



**BAZI YAĞLARIN GIDA KAYNAKLI
PATOJEN BAKTERİLER
ÜZERİNDEKİ ANTİMİKROBİYAL ETKİSİ**
İLYAS GÜLDAL
YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
Doç. Dr. Şeniz Karabıyıklı
Aralık - 2019
Her hakkı saklıdır

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI YAĞLARIN GIDA KAYNAKLI PATOJEN BAKTERİLER ÜZERİNDEKİ
ANTİMİKROBİYAL ETKİSİ

İLYAS GÜLDAL

TOKAT
Aralık - 2019

Her hakkı saklıdır



Bu tez çalışması;

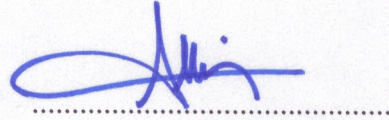
**Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından
2018/45 nolu proje ile desteklenmiştir.**

İlyas Güldal tarafından hazırlanan “Bazı Yağların Gıda Kaynaklı Patojen Bakteriler Üzerindeki Antimikrobiyel Etkisi” adlı tez çalışmasının savunma 16.12.2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

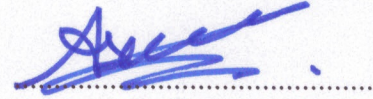
Jüri Üyeleri

İmza

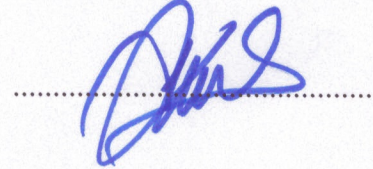
Danışman
Doç. Dr. Şeniz KARABIYIKLI



Üye
Doç. Dr. Aslıhan DEMİRDÖVEN
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi



Üye
Dr. Öğr. Üyesi Selin KALKAN
Giresun Üniversitesi

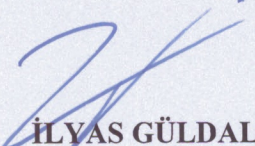


Prof. Dr. Çetin ÇEKİÇ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

20.12.2019

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.



İLYAS GÜLDAL

16 Aralık 2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI YAĞLARIN GIDA KAYNAKLI PATOJEN BAKTERİLER ÜZERİNDEKİ ANTİMİKROBİYAL ETKİSİ

İLYAS GÜLDAL

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. ŞENİZ KARABIYIKLI)

Bu çalışmada argan, bergamot, çörekotu, nar çekirdeği ve zencefil yağlarının antimikrobiyel özelliklerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda öncelikle mikrobiyel kalitesi belirlenmiş, daha sonra ise antibakteriyel özellikleri MİK testleri ile incelenmiş ve bu amaçla test kültürleri olarak *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* Thypimurium ve *Staphylococcus aureus* kullanılmıştır. Yağ örneklerinin yağ asidi kompozisyonları ve serbest yağ asitlikleri belirlenmiştir.

Çalışmanın ilk safhasında, toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam termofilik aerobik bakteri sayımı, maya ve küf sayımı, *Staphylococcus aureus* sayımı, toplam ve fekal koliform bakteri sayımı, *Escherichia coli* varlığı, *Listeria monocytogenes* varlığı, *Salmonella* varlığı tespiti analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları, <1 log kob/ml olarak tespit edilmiş ve mikroorganizmaya rastlanmamıştır.

Fizikokimyasal analizler kapsamında serbest yağ asitliği ve yağ asidi kompozisyonu yapılmıştır. Serbest yağ asitliği sonuçları oleik asit cinsinden; argan yağı, %2.28; bergamot yağı, %0.24; çörekotu yağı, %7.33; nar çekirdeği yağı, %1.50; zencefil yağı, %1.08 olarak tespit edilmiştir. Yağ asidi kompozisyonu sonuçları; argan yağı, linoleik asit (%52.15), oleik asit (%34.36); bergamot yağı, linoleik asit (%53.34), oleik asit (%30.59); çörekotu yağı, linoleik asit (%57.41), oleik asit (%23.33); nar çekirdeği yağı, linoleik asit (%47.97), oleik asit (%25.13) ve zencefil yağı, linoleik asit (%57.83), oleik asit (%28.89) olarak tespit edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda argan, bergamot, nar çekirdeği ve zencefil yağlarının test kültürleri üzerinde inhibisyon etkisi gözlemlenmemiştir. Çörekotu yağının %0.10'lik konsantrasyonda, *Bacillus cereus* ve *Staphylococcus aureus* üzerinde inhibisyon etkisi tespit edilmiştir.

