı (*Melaleuca alternifolia* L.), Karanfil (*Eugenia Caryophyllata*), Tarçın Yaprağı (*Cinnamomum Zeylanicum*), Zencefil (*Zingiber officinale*), Biberiye (*Rosmarinus Officinalis*), Limonotu (*Cymbopogon flexuosus*) uçucu yağlarının ve Sarı Kantaron (*Hypericum perforatum*) bitkisel yağının antibakteriyel aktivite tayinleri disk difüzyon yöntemi ile belirlenmiştir. Bu yöntemle göre 6 mm çapa sahip

standart boş diskler kullanılmıştır. Yapılan çalışmanın güvenilirliği açısından her uçucu yağ için 10 µl ve 5 µl yağ emdirilmiş diskler ikişer numune olacak şekilde hazırlanmıştır. Kontrol amaçlı uçucu yağ emdirilmeyen kontrol diskleri de bakteri ortamına bırakılmış ve bakteri üremesi gözlenmiştir. İnkübasyon süresinden sonra inhibisyon zon çapları ölçülerek, sonuçlar tüm uçucu yağlar ve sarı kantaron bitkisel sabit yağ için, Çizelge 4.8’de mm cinsinden verilmiştir.

Çizelge 4.8. Uçucu yağlara ait antibakteriyel aktivite sonuçları

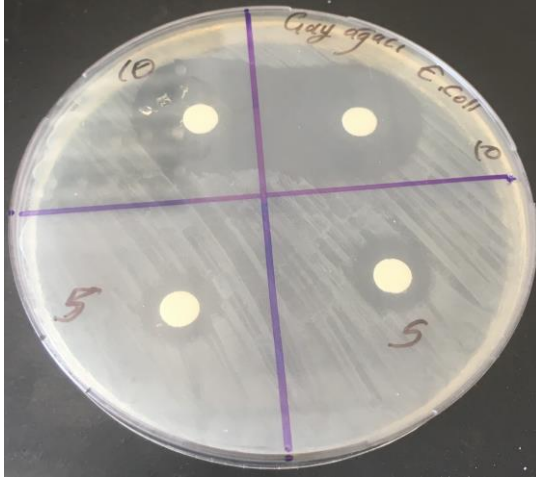
Aromatik Yağ	Kullanılan Aromatik Yağ Miktarı (µl)	<i>Escherichia Coli</i> Bakterisine Karşı oluşan Zon çapı	<i>Staphylococcus Aureus</i> Bakterisine Karşı oluşan Zon çapı
Çay Ağacı Yağı	10 µl (1. Deneme)	26 mm	12 mm
	10 µl (2. Deneme)	25 mm	12 mm
	5 µl (1. Deneme)	12,8 mm	10 mm
	5 µl (2. Deneme)	12,8 mm	10 mm
Karanfil Yağı	10 µl (1. Deneme)	16 mm	17,5 mm
	10 µl (2. Deneme)	16,5 mm	18 mm
	5 µl (1. Deneme)	13 mm	17 mm
	5 µl (2. Deneme)	12 mm	17 mm
Tarçın Yağı	10 µl (1. Deneme)	-	16,4 mm
	10 µl (2. Deneme)	-	16,4 mm
	5 µl (1. Deneme)	-	16 mm
	5 µl (2. Deneme)	-	16 mm
Biberiye Yağı	10 µl (1. Deneme)	10 mm	8 mm
	10 µl (2. Deneme)	12 mm	8 mm
	5 µl (1. Deneme)	10 mm	-
	5 µl (2. Deneme)	9 mm	-

Zencefil	10 µl (1. Deneme)	-	7 mm
	10 µl (2. Deneme)	-	7 mm
	5 µl (1. Deneme)	-	7 mm
	5 µl (2. Deneme)	-	7 mm
Sarı Kantaron (Bitkisel Sabit yağ)	10 µl (1. Deneme)	-	-
	10 µl (2. Deneme)	-	-
	5 µl (1. Deneme)	-	-
	5 µl (2. Deneme)	-	-
Limonotu	10 µl (1. Deneme)	-	-
	10 µl (2. Deneme)	-	-
	5 µl (1. Deneme)	-	-
	5 µl (2. Deneme)	-	-
Kontrol Diski		-	-

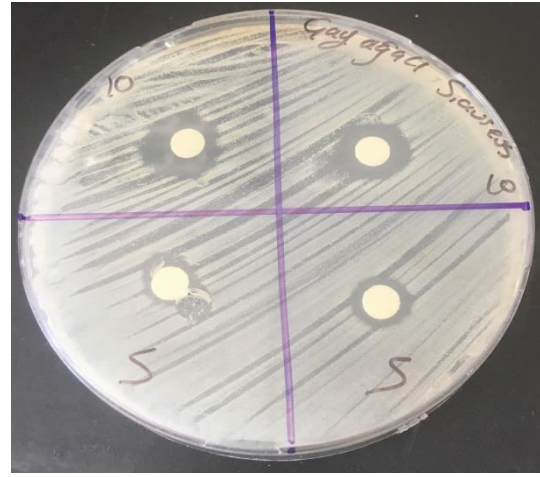
-: Bakteri ürediğini gösterir. µl: Kullanılan Uçucu yağ miktarı

Çay ağacı uçucu yağının disk difüzyon antibakteriyel aktivite test metoduna göre 5 µl ve 10 µl yağ kullanımında *E. coli* ve *S. aureus* bakteri türleri karşısında oluşturmuş olduğu zon çapları (Çizelge 4.8) verilmiştir. Buna göre çay ağacı uçucu yağı *E. coli* bakteri türüne karşı güçlü bir aktivite sergilemiş ve kullanılan uçucu yağ miktarı antibakteriyel aktiviteyi büyük ölçüde artırmıştır. *S. aureus* bakteri türüne karşı ise daha az antibakteriyel aktivite göstermiştir. Ayrıca bu bakteri türüne karşı kullanılan yağ miktarının artırılması antibakteriyel aktiviteyi çok küçük bir oranda değiştirmiştir. Genel olarak çay ağacı yağının *E. coli* bakterisine karşı güçlü bir antibakteriyel uçucu yağ olduğu görülmüştür.

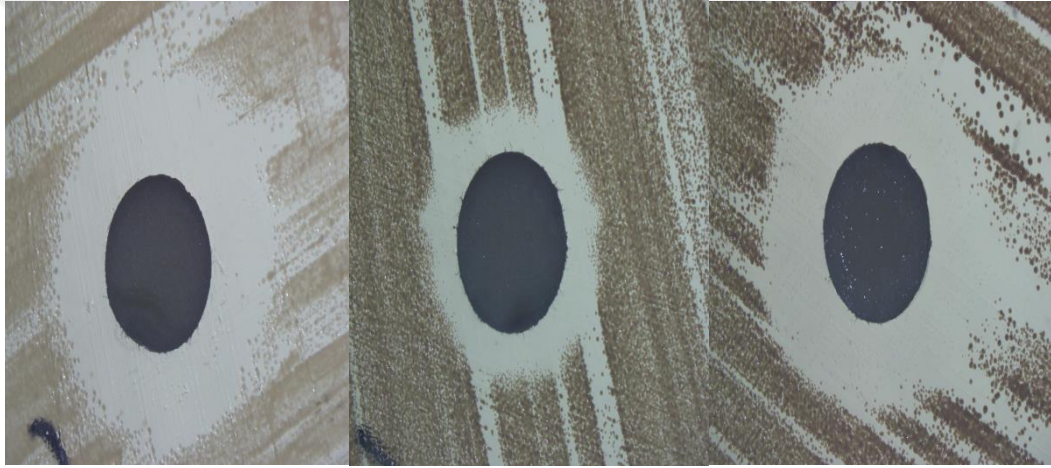
Çay ağacı uçucu yağının petrielerde kullanılan bakteriler üzerinde oluşturduğu inhibisyon zon çaplarının görüntüleri ise aşağıdaki, Şekil 4.1’de verilmiştir.



(a)



(b)



(c)

(d)

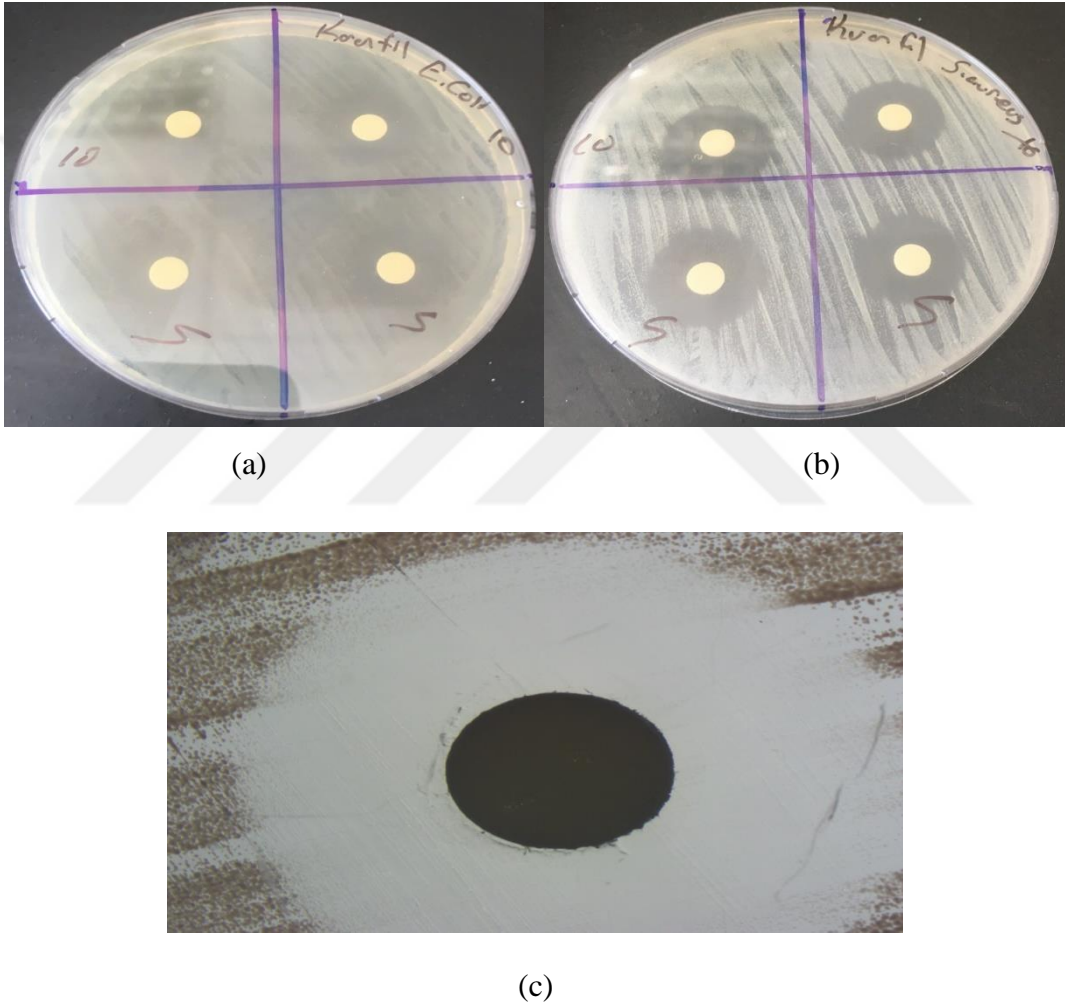
(e)

Şekil 4.1. Çay ağacı uçucu yağının *S. aureus* ve *E. coli* bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları. a) *E. coli* bakterisi üzerinde 5 µl ve 10 µl çay ağacı yağının oluşturduğu zon çapları b) *S. aureus* bakterisi üzerinde 5 µl ve 10 µl çay ağacı yağının oluşturduğu zon çapları c) 5 µl çay ağacı yağının *E. coli* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapının mikroskop altında görünümü d) 5 µl çay ağacı yağının *S. aureus* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapının mikroskop altında görünümü e) 10 µl çay ağacı yağının *S. aureus* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapının mikroskop altında görünümü

Karanfil uçucu yağının disk difüzyon antibakteriyel aktivite test metoduna göre 5 µl ve 10 µl yağ kullanımında *E. coli* ve *S. aureus* bakteri türleri karşısında oluşturmuş olduğu zon çapları (Çizelge 4.8) verilmiştir. Buna göre karanfil uçucu

yağı *E. coli* ve *S. aureus* bakteri türlerine karşı güçlü bir antibakteriyel aktivite özelliği göstermiştir. *E. coli* bakteri türüne karşı kullanılan uçucu yağ miktarının artırılması antibakteriyel aktiviteyi büyük ölçüde artırmıştır. *S. aureus* bakteri türüne karşı ise kullanılan yağ miktarının artırılması antibakteriyel aktiviteyi değiştirmemiştir.

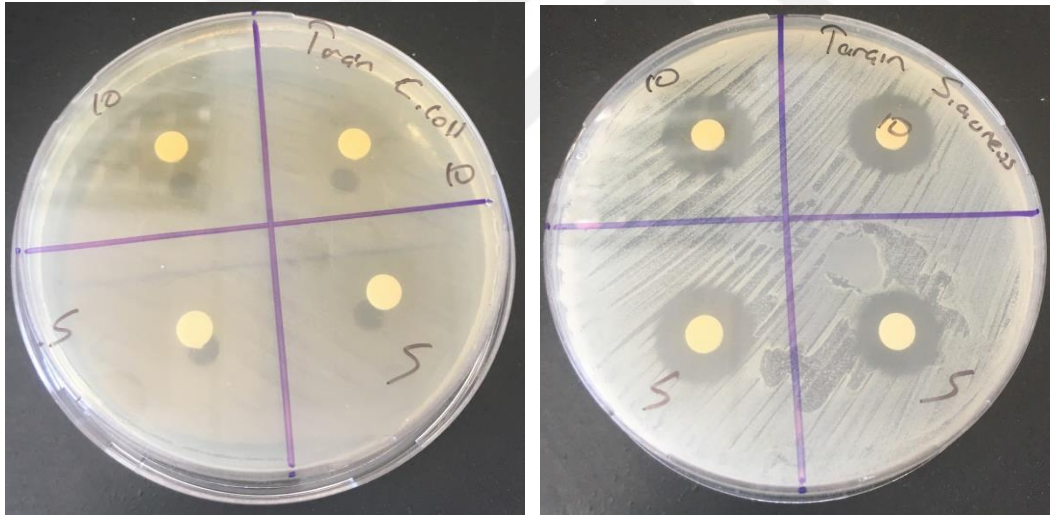
Karanfil uçucu yağının petrilerde kullanılan bakteriler üzerinde oluşturduğu inhibisyon zon çaplarının görüntüleri ise aşağıdaki, Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Karanfil uçucu yağının *E. coli* ve *S. aureus* bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları a) *E. coli* bakterisi üzerinde 5 µl ve 10 µl karanfil yağının oluşturduğu zon çapları b) *S. aureus* bakterisi üzerinde 5 µl ve 10 µl karanfil yağının oluşturduğu zon çapları c) 10 µl karanfil yağının *S. aureus* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapının mikroskop altında görünümü

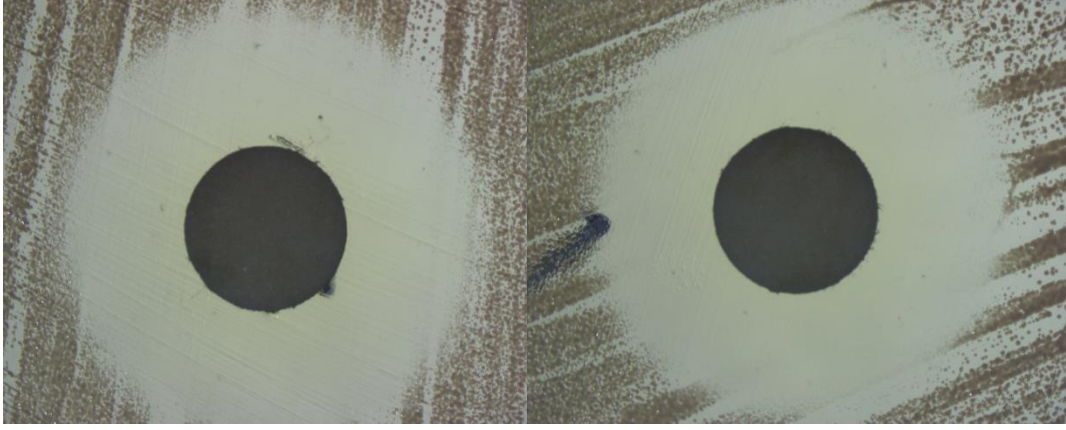
Tarçın uçucu yağının disk difüzyon antibakteriyel aktivite test metoduna göre 5 µl ve 10 µl yağ kullanımında *E. coli* ve *S. aureus* bakteri türleri karşısında oluşturmuş olduğu zon çapları (Çizelge 4.8) verilmiştir. Buna göre tarçın uçucu yağı *E. coli* bakteri türüne karşı antibakteriyel aktivite göstermemiştir. *S. aureus* bakteri türüne karşı ise kullanılan yağ miktarının artırılması antibakteriyel aktiviteyi değiştirmezken her iki oranda uçucu yağ kullanımında güçlü bir antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. Tarçın uçucu yağının sargı bezlerine emdirildikten sonra yapılan antibakteriyel aktivite testinde *E. coli* bakterisine karşı güçlü bir antibakteriyel aktivite gösterdiği göz önüne alındığında 5 µl ve 10 µl oranında yağ kullanımının bu etkiyi sağlamak için yetersiz kaldığı ancak bu miktarın artırıldığında istenilen etkinin oluşacağı görülmüştür.

Tarçın uçucu yağının petriyelerde kullanılan bakteriler üzerinde oluşturduğu inhibisyon zon çaplarının görüntüleri ise aşağıdaki, Şekil 4.3'de verilmiştir.



(a)

(b)



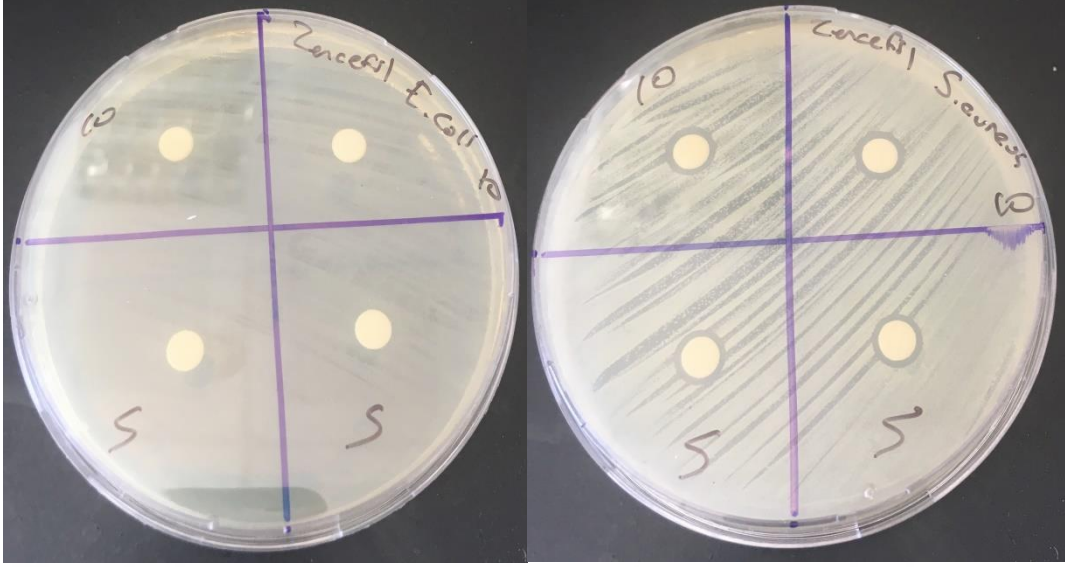
(c)

(d)

Şekil 4.3. Tarçın uçucu yağının *E. coli* ve *S. aureus* bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları a) *E. coli* bakterisi üzerinde 5 µl ve 10 µl tarçın yağının oluşturduğu zon çapları b) *S. aureus* bakterisi üzerinde 5 µl ve 10 µl tarçın yağının oluşturduğu zon çapları c) 5 µl tarçın yağının *S. aureus* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapının mikroskop altında görünümü d) 10 µl tarçın yağının *S. aureus* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapının mikroskop altında görünümü

Zencefil uçucu yağının disk difüzyon antibakteriyel aktivite test metoduna göre 5 µl ve 10 µl yağ kullanımında *E. coli* ve *S. aureus* bakteri türleri karşısında oluşturmuş olduğu zon çapları (Çizelge 4.8) verilmiştir. Buna göre zencefil uçucu yağı *E. coli* bakteri türüne karşı antibakteriyel aktivite göstermemiştir. Buna karşın *S. aureus* bakteri türüne karşı ise kullanılan disk boyutu oranında bir aktivite sergilemiş ancak disk etrafında gözle görülür bir inhibisyon zon çapı oluşmamıştır.

Zencefil uçucu yağının petrilere kullanılan bakteriler üzerinde oluşturduğu inhibisyon zon çaplarının görüntüleri ise, Şekil 4.4'de verilmiştir.



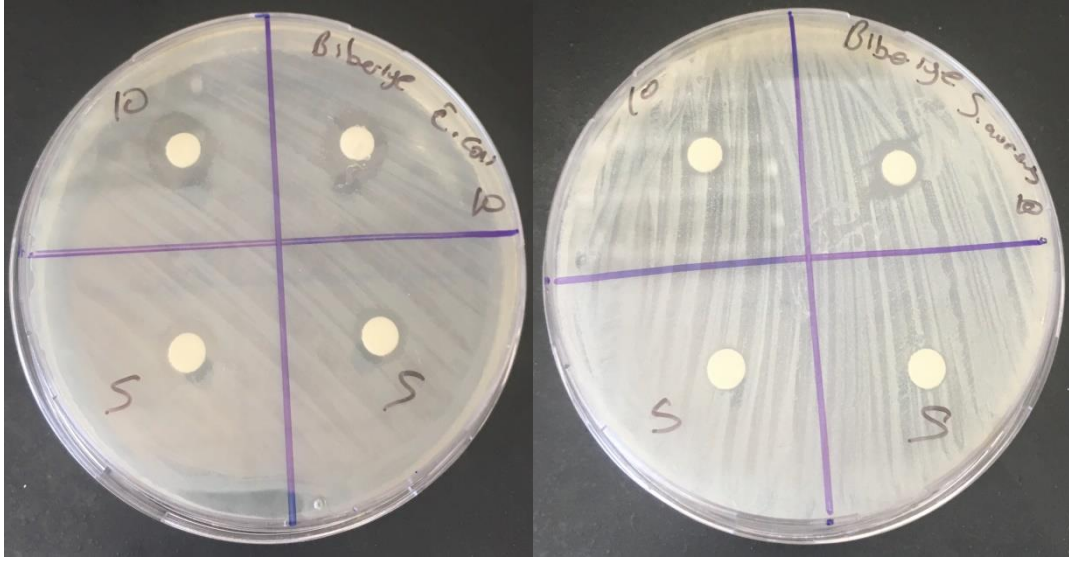
(a)

(b)

Şekil 4.4. Zencefil uçucu yağının *E. coli* ve *S. aureus* bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları a) *E. coli* bakterisi üzerinde 5 µl ve 10 µl zencefil yağının oluşturduğu zon çapları b) *S. aureus* bakterisi üzerinde 5 µl ve 10 µl zencefil yağının oluşturduğu zon çapları

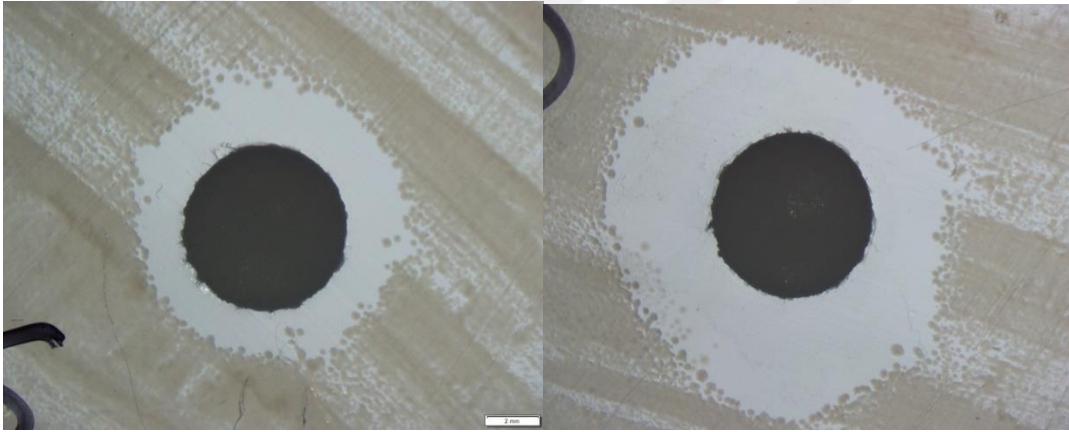
Biberiye uçucu yağının disk difüzyon antibakteriyel aktivite test metoduna göre 5 µl ve 10 µl yağ kullanımında *E. coli* ve *S. aureus* bakteri türleri karşısında oluşturmuş olduğu zon çapları (Çizelge 4.8) verilmiştir. Buna göre kullanılan uçucu yağ oranı *E. coli* bakteri türü üzerinde oluşan inhibisyon zon çapını değiştirmemiş ve *S. aureus* bakteri türüne kıyasla daha iyi bir antibakteriyel aktivite gözlemlenmiştir. Buna karşın *S. aureus* bakteri türüne karşı ise sadece 10 µl uçucu yağ kullanımında düşük oranda zon çapı oluşturmuştur.

Biberiye uçucu yağının petrilerde kullanılan bakteriler üzerinde oluşturduğu inhibisyon zon çaplarının görüntüleri ise, Şekil 4.5’de verilmiştir.



(a)

(b)



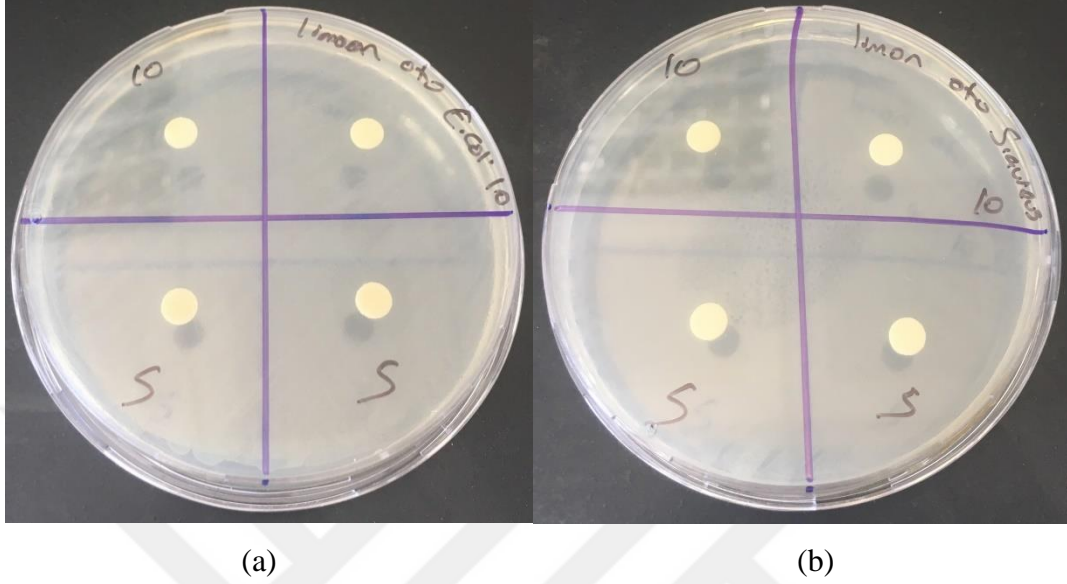
(c)

(d)

Şekil 4.5. Biberiye uçucu yağının *E. coli* ve *S. aureus* bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları a) *E. coli* bakterisi üzerinde 5 µl ve 10 µl biberiye yağının oluşturduğu zon çapları b) *S. aureus* bakterisi üzerinde 5 µl ve 10 µl biberiye yağının oluşturduğu zon çapları c) 5 µl biberiye yağının *E. coli* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapının mikroskop altında görünümü d) 10 µl biberiye yağının *E. coli* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapının mikroskop altında görünümü

Limonotu uçucu yağının disk difüzyon antibakteriyel aktivite test metoduna göre 5 µl ve 10 µl yağ kullanımında *E. coli* ve *S. aureus* bakteri türleri karşısında oluşturmuş olduğu zon çapları (Çizelge 4.8) verilmiştir. Buna göre limonotu uçucu yağı *E. coli* ve *S. aureus* bakteri türlerine karşı antibakteriyel aktivite göstermemiştir.