Çörekotu yağının mevcut antimikrobiyel özellikleri sebebiyle gıda endüstrisinde doğal bir koruyucu olarak alternatif kullanım alanlarına sahip olabileceği düşünülmektedir.

2019, 59 SAYFA

ANAHTAR KELİMELELER: Sabit yağlar, esansiyel yağlar, antimikrobiyel bileşenler, MİK, fonksiyonel gıda bileşenleri.

ABSTRACT

MASTER THESIS

ANTIMICROBIAL EFFECT OF SOME OILS ON FOODBORNE PATHOGEN BACTERIAS

ILYAS GULDAL

TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

ASSOC. PROF. DR. SENIZ KARABIYIKLI

The aim of this study was to determine the antimicrobial properties of argan, bergamot, black cumin, pomegranate seed and ginger oils. In the scope of the study, microbial quality, physicochemical and antimicrobial properties were examined. *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* Thypimurium and *Staphylococcus aureus* were used as test cultures.

In the first phase of the study, total mesophilic aerobic bacteria, total thermophilic aerobic bacteria count, yeast and mold count, *Staphylococcus aureus* count, total and fecal coliform bacteria count, *Escherichia coli* presence, presence of *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* presence were analyzed. The results were found to be <1 log cfu / ml and no microorganism was detected.

Free fatty acid results in terms of oleic acid; argan oil, %2.28; bergamot oil, %0.24; black seed oil, %7.33; pomegranate seed oil, %1.50 and ginger oil %1.08. Fatty acid composition results; argan oil, linoleic acid (%52.15), oleic acid (%34.36); bergamot oil, linoleic acid (%53.34), oleic acid (%30.59); black seed oil, linoleic acid (%57.41), oleic acid (%23.33); pomegranate seed oil, linoleic acid (%47.97), oleic acid (%25.13) and ginger oil, linoleic acid (%57.83), oleic acid (%28.89).

As a result of the MIC analysis, no inhibitory effect of argan, bergamot, pomegranate seed and ginger oils was observed on test cultures. Inhibition effect of black seed oil on *Bacillus cereus* and *Staphylococcus aureus* was determined at a concentration of %0.10. It was concluded that black cumin oil could have alternative field of applications in food industry due to the its current antimicrobial properties.

2019, 59 PAGES

KEYWORDS: Fixed/essential oils, antimicrobial substances, mic, functional food.

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının gerçekleşmesinde bilgi ve tecrübesini esirgemeyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Şeniz KARABIYIKLI'ya her aşamada gösterdiği ilgisi, emeği ve desteği için içtenlikle teşekkür ederim.

Bu uzun süreçte maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ailem, iş arkadaşlarım ve dostlarıma destekleri ve anlayışları için teşekkür ederim.

İLYAS GÜLDAL

16 Aralık 2019

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
2.1. Çalışma Kapsamında İncelenen Yağlar ve Özellikleri.....	6
2.1.1. Argan yağı (<i>Argania spinosa</i>).....	6
2.1.2. Bergamot yağı (<i>Citrus bergamia</i>).....	7
2.1.3. Çörekotu yağı (<i>Nigella sativa</i>).....	9
2.1.4. Nar çekirdeği yağı (<i>Punica granatum</i>)	12
2.1.5. Zencefil yağı (<i>Zingiber officinale</i>).....	15
2.2. İncelenen Mikroorganizmaların Genel Özellikleri ve Sebep Oldukları Gıda Kaynaklı Hastalıklar	18
2.2.1. <i>Bacillus cereus</i>	18
2.2.2. <i>Escherichia coli</i>	19
2.2.3. <i>Listeria monocytogenes</i>	20
2.2.4. <i>Salmonella</i> spp.	21
2.2.5. <i>Staphylococcus aureus</i>	22
2.3. Antimikrobiyel Test Yöntemleri.....	23
2.3.1. Disk difüzyon.....	23
2.3.2. Minimum inhibisyon konsantrasyonu (MİK)	23
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	25
3.1. Materyal.....	25
3.1.1. Test kültürleri.....	25
3.1.2. Yağlar.....	25