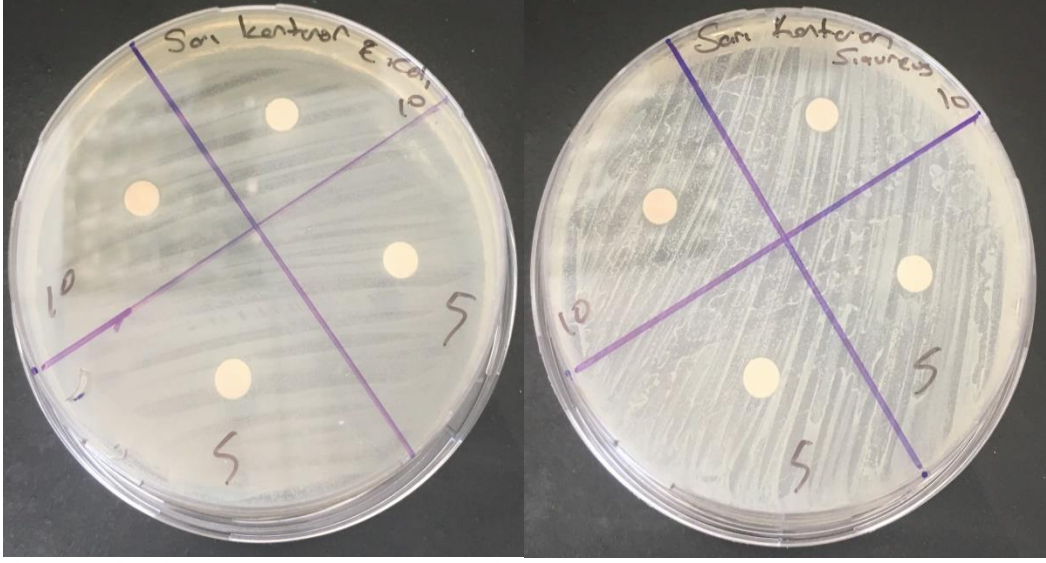
Limonotu uçucu yağının petrilerde kullanılan bakteriler üzerinde oluşturduğu inhibisyon zon çaplarının görüntüleri ise, Şekil 4.6'de verilmiştir.



Şekil 4.6. Limonotu uçucu yağının *E. coli* ve *S. aureus* bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları a) *E. coli* bakterisi üzerinde 5 µl ve 10 µl limonotu yağının oluşturduğu zon çapları b) *S. aureus* bakterisi üzerinde 5 µl ve 10 µl limonotu yağının oluşturduğu zon çapları

Sarı kantaron bitkisel sabit yağının disk difüzyon antibakteriyel aktivite test metoduna göre, 5 µl ve 10 µl yağ kullanımında *E. coli* ve *S. aureus* bakteri türleri karşısında oluşturmuş olduğu zon çapları (Çizelge 4.8) verilmiştir. Buna göre sarı kantaron yağı *E. coli* ve *S. aureus* bakteri türlerine karşı antibakteriyel aktivite göstermemiştir.

Sarı kantaron bitkisel sabit yağının petrilerde kullanılan bakteriler üzerinde oluşturduğu inhibisyon zon çaplarının görüntüleri ise, Şekil 4.7'de verilmiştir.



(a)

(b)

Şekil 4.7. Sarı kantaron bitkisel sabit yağının *E. coli* ve *S. aureus* bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları a) *E. coli* bakterisi üzerinde 5 µl ve 10 µl sarı kantaron yağının oluşturduğu zon çapları b) *S. aureus* bakterisi üzerinde 5 µl ve 10 µl sarı kantaron yağının oluşturduğu zon çapları

Şekil 4.8, *E. coli* ve *S. aureus* bakteri türlerinin herhangi bir yağ emdirilmemiş kontrol diskleri üzerinde çoğalmasını göstermektedir.



(a)

(b)

Şekil 4.8. a) ve b) *E. coli* ve *S. aureus* bakterilerinin kontrol diski üzerinde çoğalması

4.3. İşlem Görmüş Sargı Bezlerinin Antibakteriyel Aktivite Sonuçları

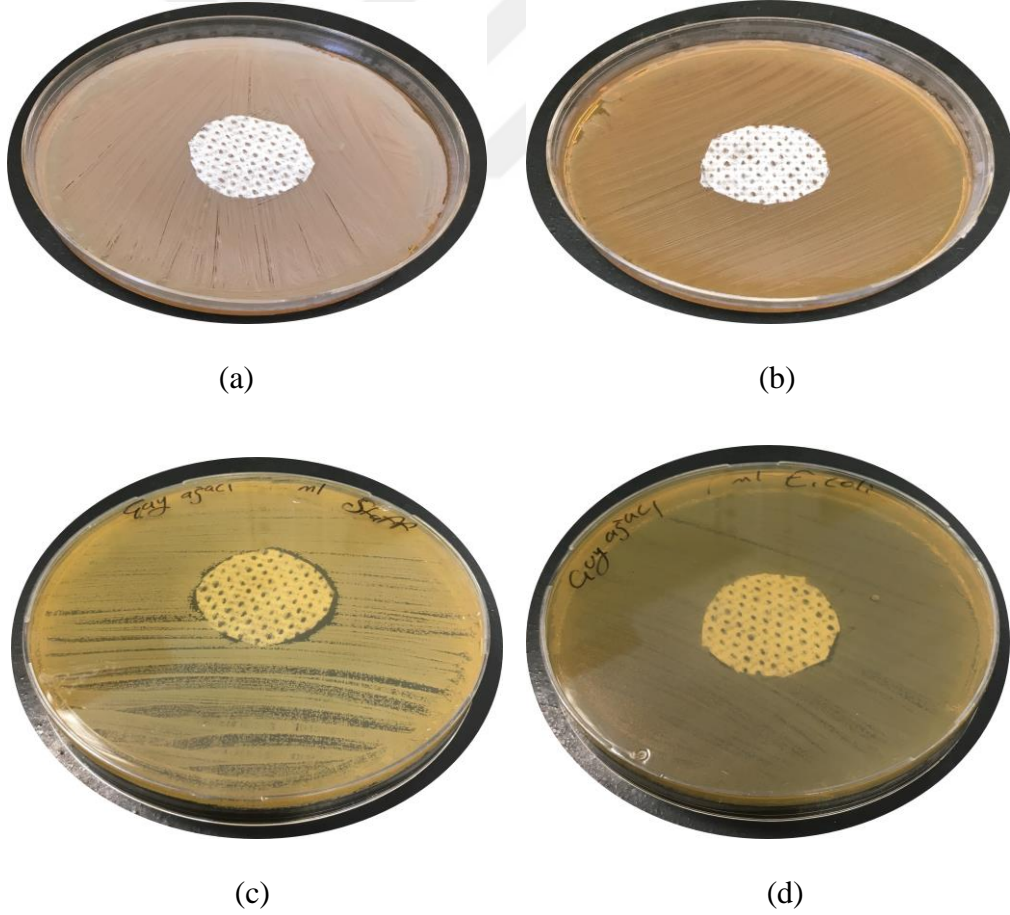
Aşağıdaki Çizelge 4.9’da sargı bezlerine uygulanan antibakteriyel aktivite test sonuçları verilmiştir. Antibakteriyel testler AATCC 147 standartına göre, *S. aureus* ve *E. coli* bakteri türleri ile gerçekleştirilmiştir. Bu test için antibakteriyel işlem görmüş nonwoven sargı bezleri 25 mm çapında kesilerek bakteri ortamına bırakılmıştır. Aromatik yağlar sargı bezlerine %5, %15 %22,7 oranlarında emdirilmiştir. Numuneler 37 °C sıcaklıkta 24 saat bekletildikten sonra sargı bezi etrafında oluşan çap ölçülerek (inhibisyon zone çapı) antibakteriyel aktivite etkinliği mm cinsinden (Çizelge 4.9) verilmiştir.

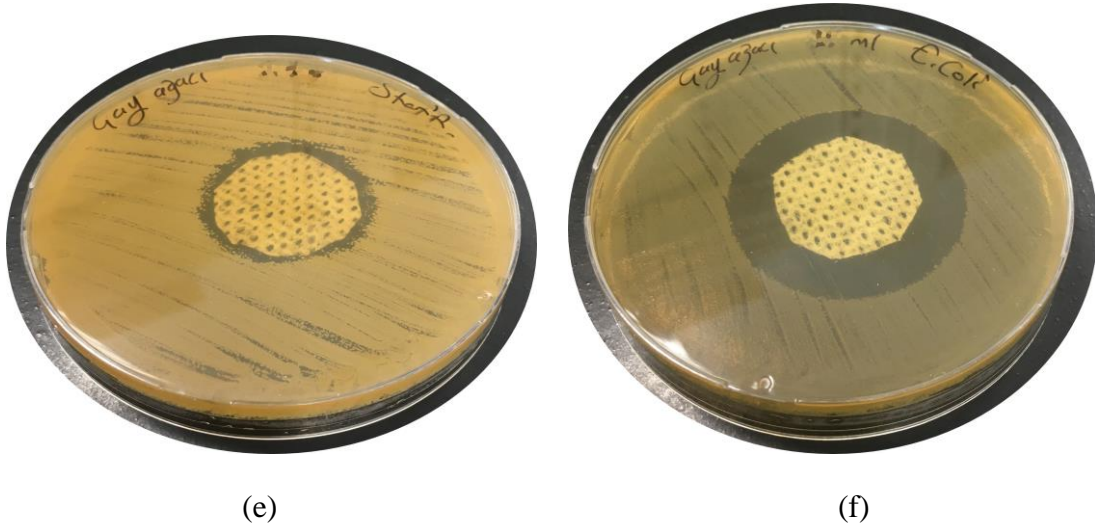
Çizelge 4.9. AATCC 147 Antibakteriyel test metoduna göre test sonuçları

Aromatik Yağ	Kullanılan Aromatik Yağ (%)	<i>Escherichia Coli</i> Bakterisine Karşı oluşan Zon çapı	<i>Staphylococcus Aureus</i> Bakterisine Karşı oluşan Zon çapı
Çay Ağacı Yağı	%5	-	-
	%15	25 mm	28 mm
	%22,70	43 mm	30 mm
Karanfil Yağı	%5	-	-
	%15	40 mm	40 mm
	%22,70	40 mm	47 mm
Tarçın Yağı	%5	-	-
	%15	37 mm	34 mm
	%22,70	40 mm	46 mm
Biberiye Yağı	%5	-	-
	%15	25 mm	25 mm
	%22,70	25 mm	25 mm

4.3.1. Çay Ağacı Uçucu Yağı ile İşlem Görmüş Sargı Bezlerinin Antibakteriyel Aktivite Sonuçları

Yukarıdaki çizelgede (Çizelge 4.9), farklı oranlarda çay ağacı uçucu yağı ile işlem görmüş sargı bezlerinin *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* bakterileri karşısında oluşturduğu zon çapları verilmiştir. Buna göre Şekil 4.9 a, b'de görüldüğü gibi %5 uçucu yağ içeren sargı bezlerinde herhangi bir aktivite gözlenmemiştir. Buna karşın, Şekil 4.9 c, d'de %15 oranında aromatik yağ içeren sargı bezlerinde, kullanılan numune boyutu olan 25 mm'lik bir zon çapı gözlenirken sargı bezi etrafında herhangi bir aktivite gözlenmemiştir. %22,7 oranında aromatik yağ kullanımında, çay ağacı ile işlem görmüş sargı bezi (Şekil 4.9 f), *E. coli* bakterisine karşı iyi derecede antibakteriyel aktivite gösterirken, *S. aureus* bakteri türüne karşı oluşan zon çapında ciddi bir artış görülmemiştir.



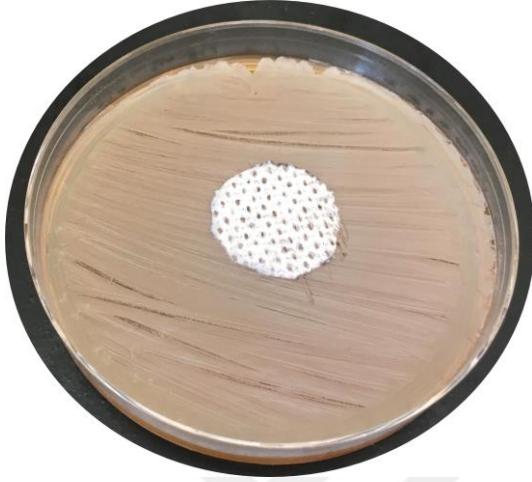


Şekil 4.9. Çay ağacı uçucu yağı içeren sargı bezinin AATCC 147 test metoduna göre *S. aureus* ve *E. coli* bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları. a) %5'lik yağ içeren sargı bezinin *S. aureus* bakterisi ile oluşturduğu zon çapı b) %5'lik yağ içeren sargı bezinin *E. coli* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapı c) %15'lik yağ içeren sargı bezinin *S. aureus* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapı d) %15'lik yağ içeren sargı bezinin *E. coli* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapı e) %22,7'lik yağ içeren sargı bezinin *S. aureus* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapı f) %22,7'lik yağ içeren sargı bezinin *E. coli* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapı

4.3.2. Karanfil Uçucu Yağı ile İşlem Görmüş Sargı Bezlerinin Antibakteriyel Aktivite Sonuçları

Karanfil uçucu yağı ile işlem görmüş sargı bezlerinin *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* bakterileri karşısında oluşturduğu zon çapları (Çizelge 4.9) verilmiştir. Buna göre Şekil 4.10 a ve b'de görüldüğü gibi %5 uçucu yağ içeren sargı bezlerinde herhangi bir antibakteriyel aktivite gözlenmemiştir. Buna karşın Şekil 4.10 c, d ve f'de görüldüğü üzere, %15 ve %22,7 oranında uçucu yağ kullanımında *E. coli* bakterisine karşı zon çapında herhangi bir değişim gözlenmemiş ve iyi derecede antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. Kullanılan yağ oranının *E. coli* bakterisi üzerinde herhangi bir değişim oluşturmadığı gözlenmiştir. *S. aureus* bakterisine karşı ise Şekil 4.10 e'de görüldüğü gibi kullanılan yağ miktarının

artırılmasıyla oluşan zon çapının da arttığı görülmüştür. Genel olarak karanfil uçucu yağı içeren sargı bezinin *S. aureus* bakterisine karşı daha iyi antibakteriyel aktivite sağladığı gözlemlenmiştir.



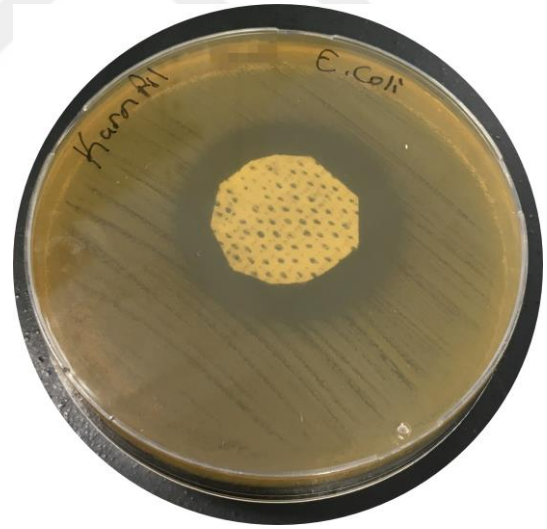
(a)



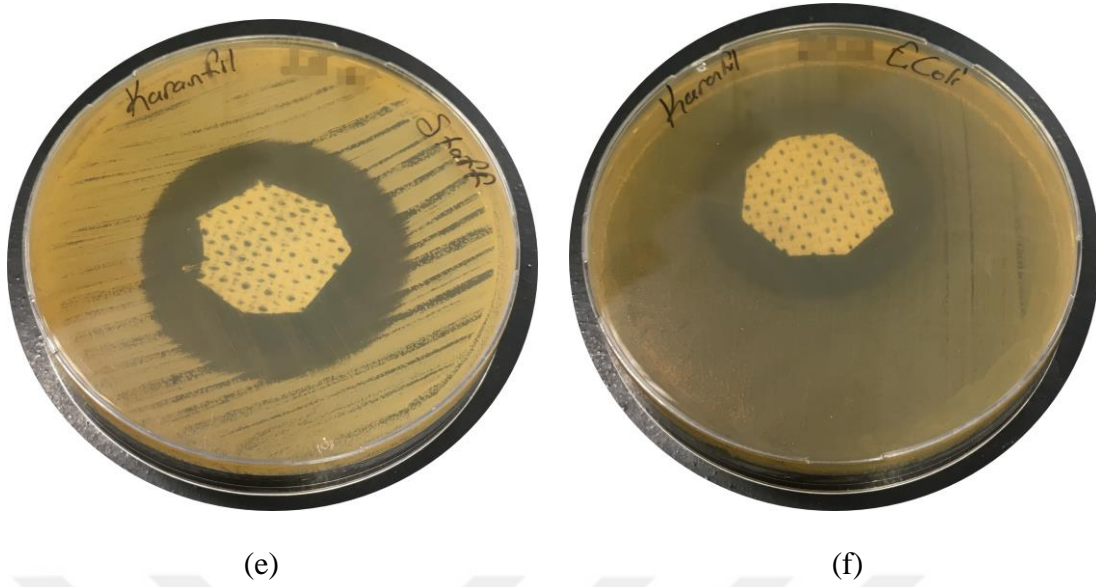
(b)



(c)



(d)



Şekil 4.10. Karanfil uçucu yağı içeren sargı bezinin AATCC 147 test metoduna göre *S. aureus* ve *E. coli* bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları. a) %5'lik yağ içeren sargı bezinin *S. aureus* bakterisi ile oluşturduğu zon çapı b) %5'lik yağ içeren sargı bezinin *E. coli* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapı c) %15'lik yağ içeren sargı bezinin *S. aureus* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapı d) %15'lik yağ içeren sargı bezinin *E. coli* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapı e) %22,7'lik yağ içeren sargı bezinin *S. aureus* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapı f) %22,7'lik yağ içeren sargı bezinin *E. coli* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapı

4.3.3. Tarçın Uçucu Yağı ile İşlem Görmüş Sargı Bezlerinin Antibakteriyel Aktivite Sonuçları

Tarçın uçucu yağı ile işlem görmüş sargı bezlerinin *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* bakterileri karşısında oluşturduğu zon çapları (Çizelge 4.9) verilmiştir. Buna göre Şekil 4.11 a ve b'de görüldüğü gibi %5 uçucu yağ içeren sargı bezlerinde herhangi bir antibakteriyel aktivite gözlenmemiştir. Buna karşın Şekil 4.11 d ve f'de görüldüğü üzere, %15 ve %22,7 oranında uçucu yağ içeren sargı bezi, *E. coli* bakterisine karşı iyi derecede antibakteriyel aktivite sağlamıştır. Kullanılan yağ oranının *E. coli* bakterisi üzerinde büyük ölçüde bir değişime sebep oluşturmadığı görülmüştür. *S. aureus* bakterisine karşı ise Şekil 4.11 e'de görüldüğü gibi, kullanılan yağ miktarının artırılmasıyla oluşan zon çapının da arttığı

görülmüştür. Genel olarak tarçın uçucu yağı içeren sarğı bezinin, *S. aureus* bakterisine karşı daha iyi antibakteriyel aktivite sağladığı gözlemlenmiştir.



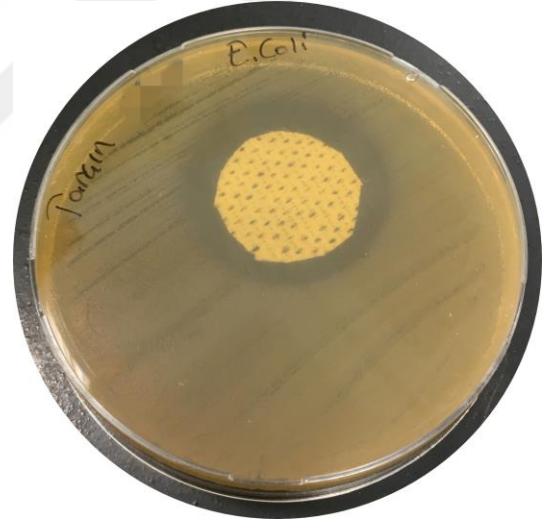
(a)



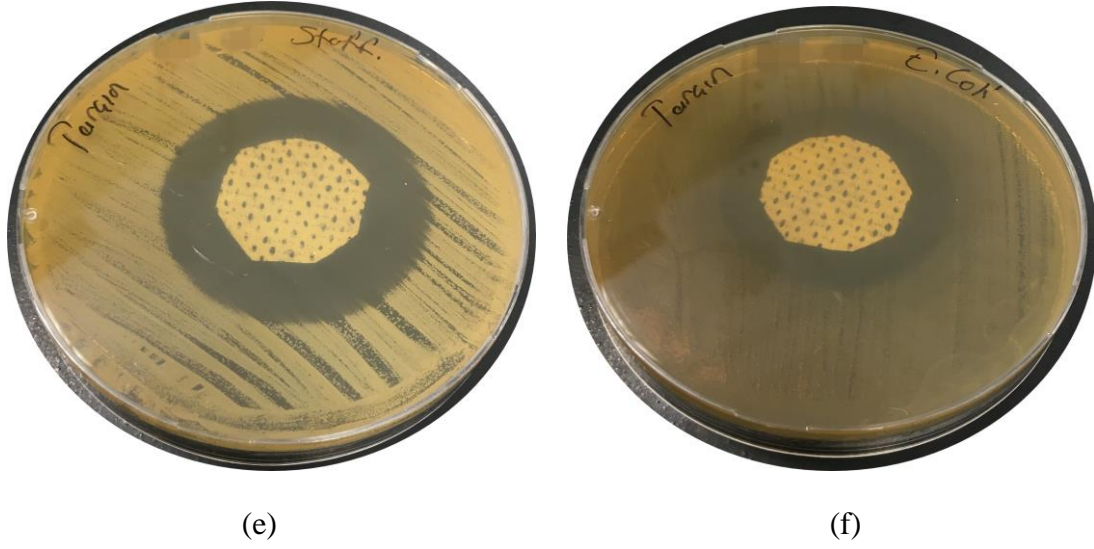
(b)



(c)



(d)



Şekil 4.11. Tarçın uçucu yağı içeren sargı bezinin AATCC 147 test metoduna göre *S. aureus* ve *E. coli* bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları. a) %5'lik yağ içeren sargı bezinin *S. aureus* bakterisi ile oluşturduğu zon çapı b) %5'lik yağ içeren sargı bezinin *E. coli* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapı c) %15'lik yağ içeren sargı bezinin *S. aureus* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapı d) %15'lik yağ içeren sargı bezinin *E. coli* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapı e) %22,7'lik yağ içeren sargı bezinin *S. aureus* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapı f) %22,7'lik yağ içeren sargı bezinin *E. coli* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapı

4.3.4. Biberiye Uçucu Yağı ile İşlem Görmüş Sargı Bezlerinin Antibakteriyel Aktivite Sonuçları

Biberiye uçucu yağı ile işlem görmüş sargı bezlerinin *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* bakterileri karşısında oluşturduğu zon çapları (Çizelge 4.9) verilmiştir. Buna göre Şekil 4.12 a ve b'de görüldüğü gibi %5 uçucu yağ içeren sargı bezlerinde herhangi bir antibakteriyel aktivite gözlenmemiştir. Buna karşın Şekil 4.12 c, d, e ve f'de görüldüğü gibi %15 ve %22,7 oranında uçucu yağ içeren sargı bezlerinde, kullanılan numune boyutu olan 25 mm'lik bir zon çapı gözlenirken sargı bezi etrafında herhangi bir aktivite gözlenmemiştir.



(a)



(b)



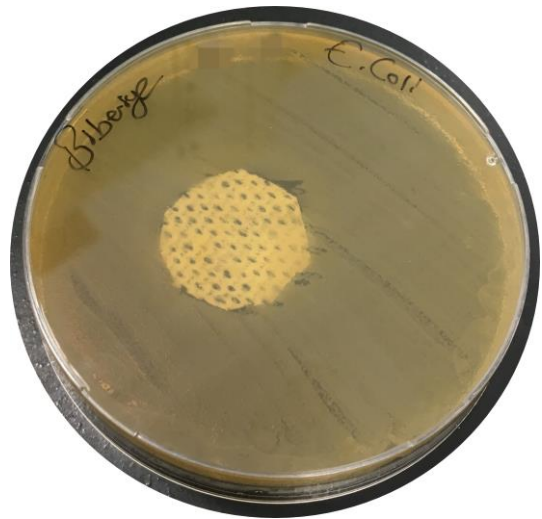
(c)



(d)



(e)



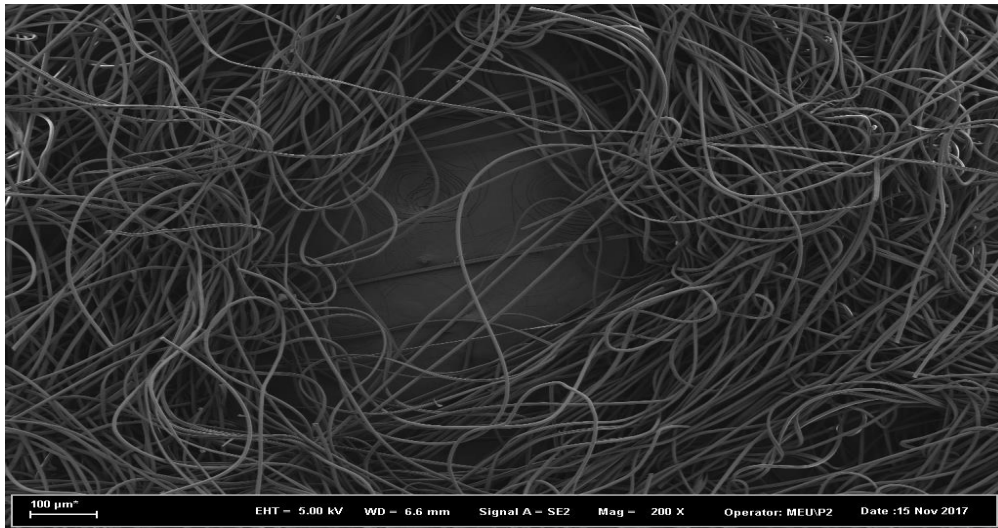
(f)

Şekil 4.12. Biberiye uçucu yağı içeren sargı bezinin AATCC 147 test metoduna göre *S. aureus* ve *E. coli* bakterileri üzerinde oluşturduğu zon çapları. a) %5'lik yağ içeren sargı bezinin *S. aureus* bakterisi ile oluşturduğu zon çapı b) %5'lik yağ içeren sargı bezinin *E. coli* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapı c) %15'lik yağ içeren sargı bezinin *S. aureus* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapı d) %15'lik yağ içeren sargı bezinin *E. coli* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapı e) %22,7'lik yağ içeren sargı bezinin *S. aureus* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapı f) %22,7'lik yağ içeren sargı bezinin *E. coli* bakterisi üzerinde oluşturduğu zon çapı