3.2. Yöntem	25
3.2.1. Çalışmada kullanılan yağların % serbest yağ asitliği değerlerinin belirlenmesi. .	26
3.2.2. Çalışmada kullanılan yağların yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi.....	26
3.2.3. Çalışmada kullanılan yağların mikrobiyolojik analizleri.....	27
3.2.4. Minimum inhibisyon konsantrasyonun (MİK) belirlenmesi	30
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	32
4.1. Çalışmada Kullanılan Yağların Mikrobiyel Kalitesinin Belirlenmesi	32
4.2. Çalışmada Kullanılan Yağların Serbest Yağ Asitliği ve Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi	33
4.3. Çalışmada Kullanılan Yağların MİK Değerlerinin Belirlenmesi	40
5. SONUÇ	51
6. KAYNAKLAR	53
7. ÖZGEÇMİŞ	58

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler

Açıklama

%	Yüzde
°C	Santigrad derece
μ	Mikro ön eki

Kısaltmalar

Açıklama

<i>B. cereus</i>	<i>Bacillus cereus</i>
BGA	Brilliant Green Agar
BGBB	Brilliant Green Bile Broth
BHIB	Brain Heart Infusion Broth
<i>B. licheniformis</i>	<i>Bacillus licheniformis</i>
BPA	Braid Parker Agar
BSA	Bismuth Sulphite Agar
<i>C. jejuni</i>	<i>Campylobacter jejuni</i>
CO ₂	Karbondioksit
DPPH	1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
ECB	<i>Escherichia coli</i> Broth
EMS	En Muhtemel Sayı
FB	Fraser Broth
g	Gram
H ₂ O ₂	Hidrojen Peroksit
HFB	Half Fraser Broth
IMViC	Indol, Metil Kırmızısı, Voges-Proskauer, Sitrat Indol Testi
kob	Koloni oluşturan birim
<i>K. pneumoniae</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>

Kısaltmalar	Açıklama
<i>L. innocua</i>	<i>Listeria innocua</i>
<i>L. monocytogenes</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>
Log	Logaritma
LSTB	Lauryl Sulphate Tryptose Broth
MBK	Minimum bakterisidal konsantrasyon
<i>M. canis</i>	<i>Mircosporum canis</i>
mg	Miligram
MİK	Minimum inhibisyon konsantrasyonu
ml	Mililitre
mm	Milimetre
<i>M. sypseum</i>	<i>Microsporum sypseum</i>
OA	Oxford Agar
PA	Palcam Agar
<i>P. aeruginosa</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
PCA	Plate Count Agar
PDA	Potato Dextrose Agar
pH	Asitlik Derecesi
PMT	Proton Motive Force
<i>P. stutzeri</i>	<i>Pseudomonas stutzeri</i>
RVSB	Rappaport-Vassiliadis Enrichment Broth
<i>S. aureus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
SCB	Selenite Cystine Broth
<i>S. cerevisiae</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>S. enteritidis</i>	<i>Salmonella enteritidis</i>
<i>S. flexneri</i>	<i>Salmonella flexneri</i>
<i>S. senftenberg</i>	<i>Salmonella senftenberg</i>
<i>S. Typhimurium</i>	<i>Salmonella Typhimurium</i>
TMAB	Toplam mezofilik aerobik bakteri
<i>T. mentagrophytes</i>	<i>Trichophyton mentagrophytes</i>
TTAB	Toplam termofilik aerobik bakteri

Kısaltmalar**Açıklama**

V. parahaemolyticus *Vibrio parahaemolyticus*



ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Esansiyel yağlarda bulunan terpenik bileşenlerin hücreye çeşitli yollardan etkisi	3
Şekil 1.2. Esansiyel yağlarda bulunan fenolik bileşenler	4
Şekil 1.3. Antibakteriyel etkinin taramalı elektron mikroskopunda görüntülenmesi (Li ve ark., 2019)	5
Şekil 4.1. Çörekotu yağının <i>B. cereus</i> üzerindeki inhibisyon etkisi	48
Şekil 4.2. Çörekotu yağının <i>S. aureus</i> üzerindeki inhibisyon etkisi	49
Şekil 4.3. Zencefil yağının <i>B. cereus</i> üzerindeki etkisi (1. kuyucuktan 8. kuyucuğa)....	50
Şekil 4.4. Nar yağının <i>B. cereus</i> üzerindeki etkisi (1. Kuyucuktan 8. kuyucuğa)	50