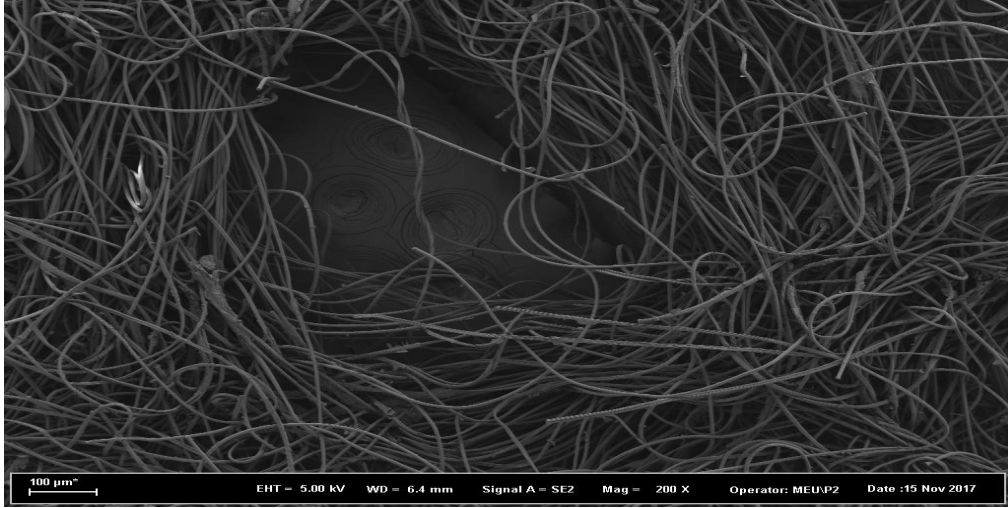
4.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Sonuçları

Uçucu yağların sargı bezlerine aplikasyonu sonucunda, en iyi antibakteriyel aktivite değerine sahip olduğu belirlenen karanfil ve tarçın uçucu yağı içeren sargı bezleri, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile görüntülenmiştir. Ayrıca uçucu yağ içermeyen sargı bezinden de görüntü alınarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

Aşağıdaki görüntülerde, uçucu yağ içermeyen sargı bezi örneğinin (Şekil 4.13) ve %22,7 oranında karanfil (Şekil 4.14), tarçın (Şekil 4.15) uçucu yağı içeren sargı bezlerinin 200 X oranında büyütülmüş olan SEM görüntüleri verilmiştir.



Şekil 4.13. Uçucu yağ içermeyen sargı bezinin 200 X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü



Şekil 4.14. Karanfil uçucu yağı içeren sargı bezinin 200 X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü



Şekil 4.15. Tarçın uçucu yağı içeren sargı bezinin 200 X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü

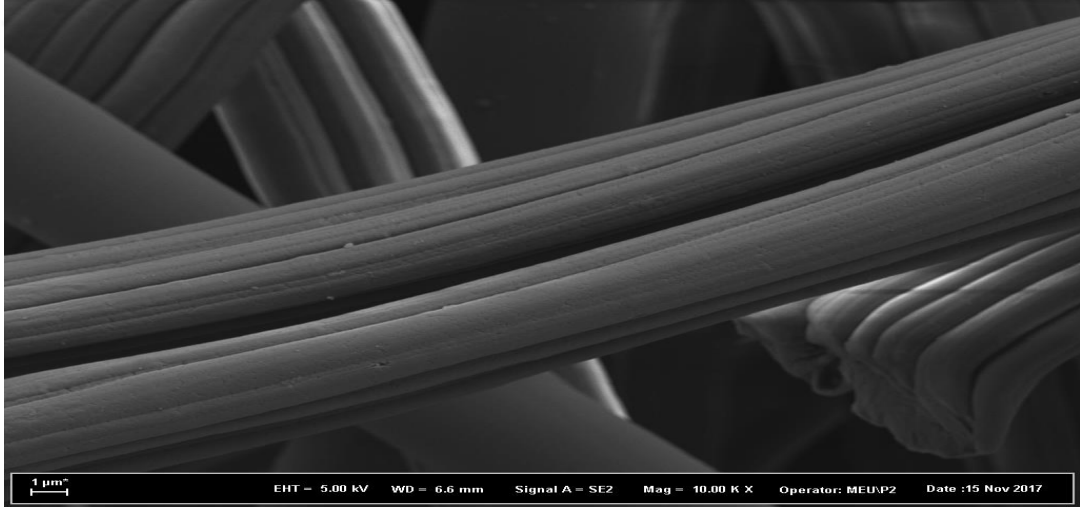
Uçucu yağ içermeyen sargı bezine ait SEM görüntüsünde (Şekil 4.13), sadece nonwoven sargı bezini oluşturan lifler görülmüştür.

Karanfil uçucu yağı emdirilmiş sargı bezi görüntüsünde ise (Şekil 4.14), uçucu yağlar lif yüzeyinde görüntülenebilmiştir. Fakat bu yağların, lif aralarındaki boşluklara nüfuz etmediği gözlenmiştir.

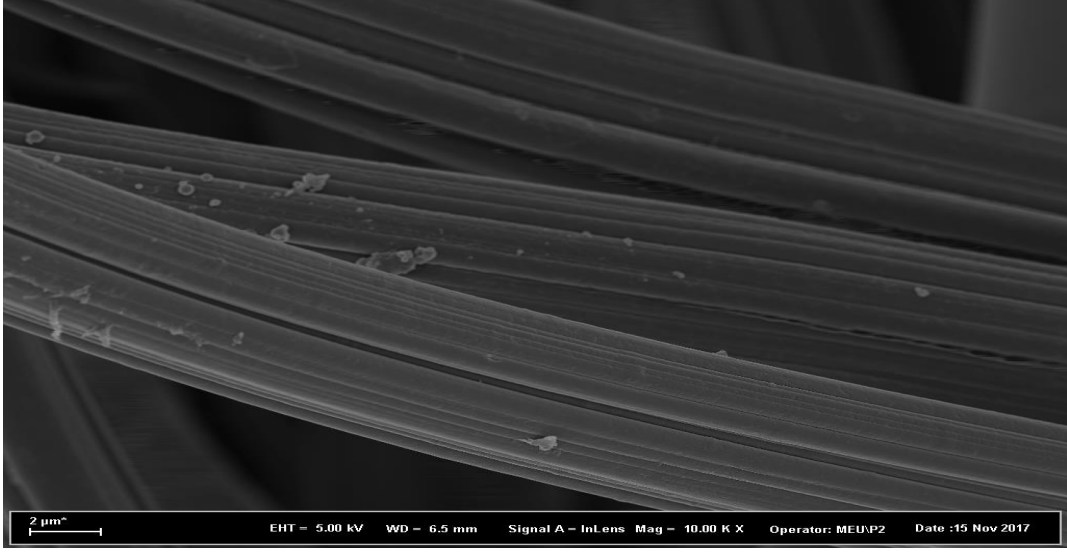
Tarçın uçucu yağı emdirilmiş sargı bezi görüntüsünde ise (Şekil 4.15), hem lif yüzeyinde hem de lif aralarının uçucu yağ ile dolu olduğu ancak homojen bir yapıda olmadığı görülmektedir.

Ayrıca karanfil (Şekil 4.14) ve tarçın (Şekil 4.15) uçucu yağı içeren her iki örnekte de görüldüğü gibi, yüzeye tutunan ya da liflerin içine nüfuz eden parçacık boyutları farklılık göstermiştir.

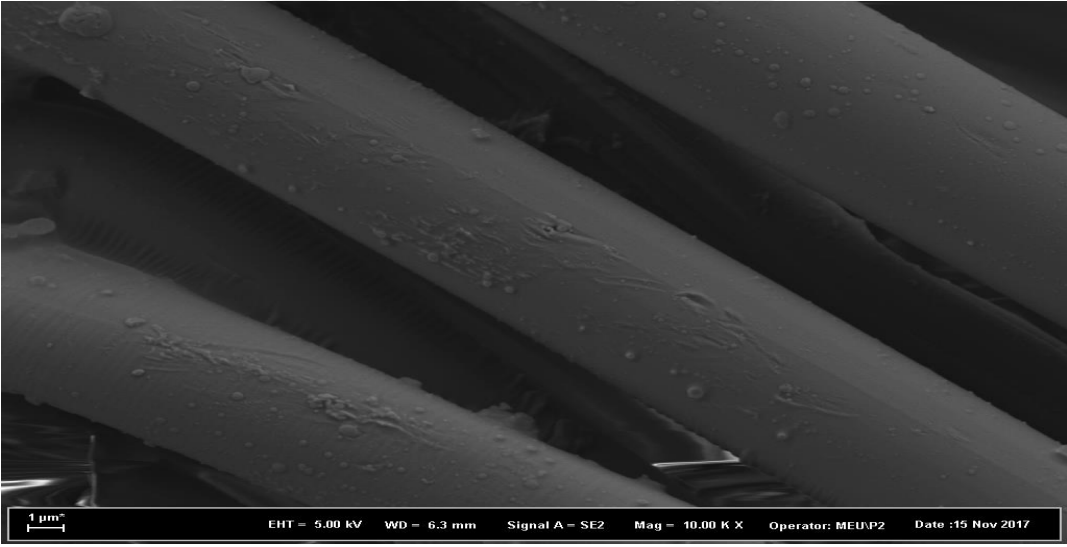
Aşağıdaki görüntülerde, uçucu yağ içermeyen sargı bezi örneğinin (Şekil 4.16) ve %22,7 oranında karanfil (Şekil 4.17), tarçın (Şekil 4.18) uçucu yağı içeren sargı bezlerinin 10.00 K X oranında büyütülmüş olan SEM görüntüleri verilmiştir.



Şekil 4.16. Uçucu yağ içermeyen sargı bezinin 10.00 K X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü



Şekil 4.17. Karanfil uçucu yağ içeren sargı bezinin 10.00 K X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü



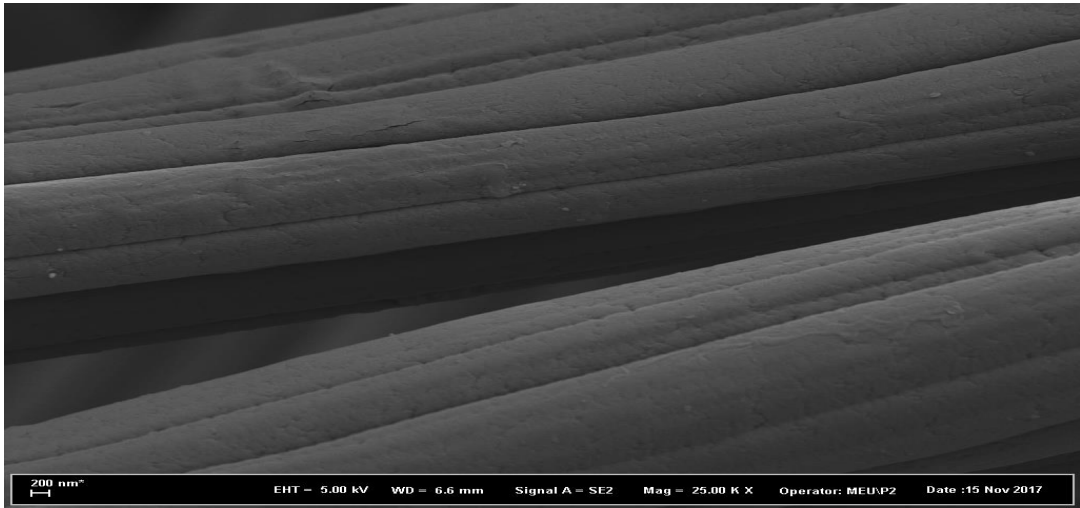
Şekil 4.18. Tarçın uçucu yağ içeren sargı bezinin 10.00 K X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü

Elde edilen bu görüntülere uçucu yağ içermeyen sargı bezi görüntüsünde (Şekil 4.16), sadece nonwoven sargı bezini oluşturan lifler görülmüştür. Yüzeyde ya da lif aralarında damlacık veya kabartı görülmemektedir.

Karanfil (Şekil 4.17) ve tarçın (Şekil 4.18) uçucu yağı emdirilmiş sargı bezi görüntülerinde ise, uçucu yağlar genel olarak liflerin içine nüfuz etmiştir. Ancak her iki uçucu yağ içeren örnekte de bazı uçucu yağ damlacıklarının sadece yüzeye tutunduğu ve homojen bir dağılım göstermediği görülmüştür. Ayrıca yüzeye tutunan ya da liflerin içine nüfuz eden parçacık boyutlarının da farklılık gösterdiği görülmektedir.

Uçucu yağ içermeyen sargı bezi ile karanfil uçucu yağı ve tarçın uçucu yağı içeren sargı bezlerinin, 10.00 K X oranında büyütülmüş SEM görüntüleri incelendiğinde (Şekil 4.16, Şekil 4.17, Şekil 4.18), hiç yağ içermeyen sargı bezinin SEM görüntüsünün karanfil uçucu yağ içeren sargı bezinin SEM görüntüsüne benzediği yani liflerin fibriler yapısının korunduğu görülmektedir. Oysa tarçın uçucu yağ içeren sargı bezinin SEM görüntüsüne bakıldığında, fibriler yapının tamamen kaybolmuş olduğu görülmektedir. Bu durum, tarçın uçucu yağının sargı bezinde bulunan liflerin yüzeyini tamamen kapladığını göstermektedir. Sonuç olarak tarçın uçucu yağı Nonwoven sargı bezine, en iyi nüfuz eden yağ olmuştur.