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. Argan yağı ve hidrojen peroksidin <i>P. aeruginosa</i> üzerindeki anti-pseudomonal etkisi.....	7
Çizelge 2.2. Limon, portakal ve bergamot yağının gaz kromatografisi sonuçları.....	8
Çizelge 2.3. Disk difüzyon (mm) sonuçları.....	8
Çizelge 2.4. Distilasyon ile elde edilen bergamot yağının MİK sonuçları.....	9
Çizelge 2.5. Çörekotu sabit yağı'nın antibakteriyel etkisi; disk difüzyon.....	10
Çizelge 2.6. Çörekotu yağının antifungal özellikleri.....	11
Çizelge 2.7. Çörekotu yağının antifungal özellikleri.....	11
Çizelge 2.8. Çörekotu ekstraktının antimaya sonuçları (mm).....	12
Çizelge 2.9. Nar kabuğu ile desteklenmiş fonksiyonel filmlerin antibakteriyel sonuçları (mm).....	13
Çizelge 2.10. Nar kabuğundan elde edilmiş unun antibakteriyel etkisi.....	14
Çizelge 2.11. Araştırmada temin edilen numunelerin özellikleri.....	14
Çizelge 2.12. Standartize edilmiş nar kabuğu ekstraktının antibakteriyel etkisi.....	15
Çizelge 2.13. Zencefil yağının antibakteriyel etkisi (Mesomo ve ark., 2013).....	16
Çizelge 2.14. Zencefil yaprağı, tohumu yağı ve tetrasiklin MİK (mg/ml) sonuçları.....	17
Çizelge 2.15. Zencefil major bileşenlerinin MİK (µl/ml) sonuçları.....	17
Çizelge 4.1. Çalışmada kullanılan yağların mikrobiyel sayım sonuçları (kob/ml).....	32
Çizelge 4.2. Çalışmada kullanılan yağların patojen testi sonuçları (kob/ml).....	33
Çizelge 4.3. Serbest yağ asitliği sonuçları.....	35
Çizelge 4.4. Argan yağı yağ asidi kompozisyonu analizi sonuçları.....	36
Çizelge 4.5. Bergamot yağı yağ asidi kompozisyonu analizi sonuçları.....	37
Çizelge 4.6. Çörekotu yağı yağ asidi kompozisyonu analizi sonuçları.....	38
Çizelge 4.7. Nar çekirdeği yağı yağ asidi kompozisyonu analizi sonuçları.....	39
Çizelge 4.8. Zencefil yağı yağ asidi kompozisyonu analizi sonuçları.....	40
Çizelge 4.9. <i>Staphylococcus aureus</i> minimum inhibisyon konsantrasyon sonuçları (1. tekerrür).....	41
Çizelge 4.10. <i>Staphylococcus aureus</i> minimum inhibisyon konsantrasyon sonuçları (2. tekerrür).....	42
Çizelge 4.11. <i>Bacillus cereus</i> minimum inhibisyon konsantrasyon sonuçları (1. tekerrür).....	43

Çizelge 4.12. <i>Bacillus cereus</i> minimum inhibisyon konsantrasyon sonuçları (2. tekerrür)	43
Çizelge 4.13. <i>Listeria monocytogenes</i> minimum inhibisyon konsantrasyon sonuçları (1. tekerrür).....	44
Çizelge 4.14. <i>Listeria monocytogenes</i> minimum inhibisyon konsantrasyon sonuçları (2. tekerrür).....	44
Çizelge 4.15. <i>Salmonella</i> Typhimurium minimum inhibisyon konsantrasyon sonuçları (1. tekerrür).....	45
Çizelge 4.16. <i>Salmonella</i> Typhimurium minimum inhibisyon konsantrasyon sonuçları (2. tekerrür).....	45
Çizelge 4.17. <i>Escherichia coli</i> minimum inhibisyon konsantrasyon sonuçları (1. tekerrür)	46
Çizelge 4.18. <i>Escherichia coli</i> minimum inhibisyon konsantrasyon sonuçları (2. tekerrür)	46
Çizelge 4.19. MİK Sonuçlarının genel değerlendirilmesi (%)	47

1. GİRİŞ

20. yüzyılın başlarında, gıda kaynaklı ölümlerin çoğunlukla patojen olan mikroorganizmaların sebep olduğu enfeksiyonel hastalıklardan kaynaklanmaktadır. Özellikle risk grubu olarak bilinen yaşlılar, kronik hastalığa sahip bireyler ve çocukların patojen mikroorganizmaların sebep olduğu hastalıklara karşı daha hassas ve dirençsiz olduğu bilinmektedir (WHO, 2002).

Patojen mikroorganizma veya ürettiği toksini barındıran gıdanın tüketimi durumunda ortaya çıkan hastalıklara “gıda kaynaklı mikrobiyel hastalıklar” ismi verilmektedir. Eğer hastalık etmeni mikroorganizmanın kendisi ise “gıda kaynaklı enfeksiyon”, mikroorganizma tarafından üretilen bir toksin ise “gıda kaynaklı intoksikasyon” olarak sınıflandırılmaktadır (Karapınar ve Gönül, 2015).

Tıbbi aromatik bitkilerden elde edilen yağlar; sabit yağlar ve esansiyel yağlar olarak iki ana grupta incelenmektedir. Sabit yağlar genelde bitkilerin yağlı tohumlarından, pres yöntemi ile elde edilmektedir. Sabit yağlar yüksek seviyede fonksiyonel özellik sahibi değildir. Ancak genel tüketim amaçlı kullanıma uygundur. Esansiyel yağlar ise, çiçek, yaprak gibi kısımlarından elde edilmektedir. Bazı bitkilerin kendine has kokusu ve aromaterapik özellikleri bulunmaktadır. Bu özellikler esansiyel yağı oluşturan kimyasal bileşenlerin kombinasyonuna ve konsantrasyonuna bağlı olmaktadır (Souza ve ark., 2005).

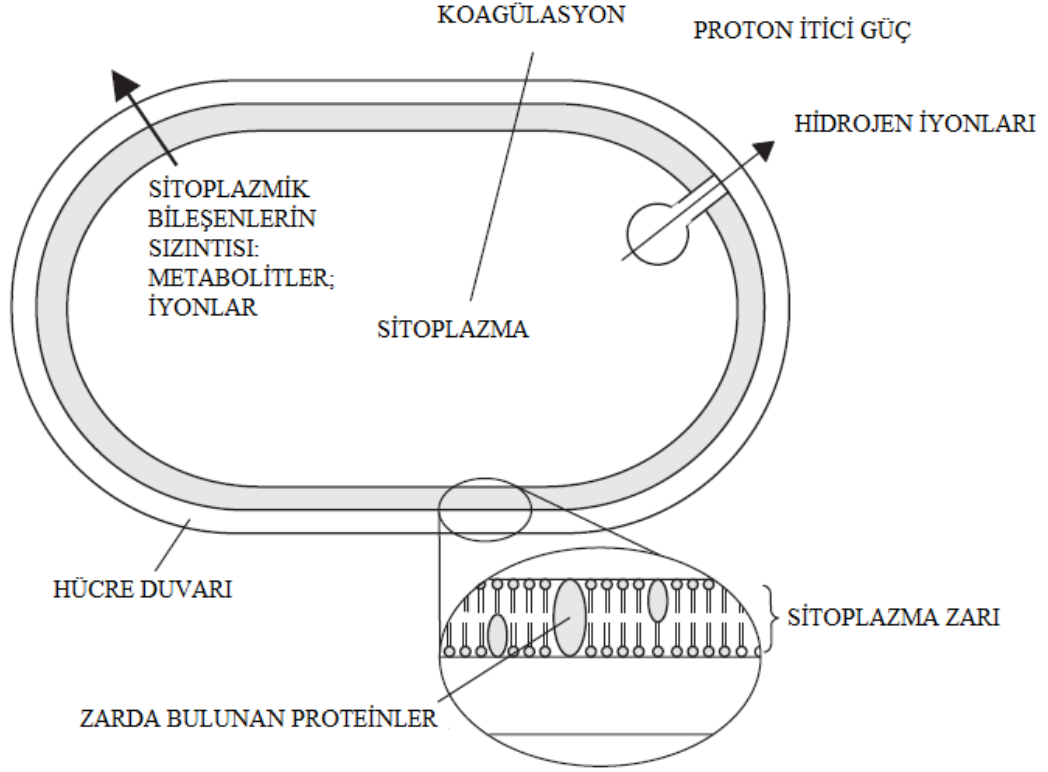
Esansiyel yağlar genellikle ekstraksiyon ve distilasyon yöntemleri ile elde edilmektedir. Hammaddenin özelliğine göre kullanılan yöntem değişiklik göstermektedir. Esansiyel yağlara fonksiyonel özellik veren bileşenler, terpenik bileşiklerdir. Monoterpenler 10 karbon atomlu, seskuiterpenler 15 karbon atomlu, diterpenler 20 karbon atomlu ve triterpenler 30 karbon atomludur. Tüm bu moleküllerin yapıtaşı ise 5 karbon atomlu izopren dir (Zeybek, 1999).