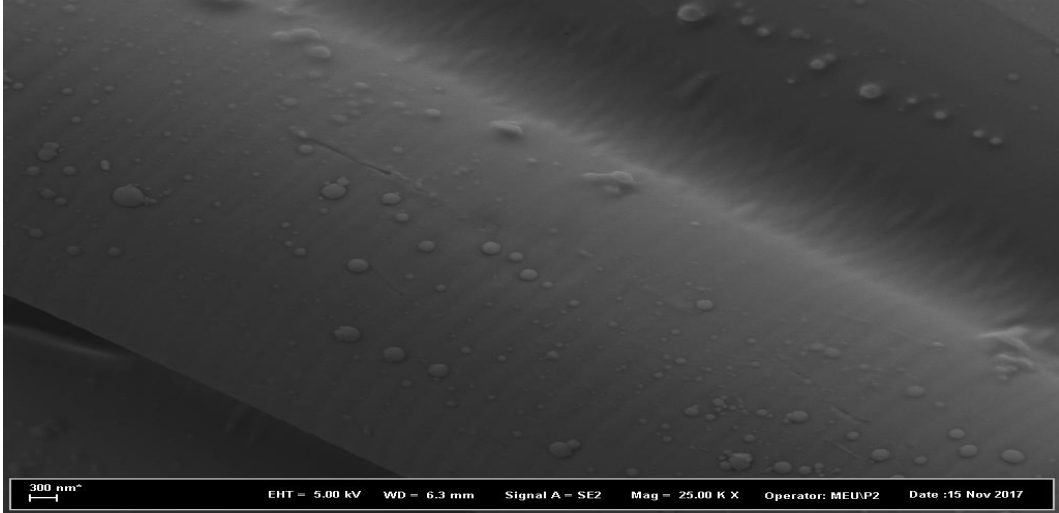
Aşağıdaki görüntülerde, uçucu yağ içermeyen sargı bezi örneğinin (Şekil 4.19) ve %22,7 oranında karanfil (Şekil 4.20), tarçın (Şekil 4.21) uçucu yağı içeren sargı bezlerinin 25.00 K X oranında büyütülmüş olan SEM görüntüleri verilmiştir.



Şekil 4.19. Uçucu yağ içermeyen sargı bezinin 25.00 K X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü



Şekil 4.20. Karanfil uçucu yağı içeren sargı bezinin 25.00 K X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü



Şekil 4.21. Tarçın uçucu yağı içeren sargı bezinin 25.00 K X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü

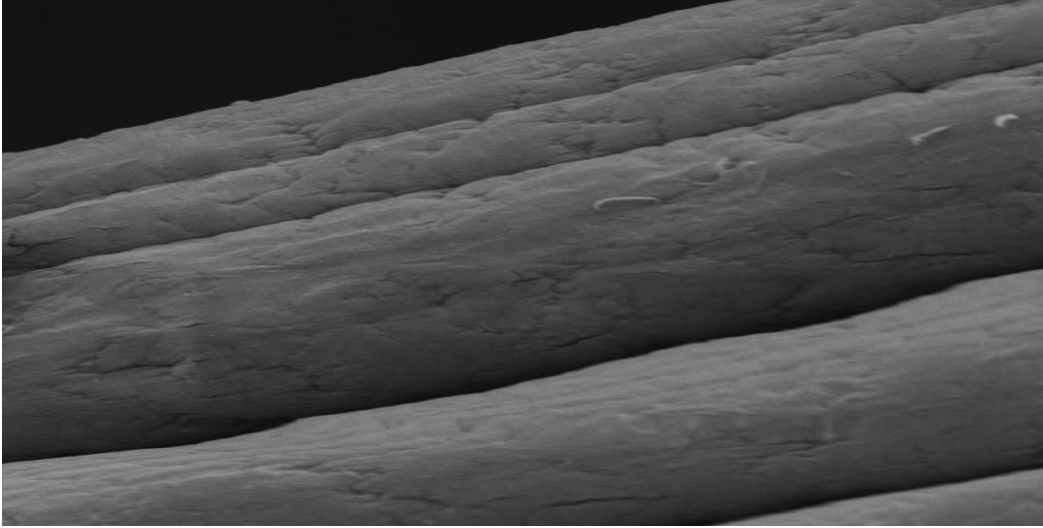
Elde edilen bu görüntülere uçucu yağ içermeyen sargı bezi görüntüsünde (Şekil 4.19), sadece nonwoven sargı bezini oluşturan lifler görülmüştür. Yüzeyle ya da lif aralarında damlacık veya kabartı görülmemektedir.

Karanfil uçucu yağı içeren örnekte ise (Şekil 4.20), uçucu yağların genel olarak liflerin içine nüfuz ettiği, ancak bazı uçucu yağların damlacık veya kabartı olarak yüzeyde kaldığı görülmektedir.

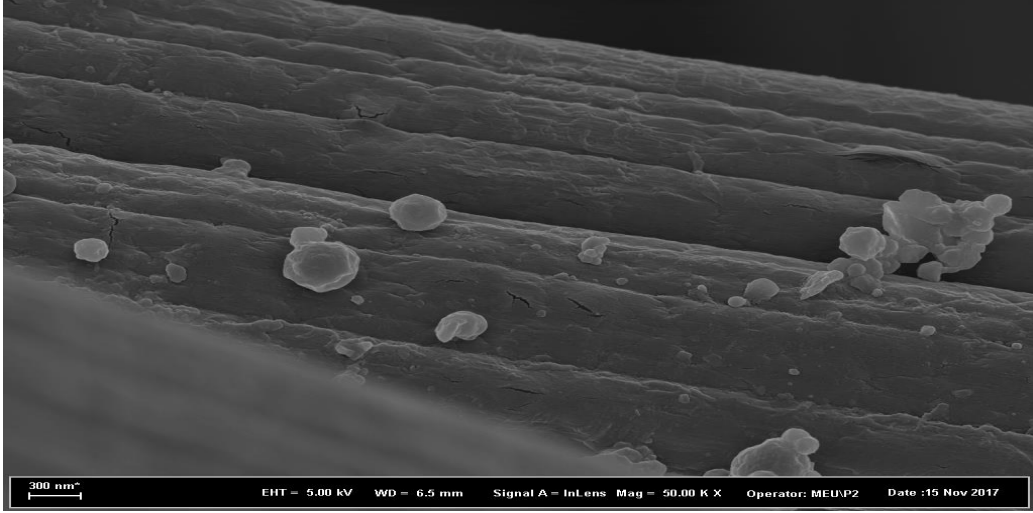
Tarçın uçucu yağı içeren örnekte (Şekil 4.21), karanfil uçucu yağı içeren sargı bezine göre uçucu yağların daha homojen bir yapıda olduğu ve lif içerisine nüfuz ettiği görülmektedir.

Ayrıca karanfil (Şekil 4.20) ve tarçın (Şekil 4.21) uçucu yağı içeren her iki örnekte de görüldüğü gibi, yüzeye tutunan ya da liflerin içine nüfuz eden parçacık boyutları farklılık göstermiştir.

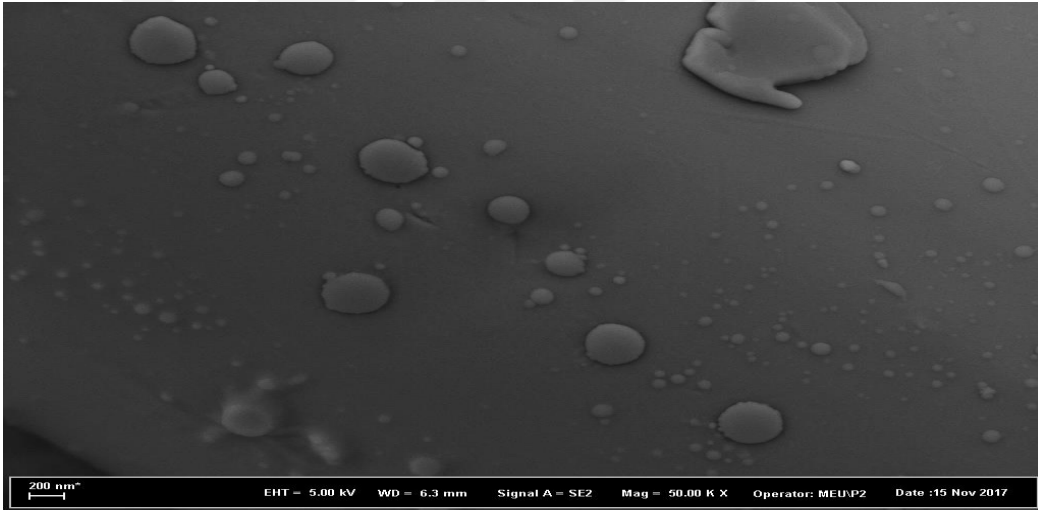
Aşağıdaki görüntülerde, uçucu yağ içermeyen sargı bezi örneğinin (Şekil 4.22) ve %22,7 oranında karanfil (Şekil 4.23), tarçın (Şekil 4.24) uçucu yağı içeren sargı bezlerinin 50.00 K X oranında büyütülmüş olan SEM görüntüleri verilmiştir.



Şekil 4.22. Uçucu yağ içermeyen sargı bezinin 50.00 K X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü



Şekil 4.23. Karanfil uçucu yağı içeren sarğı bezinin 50.00 K X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü



Şekil 4.24. Tarçın uçucu yağı içeren sarğı bezinin 50.00 X oranında büyütülmüş SEM görüntüsü

Elde edilen bu görüntülere uçucu yağ içermeyen sarğı bezi görüntüsünde (Şekil 4.22), sadece nonwoven sarğı bezini oluşturan lifler görülmüştür. Yüzeyde ya da lif aralarında damlacık veya kabartı görülmemektedir.

Karanfil uçucu yağı içeren örnekte ise (Şekil 4.23), uçucu yağların genel olarak liflerin içine nüfuz ettiği, ancak bazı uçucu yağların damlacık veya kabartı olarak yüzeyde kaldığı görülmektedir.

Tarçın uçucu yağı içeren örnekte (Şekil 4.24), karanfil uçucu yağı içeren sargı bezine göre uçucu yağların daha homojen bir yapıda olduğu ve lif içerisine nüfuz ettiği görülmektedir.

Ayrıca, karanfil (Şekil 4.23) ve tarçın (Şekil 4.24) uçucu yağı içeren her iki örnekte de görüldüğü gibi, yüzeye tutunan ya da liflerin içine nüfuz eden parçacık boyutları farklılık göstermiştir.



5. SONUÇ

Çalışmada %100 saflıkla, Çay Ağacı (*Melaleuca alternifolia* L.), Karanfil (*Eugenia Caryophyllata*), Tarçın Yaprağı (*Cinnamomum Zeylanicum*), Zencefil (*Zingiber officinale*), Biberiye (*Rosmarinus Officinalis*), Limonotu (*Cymbopogon flexuosus*) uçucu yağları ve Sarı Kantaron (*Hypericum perforatum*) bitkisel sabit yağı ticari bir firmadan temin edilmiştir. Uçucu yağların GC-MS analiz sonuçları ile birlikte bu yağlara antibakteriyel özellik kazandıran bileşenler belirlenmiştir. Ardından disk difüzyon antibakteriyel aktivite testi metoduna göre 6 mm çapındaki disklere 5 µl ve 10 µl miktarında uçucu yağ emdirilerek gram pozitif bakteri türü olan *S. aureus* ve gram negatif bakteri türü olan *E. coli* bakterilerine karşı antibakteriyel aktiviteleri belirlenmiştir. Bu sonuca göre en iyi antibakteriyel aktiviteyi *E. coli* bakterisine karşı sırasıyla; çay ağacı, karanfil ve biberiye uçucu yağları gösterirken diğer uçucu yağlarda antibakteriyel aktivite gözlenmemiştir. *S. aureus* bakterisine karşı ise sırasıyla en iyi antibakteriyel aktiviteyi; karanfil, tarçın, çay ağacı ve biberiye uçucu yağları göstermiş, diğer uçucu yağlarda herhangi bir antibakteriyel etki gözlenmemiştir. Çalışmanın devamında ise söz konusu yağlar, ticari olarak satılan %100 pamuk ipliğinden oluşan nonwoven ve dokuma sargı bezlerine, emdirme-kurutma-bekletme esasına göre applike edilmiştir. Sargı bezine aplikasyon işleminde; iyi derecede antibakteriyel aktivitesi gözlenen çay ağacı, karanfil, tarçın ve biberiye uçucu yağları kullanılmıştır. Zencefil, sarı kantaron ve limonotu yağları; yağlara yapılan disk difüzyon antibakteriyel aktivite testinde herhangi bir etki göstermemeleri nedeniyle, sargı bezine aplikasyon işlemine, bu yağlar dahil edilmemiştir. Emdirme işlemi denemeleri sırasında; normal sargı bezinin yüksek gözenekli yapısı nedeniyle, emiciliğinin oldukça düşük olduğu görülmüş ve bu nedenle çalışmaya nonwoven sargı bezleri ile devam edilmiştir. Emdirme-kurutma-bekletme metodu ile sırasıyla %5, %15 ve %22,7 oranında uçucu yağ emdirilen sargı bezlerinin antibakteriyel aktivite testleri, tekstil kumaşlarının antibakteriyel aktivitesinde çokça kullanılan AATCC 147 test metoduna göre gerçekleştirilmiştir.

Sargı bezlerine applike edilen %5'lik uçucu yağ kullanımında; yağ türüne bağlı olmaksızın, hiçbir sargı bezinde antibakteriyel özellik gözlenmemiştir.

Sargı bezine emdirilen karanfil uçucu yağının, %15 ve %22,7 oranında kullanılması sargı bezinin *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel aktivitesinde herhangi bir değişime sebep olmamış ve her iki oranın da, aynı etkiyi verdiği gözlenmiştir. Sargı bezine applike edilen uçucu yağ miktarının artmasıyla birlikte *S. aureus* bakterisine karşı ise antibakteriyel aktivitesinin arttığı görülmüştür.

Benzer şekilde, sargı bezine emdirilen tarçın uçucu yağının, %15 ve %22,7 oranında kullanılması sargı bezinin *E. coli* bakterisine karşı antibakteriyel aktivitesinde herhangi bir değişime sebep olmamış ve her iki oranın da, aynı etkiyi verdiği gözlemlenmiştir. Sargı bezine applike edilen uçucu yağ miktarının artmasıyla birlikte *S. aureus* bakterisine karşı ise antibakteriyel aktivite belirli ölçüde artmıştır.

Sargı bezine emdirilen çay ağacı uçucu yağının ise, *E. coli* bakterisine karşı kullanılan miktarının artırılması antibakteriyel aktiviteyi olumlu yönde etkilemiştir. Ancak applike edilen uçucu yağ miktarı *S. aureus* bakterisine karşı, gözle görülür bir antibakteriyel aktivite artışına sebep olmamıştır.

Son olarak, sargı bezine emdirilen biberiye uçucu yağının, hem *E. coli* hem de *S. aureus* bakterileri karşısında kullanılan numune boyutu olan 25 mm boyutunda bir antibakteriyel aktivite oluşturduğu gözlenirken, kumaş etrafında antibakteriyel alan oluşmamıştır.

Bu sonuçlarla birlikte, %15 oranında uçucu yağ ile işlem görmüş sargı bezlerinin, *E. coli* bakterisi karşısında en iyi antibakteriyel aktivite değerinin karanfil ve tarçın yağı içeren sargı bezlerine ait olduğu görülmüştür. Çay ağacı ve biberiye yağı içeren sargı bezlerinin ise, birbirleri ile benzer antibakteriyel aktivite değerine sahip olduğu gözlenmiştir. %22,7 oranında uçucu yağ içeren sargı bezlerinde ise, *E. coli* bakterisine karşı en iyi aktivite değerini, çay ağacı yağı içeren sargı bezi göstermiştir. Karanfil ve tarçın uçucu yağı içeren sargı bezlerinin ise yine birbirleri ile benzer aktivite değerlerine sahip olduğu görülmüştür.

S. aureus bakterisine karşı ise, %15 oranında uçucu yağ kullanımında en iyi antibakteriyel aktiviteyi sırasıyla; karanfil, tarçın, çay ağacı ve biberiye uçucu yağı içeren sargı bezleri göstermiştir. %22,7 oranında yağ kullanımında ise yine bu sıralama değişmemiştir.

Çalışma kapsamında kullanılan yağların, antibakteriyel aktivitesi konusunda daha önce çalışmalar yapılmış ancak bu çalışmalar tıbbi tekstiller alanında sınırlı kalmıştır. Yüksek emiciliğe sahip olan Nonwoven sargı bezlerine bu çalışma sayesinde ilk kez uygulanmıştır.

En iyi antibakteriyel aktivite değerine sahip olduğu belirlenen karanfil ve tarçın uçucu yağı içeren sargı bezleri SEM analizi ile görüntülenmiştir. Ayrıca uçucu yağ içermeyen sargı bezinden de görüntüler alınarak karşılaştırma yapılmıştır. Buna göre; karanfil ve tarçın uçucu yağı içeren sargı bezleri 200 X, 10.00 K X, 25.00 K X ve 50.00 K X oranında büyütülerek görüntülenmiş ve uçucu yağların lif içerisine ve yüzeyine tutunduğu görülmüştür. Tarçın uçucu yağının, lif yüzeyine ve aralarına, karanfil uçucu yağına göre daha iyi nüfuz ettiği görülmüştür. Nihai ürün, tıbbi alanda kullanılmak üzere tek kullanımlık bir ürün olacağı için, yıkama işleminin uygulanmasına gerek duyulmamıştır. Bu nedenle yüzeye ve lif aralarına tutunmuş olan yağlar da görüntülenebilmiştir.

Çalışma sonucunda üretilen Nonwoven sargı bezlerinin, emiciliklerinin yüksek olması ve güzel kokuya sahip olmaları, hem yaradan kaynaklanan kötü kokuyu azaltacak hem de içerdiği antibakteriyel aktivite sayesinde oluşabilecek enfeksiyonu engelleyecektir. Böylece, tıbbi kullanıma yönelik bir ürün geliştirilmiş bulunmaktadır.

Ayrıca hiçbir kimyasal madde içermeyen ve vücuda zararı olmayan doğal aromatik yağların kullanımının, doğal yağların ticarileşmesi anlamında literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bitkilerin tekstilde kullanımını artırmak açısından da önem arz etmektedir.

Dört farklı uçucu yağın sargı bezlerine emdirilmesiyle birlikte kullanıcı açısından ürün çeşitliliği oluşacak ve farklı türde koku içeren ürün tercihi sağlanmış olacaktır.

Son olarak; katma değeri yüksek, düşük maliyetli ve basit bir işlem akışı esasına dayanarak gerçekleştirilen bu çalışmanın; antibakteriyel aktivite istenen başta hastanelerde kullanılan çarşaf, ameliyat iplikleri, hasta bakıcı önlükleri gibi ürünlerin geliştirilmesi amaçlanan ileriki çalışmalara zemin oluşturacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akalın, M., 2005. Tekstilde Yeni Ufuklar, Teknik Tekstil, *Teknik Tekstiller: Tanımı, Kapsamı, Uygulama Alanları*. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, 31, 14-18, İstanbul.
- Adukwu, E.C., Bowles, M., Jones, V.E., Bone, H., 2016. Antimicrobial activity, cytotoxicity and chemical analysis of lemongrass essential oil (*Cymbopogon flexuosus*) and pure citral. *Applied Microbiology Biotechnology*, 9619–9627.
- Akgül, A., 1993. Baharat Bilimi ve Teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği*, 15. Ankara, 451.
- Akyüz, E., 2007. Polygonum bistorta ssp. carneum bitki ekstraktının kromatografik yöntemlerle kimyasal bileşiminin belirlenmesi ve antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri, Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.
- Alay, S., 2010. Isıl Enerji Depolama Özellikli Mikrokapsüller İçeren Akıllı Tekstil Ürünlerinin Geliştirilmesi, Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye.
- Altan, A., Damlar, İ., Aras, M.H., Alpaslan, C., 2015. Sarı Kantaronun (*Hypericum Perforatum*) Yara İyileşmesi Üzerine Etkisi. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 24(4), 578-591.
- 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.
- Aybakır, Y.M., 2015. Baharatın Antimikrobiyel Etkisinin Engeller Teknolojisi Kapsamında İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.
- Bachir, G.R., 2017. Evaluation of antibacterial activity of essential oil from Algerian Pistacia lentiscus resin. *Journal of Medicinal Botany*, 1, 08-14.
- Bağcıvan, G., Daşkın, R., 2014. Bazı Dianthus L. (Karanfil) Türlerinin Etnobotanik Özellikleri, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, *II. Tıbbi Ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu*, 560-565.
- Bal, Y., 2001. Bitkilerden etken madde izolasyonu ve özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye.
- Başer, H.C., 2013. Zencefil (*Zingiber officinale* Roscoe). *Bağbahçe Dergisi*, 48.

- Başer, H.C., 2007. Sarı Kantaron (*Hypericum perforatum* L.). *Bağbahçe Dergisi*, 13.
- Başıoğul, N., 2012. Şifanın Bileđi "Karanfil" - Nazan Başıoğul (Tabiat Eczanesinden Reçeteler), <http://www.hakaynasi.com>.
- Bekki, S., 2010. Kekik yağı, Yaban Mersini Suu, Lahana Suyu ve Brokoli Suyunun in Vitro Koşullarda Antibakteriyel ve Sitotoksik Etkilerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi. Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sivas, Türkiye.
- Belgüzar, S., Yılar, M., Yanar, Y., Kadiođlu, İ., Dođar, G., 2016. *Thymus vulgaris* L. (Kekik) Ekstrakt ve Uçucu Yağının *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* Üzerine Antibakteriyel Etkisi. *Turkish Journal of Weed Science*, 19(2), 20- 27.
- Biçer, A., Özkan, G., Ergen, A., 2003. Lavanta bitkisi çiçeklerinden süperkritik CO2 ile uçucu yağların ekstraksiyonuna basıncın etkisi. *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi*, 16(4), 717-723.
- Bozin, B., Mimica, Dukic N., Samojlık, I., Jovın, E., 2007. Antimicrobial and Antioxidant Properties of Rosemary and Sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., Lamiaceae) Essential Oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(19), 7879–7885..
- Bulut, Y., Sular, V., 2010. Kaplama veya Laminasyon Teknikleri ile Üretilen Kumaşların Genel Özellikleri ve Performans Testleri. *Tekstil ve Mühendis*, 15(1), 70-71.
- Calcabrini, A., Stringaro, A., Toccaceli, L., Meschini, S., Marra, M., Colone, M., Salvatore, G., Mondello, F., Arancia, G., Molinari, A., 2004. Terpinen-4-ol, the main component of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil inhibits the in vitro growth of human melanoma. *Journal of Investigative Dermatology*, 122, 349-360.
- Canoğlu, S., Yükseloğlu, S.M., 2006. Sağlık Tekstilleri 1: Biyomedikal Uygulamalarda Kullanılan Tekstiller.
- Carson, C.F., Hammer, K.A., Riley, T.V., 2006. *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) Oil: a Review of Antimicrobial and Other Medicinal Properties. *Clinical Microbiology Reviews*, 19.
- Champagne, C.P., Fustier, P., 2007. Microencapsulation for the improved delivery of bioactive compounds into foods. *Current Opinion in Biotechnology*, 18(2), 184-190.
- Cireli, A., Kılıç, B., Sarışık, M., Okur, A., 2007. Tıbbi Tekstiller ve Test Yöntemleri, Paketleme Malzemelerinde TSE Standartları. 5. *Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi*, Antalya, 153-168.

- Crockett, S.L., 2010. Essential Oil and Volatile Components of the Genus *Hypericum* (Hypericaceae). *Natural Product Communications*, 1493–1506.
- Çakır, T.N., Kaleağası, S., Kökdil G., 2005. Umut Vaat Eden Bir Antimikrobiyal: Tea Tree Oil (Çay Ağacı Yağı). *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 34(4), 315–327.
- Çakır, A., Yıldırım, S., 2008. Dentin bağlayıcı sistemlerin antibakteriyel özelliklerinin değerlendirilmesi için kullanılan in vitro yöntemler. *Selçuk Üniversitesi, Diş hekimliği Fakültesi Dergisi*, 17, 141-145.
- Çelikkanat A, B., 2002. Teknik Tekstiller, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Çelik, E., Çelik, G.Y., 2007. Bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal özellikleri. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 5(2), 1-6.
- Derwich, E., Benziane, Z., Chabir, R., Taouil, R., 2011. In Vitro Antibacterial Activity and Gc/Ms Analysis of The Essential Oil Extract of Leaves of *Rosmarinus Officinalis* Grown in Morocco. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 3, 3.
- Dhanik, J., Arya, N., Nand, V., 2017. A Review on *Zingiber officinale*. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(3), 174-184.
- El-Baroty, G.S., Abd El-Baky, H.H., Farag, R.S., Saleh, M.A., 2010. Characterization of antioxidant and antimicrobial compounds of cinnamon and ginger essential oils. *African Journal of Biochemistry Research*, 4(6), 167-174.
- Evren, M. ve Tekgüler, B., 2011. Uçucu Yağların Antimikrobiyel Özellikleri. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 9(3): 28-40.
- Erdoğan A. E, Everest A., 2013. Antimikrobiyal Ajan Olarak Bitki Bileşenleri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 6 (2), 27-32.
- Eyüpoğlu, Ş., Kut, D., 2016. Mikrokapsülasyon Teknolojisi ve Tekstil Sektöründe Kullanımı. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 29, 09-28.
- Fadhel, B.B., Aissi, A., Ladhari, N., Deghrigue, M., Chemli, R., Joly, P.J., 2012. Antibacterial Effects of Two Tunisian Eucalyptus Leaf Extracts on Wool and Cotton Fabrics. *The Journal of The Textile Institute*, 103(11), 1197-1204.
- Foroughi, A., Pournaghi, P., Zhaleh, M., Zangeneh, A., Zangeneh, M.M., Moradi, R., 2016. Antibacterial Activity and Phytochemical Screening of Essential Oil of *Foeniculum vulgare*. *International Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 8(11), 1505-1509.

- Fitzpatrick, M., 2010. Antimicrobial Action of Tea Tree Oil (*Melaleuca Alternifolia*) on Five Common Bacteria. *Biology*, 212.
- Gezgin, D., 2006. Bitki Mitosları. Sel Yayıncılık.
- Ganesan, P., Tamil Selvi, C., 2012. Microencapsulation of copper enriched herbals for curative garments. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 11(3), 532-536.
- Ganesan, P., Ramachandran, T., Karthik, T., Vavidu, P.K., 2013. Extraction of Copper Enriched Seeds for Healthcare Textiles. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 38(3), 313-316.
- Ghosh, S.K., 2006. Functional Coatings and Microencapsulation: *Functional Coatings and Microencapsulation: A General Perspective*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA, 1-28.
- Gökalp, F., 2015. The Investigation Thermodynamical Properties of Carnosic Acid and Carnosol In Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) by Using Hf (Hartre-Fock) as Theoretical. *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 33(3), 417-419.
- Gürson, O., Özçelikay, G., 2005. Tarçın'ın Tarih Boyunca ve Günümüzdeki Kullanımı. *Ankara Üniversitesi Osmanlı Tarihi Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 18.
- Hanna J. R., Giacobelli J.A., 1997. A Review of Wound Healing and Wound Dressing Products. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 36(1), 2-14.
- Hacıbektaşoğlu, A., Eyigün, C. P. ve Özsoy, M.F., 1993. Gıda elleyicilerinde burun ve boğaz portörlüğü. *Mikrobiyoloji Bülteni*, 27, 62-70.
- Hacıoğlu, Ö., 2005. Achillea (Anthemideae) cinsi Filipendulinae ve Santolinoidea sekiyonunlarına ait yedi türün uçucu yağ kompozisyonları ve antimikrobiyal aktivite özellikleri, Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, Türkiye.
- Hammer, K.A, Carson, C.F., Riley, T.V., 2012. Effects of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) essential oil and the major monoterpene component terpinen-4-ol on the development of single- and multi-step antibiotic resistance and antimicrobial susceptibility. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 56, 909-915.
- Hemalatha, R., Nivetha, P., Mohanapriya, C., Sharmila, G., Muthukumar, C., Gopinath, P., 2016. Phytochemical composition, GC-MS analysis, in vitro antioxidant and antibacterial potential of clove flower bud (*Eugenia caryophyllus*) methanolic extract. *Journal Food Science Technology*, 1189-1198.

- Hsane, S., Charof, R., Qunine, K., 2017. Evaluation of Antibacterial Activity of Essential Oil of Cinnamomum Zeylanicum, Eugenia Caryophyllata, and Rosmarinus Officinalis Against Streptococcus Oralis. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 10(5), 410-412.
- Ivanova, T., Ivanov, R., 2016. In vitro study of biological activity essential Oil of Origanum vulgare L. subsp. vulgare L. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 8(7), 958-962.
- Jothi, D., 2009. Experimental Study on Antimicrobial Activity of Cotton Fabric Treated With Aloe Gel Extract From Aloe Vera Plant for Controlling the Staphylococcus aureus (bacterium). *African Journal of Microbiological Research*, 3(5), 228-232.
- Jyothi, N.V.N., Prasanna, P.M., Sakarkar, S.N., Prabha, K.S., Ramaiah, P.S., Srawan, G., 2010. Microencapsulation Techniques, Factors Influencing Encapsulation Efficiency. *Journal of Microencapsulation*, 27(3), 187-197.
- Kahraman A., 2009. Teknik Tekstiller Genel ve Güncel Bilgiler, *Müsiad Araştırma Raporları*: 58.
- Kalkancı, M., 2011. Antibakteriyel Özellikleri Geliştirilmiş Kumaşlardan Prototip Hastane Giysisi Üretimi, Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye.
- Karagönlü, S., 2011. Medikal Tekstil Uygulamaları İçin Antibakteriyel Ajan İçeren Mikrokapsüllerin Hazırlanması / Preparation of Antibacterial Agent Loaded Microcapsules for Medical Textile Applications, Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- Karaoğlu E, Ertaş M, Altuntaş E, Alma M. H., 2012. Karadeniz ve Akdeniz Bölgesinde Yetişen Defne (Laurus nobilis)"nin Kimyasal İçeriği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 74-77.
- Krasaekoopt, W., Bhandari, B., Deeth, H., 2003. Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt. *International Dairy Journal*, 13, 3–13.
- Koç, M., Sakin, M., Ertekin, F., 2010. Mikroenkapsülasyon ve gıda teknolojisinde kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1), 77-86.
- Kut, D., 2011. Fonksiyonel bitim işlemleri, Fonsiyonel Bitim İşlemleri Ders Notları.
- Lee, C.J., Chen, L.W., Chen, L.G., Chang, T.L., Huang, C.W., Huang, M.C., Wang, C.C., 2013. Correlations of the components of tea tree oil with its antibacterial effects and skin irritation. *Journal of food and drug analysis*, 21, 169-176.
- Livermore, D.M., 2000. Antibiotic Resistance in Staphylococci. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 16, 3-10.

- 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.
- Mahmoud, M.A., Mohammad, A.Y., Abdalaziz, M.N., 2017. GC-MS Analysis and Antimicrobial Screening of Essential Oil from Lemongrass (*Cymbopogon citratus*). *International Journal of Pharmacy and Chemistry*, 72-76.
- Murray, M.T., 1991. The Healing Power of Herbs. *Prima Publishing*, USA, 218.
- Messenger, S., Hammer, K.A., Carson, C.F., Riley, T.V., 2005. Assessment of the antibacterial activity of tea tree oil using the European EN 1276 and EN 12054 standard suspension tests. *Journal of Hospital Infection*, 59, 113-125.
- Mostafa, A.A., Al-Askar, A.A., Almaary, K.S., Dawoud, T.M., Sholkamy, E.N., Bakri, M.M., 2017. Antimicrobial activity of some plant extracts against bacterial strains causing food poisoning diseases. *Saudi Journal of Biological Sciences*, (in press).
- Nail, M.I., Fomda, A.B., Jaykumar, E., Bhat, J.A., 2010. Antibacterial activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) oil against some selected pathogenic bacterias. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 535-538.
- Nabavi, F.S., Lorenzo, A.D., Izadi, M., Sanchez, S.E., Daglia, M., Nabavi, M.S., 2015. Antibacterial Effects of Cinnamon: From Farm to Food. *Cosmetic and Pharmaceutical Industries, Nutrients*, 7(9), 7729-7748.
- Nelson, G., 2002. Application of microencapsulation in textiles. *International Journal of Pharmaceutics*, 242, 55-62.
- Öntaş, C., Baba, E., Öztürk, M., Küçükaydın, S., Kaplaner, E., Ercan, M.D., 2016. Antibacterial Activity of Citrus limon Peel Essential Oil and *Argania spinosa* Oil Against Fish Pathogenic Bacteria. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi* 22(5), 741-749.
- Öncül, O., Erdemoğlu, A., Özsoy, M.F., Altunay, H., Ertem, Z. ve Çavuşoğlu, Ş., 2002. Hastane personelinde nasal *Staphylococcus aureus* taşıyıcılığı. *Klinik Dergisi*, 15(3), 74-77.
- Özdizdar, A., 2004. Teknik Tekstil Sektör Araştırması, *İstanbul Ticaret Odası*, 32.
- Öztürk, H., 2009. *Jurinea Consanguinea*'nın antioksidan ve antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, Türkiye.

- Palamutcu, S., Keskin, R., Devrent, N., Sengül, M., Hasçelik, B., 2009. Fonksiyonel Tekstiller II : Antimikrobiyal Tekstiller. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3(3), 95-108.
- Pesavento, G., Ducci, B., Comodo, N. ve Lo Nostro, A., 2007. Antimicrobial resistance orofile of Staphylococcus aureus isolated from raw meat: A research for methicillin resistant Staphylococcus aureus (MRSA). *Food Control*, 18(3), 196-200.
- 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.
- Ramya, K., Maheshwari, V., 2013. Analysis of the Antimicrobial Efficacy of Bamboo/Cotton Knitted Fabric Finished with the Extracts of the Syzygium aromaticum Buds. *Textile Science Engineering*, 3, 134.
- Re, M.I., 1998. Microencapsulation by spray drying. *Drying Technology*, 16(6), 1195-1236.
- Sales, J.A., Shahniyani, A., Fathi, R., Malekzadeh, P., Mobaiyen, P., Bonab, F.R., 2017. Evaluation of Antibacterial Activity of Essential Oil of Ziziphora clinopodioides and Achillea wilhelmsii on Antibiotic-resistant Strains of Staphylococcus aureus. *Internal medicine and medical investigation*, 2(2), 49-56.
- Sathianarayanan, M., Bhat, N., Kokate, S., Walunj, V., 2010. Antibacterial Finish for Cotton Fabric from Herbal Products. *Indian Journal of Fibre & textile Research*, 35(1), 50.
- 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.
- Süpüren,G., Çay,A., Kanat, E., Tarakçioğlu, I., 2006. Antimikrobiyal Lifler. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 80.
- Saddiqe Z, Naeem I, Maimoona A. 2010. A review of the antibacterial activity of Hypericum perforatum L. *Journal of Ethnopharmacology*, 131, 511-21.
- Süntar, İ., Oyardı, Ö., Akkol, K.E., Özçelik, B., 2015. Antimicrobial effect of the extracts from Hypericum perforatum against oral bacteria and biofilm formation. *Pharmaceutical Biology*, 54(6), 1065–1070.
- Sunilson, J.A.J., Suraj, R., Rejitha, G., Anandarajagopa, K., 2009. In vitro antibacterial evaluation of Zingiber officinale, Curcuma longa and Alpinia galangal extracts as natural foods preservatives. *American Journal of Food Technology*. 4(5), 192-200.

- Sumithra, M., Raaja, N.V., 2012, Antibacterial Efficacy Analysis of Ricinus communis, Senna auriculata and Euphorbia hirta Extract Treated on the Four Variant of Denim Fabric against Escherichia coli and Staphylococcus aureus. *Journal of Textile Science & Engineering*, 02(03).
- Şen, C., 2011. Hibiscus Sabdariffa L. Bitkisinin Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitesinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, Türkiye.
- Şener, N., Özkinalı, S., Gür, M., Güney, K., Özkan, O.E., Khalifa, M.M., 2017. Determination of Antimicrobial Activity and Chemical Composition of Pimento & Ginger Essential Oil. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 51, 230-233.
- Toroğlu, S., Çenet, M., 2006. Tedavi amaçlı kullanılan bazı bitkilerin kullanım alanları ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi için kullanılan metodlar. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(2), 12-20.
- Thiry M.C., 2001: Small Game Hunting: Antimicrobials Take The Field, ATCC, November, 11-6.
- Tübitak, 2003. Vizyon 2023 Teknoloji Öngörüsü Projesi Raporu. *Tekstil Paneli*.
- Tanker, N., Koyuncu, M., Coşkun M., 2007. Farmasötik Botanik. *Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Yayınları*, 93, Ankara. 458.
- Tolga, A., 2016. Tarçının Faydaları Nelerdir, <http://www.aysetolgaiyiyasam.com/tarcinin-faydalari-nelerdir>.
- Urbaniak, A., Glowacka, A., Kowalczyk, E., Lysakowska, M., Sienkiewicz, M., 2014. The antibacterial activity of cinnamon oil on the selected gram-positive and gram-negative bacteria. *Medycyna Doswiadczalna Mikrobiologia*, 66(2), 131-141.
- Üreyen, M.E., Çavdar, A., Koparalı, S.A., Doğan, A., 2015. Yeni Geliştirilen Gümüş Katkılı Antimikrobiyal Tekstil Kimyasalı Ve Bu Kimyasal İle İşlem Görmüş Kumaşların Antibakteriyel Performansları. *The Journal of Textiles and Engineers*, 69.
- Ünal, H., 2009. Tek Kullanımlık Hidrofil ve Antibakteriyel Polipropilen Nonwoven Çarşaf Eldesi, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Vazirian, M., Kashani, S.T., Ardekani, M.R.S., Khanavi, M., Jamalifar, H., Fazali, M.H., Toosi, A.N., 2012. Antimicrobial activity of lemongrass (Cymbopogon citratus (DC) Stapf.) essential oil against food-borne pathogens added to

- cream-filled cakes and pastries. *The Journal of Essential Oil Research*, 24(6), 579–582.
- Wenqiang, G., Shufen, L., Ruixiang, Y., Shaokun, T., Can, Q., 2007. Comparison of essential oils of clove buds extracted with supercritical carbon dioxide and other three traditional extraction methods. *Food Chemistry*, 101, 1558–1564.
- Yakupoğulları, Y., Gündüz, A., Özcan, M., Doğukan, M., Seyrek, A. ve Yılmaz, M., 2006. Staphylococcus aureus suşlarının siprofloksasin, ofloksasin, levofloksasin ve moksifloksasin duyarlılıkları. *Fırat Tıp Dergisi*, 11(1), 45-47.
- Yıldırım, E., 2014. Melisa, Adaçayı Ve Nane Yağlarının Bilimsel Olarak İncelenmesi, Piyasa Analizi ve Kalite Tayini, Bitirme Ödevi. Erciyes Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Kayseri.
- Yıldız, A., Değirmencioğlu, M., 2015. Synthesis of Silver Abietate as an Antibacterial Agent for Textile Applications. *Hindawi Publishing Corporation Bioinorganic Chemistry and Applications*, 5, 1-5.
- URL-1. 2010. *Antibakteriyel Tekstiller*. www.tekstilmuhendisleri.blogspot.com. (Erişim Tarihi: 02.03.2017).
- URL-2. 2017. *Kurşun geçirmez kumaş resmi*. www.kipaş.com. (Erişim Tarihi: 02.08.2017).
- URL-3. 2017. *Su geçirmez, nefes alabilen kumaş*. www.uppa.com. (Erişim Tarihi: 02.08.2017).
- URL-4. 2009. *Hijyen ve Tıbbi Teknik Tekstiller*. www.tekstilteknik.com. (Erişim Tarihi: 11.03.2017).
- URL-5. 2007. *Tıbbi Tekstillerin Genel Üretim Şeması*. <http://www.devicelink.com>. (Erişim Tarihi: 03.04.2017).
- URL-6. 2012. *Tıbbi Tekstiler*. www.tekstilsayfasi.blogspot.com.tr (Erişim Tarihi: 11.05.2016).
- URL-7. 2017. *Staphylococcus aureus resim*. www.google.com. (Erişim Tarihi: 03.08.2017).
- URL-8. 2017. *Escherichia coli resim*. www.google.com. (Erişim Tarihi: 03.08.2017).
- URL-9. 2017. *Bitkiler*. www.sifalibitkiler.biz. (Erişim Tarihi: 03.08.2017).
- URL-10. 2013. *Limon Otu*. www.bitkiselyag.org/limon-otu-lippia-citriodora. (Erişim Tarihi: 17.07.2017).
- URL-11. 2016. *Aplikasyon*. www.wikipedi.org. (Erişim Tarihi: 01.08.2017).

URL-12. 2015. *Emdirme Yöntemi*. www.tekstiltekstil.com. (Erişim Tarihi: 26.05.2016).

URL-13. 2007. ISO 20743, Textiles – Determination of the antibacterial activity of Antibacterial Finished products, First Edition 06, 01. (Erişim Tarihi: 02.08.2017).



ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Ahmet KOYUTÜRK
Doğum Yeri ve Yılı : BURDUR / 20.03.1990



2017

Eğitim Durumu

Lise : Burdur Lisesi, 2008
Lisans : Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği, 2014
Yüksek Lisans : Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme Teknolojileri Mühendisliği, 2017

Yayınları

- 1- Tekstil Sektöründe Dendrimerlerin Kullanım Alanları ve Yeni Gelişmeler
- 2- Yara ve Yanık Tedavisinde Kullanılan Örtüler