Antibakteriyel özellik gösteren bileşenler yapılarında, genel olarak hidroksil grubu barındırmaktadır. Bu bileşenler patojen bakterilerin enzimatik reaksiyonlarını etkilemesi sonucu, enzim sistemlerini aksatabilmektedir. Ayrıca ribozomal seviyede enzim sentezini engelleyebilmekte veya zarın yapısını değiştirerek hücre membranındaki yağ

ve protein yapısından oluşan fosfolipit tabakanın zayıflamasına ve seçici geçirgen yapıda aksamalara sebep olabilmektedir (Turhan, 2015).

Tıbbi aromatik bitki kökenli yağların antibakteriyel özellikleri bilinmesine rağmen, etki mekanizması yakın geçmişe kadar, detaylı olarak incelenmemiştir. Tıbbi aromatik bitkiler, çeşitlilik ve aynı türler içinde dahi var olan kemotip farklılıkları sebebiyle birçok farklı kimyasal bileşen barındırabilmektedirler. Bu göz önüne alındığında antibakteriyel etki mekanizması, tek bir özellikli modellemeye indirgenememektedir. Söz konusu etki, hücrelerin çeşitli kısımlarında meydana gelebilmektedir (Şekil 1.1). Bu etkiler bazen tek başlarına bazen de birbirlerini zincirleme etkileyen olgular olarak karşımıza çıkabilmektedirler (Dorman ve Deans, 2000).

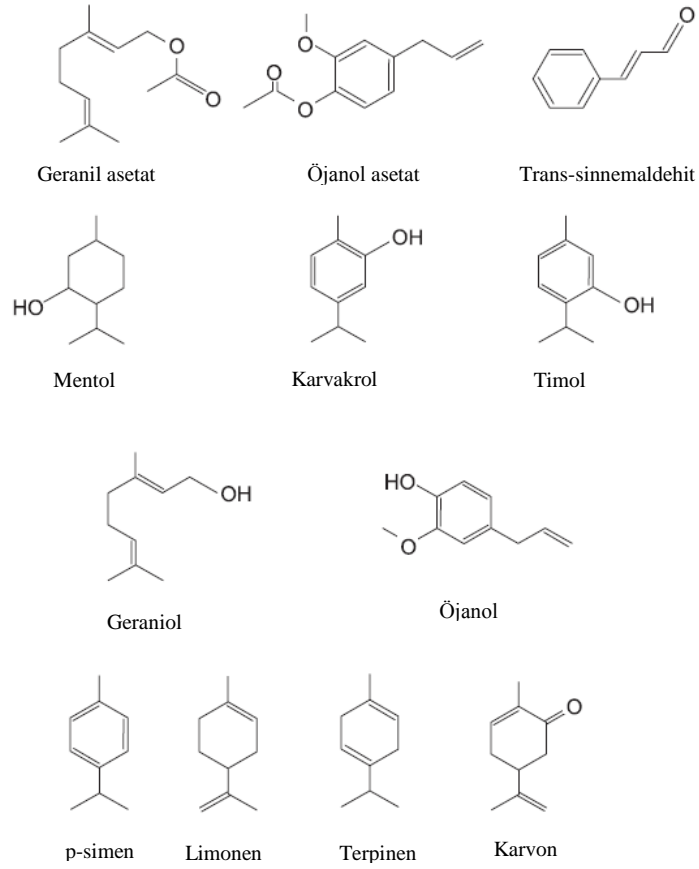
Sabit yağlardan ziyade özellikle esansiyel yağların en önemli karakteristik özelliklerinden birisi hidrofobik olmalarıdır. Bu özellik sayesinde hücre ve mitokondri zarı yapısındaki lipit bileşenlere etki edilebilirler. Zar yapısında oluşan herhangi bir zararda, zar seçici geçirgen özelliğini kaybeder; iyonlar ve yabancı maddeler hücreye sızabilmektedir. Zar yapısında gerçekleşen bu zarar ve akabinde sebep olduğu bu sızıntı hücreyi ölüme götürebilmektedir (Burt, 2004).



Şekil 1.1. Yağlarda bulunan terpenik bileşenlerin hücreye çeşitli yollardan etkisi

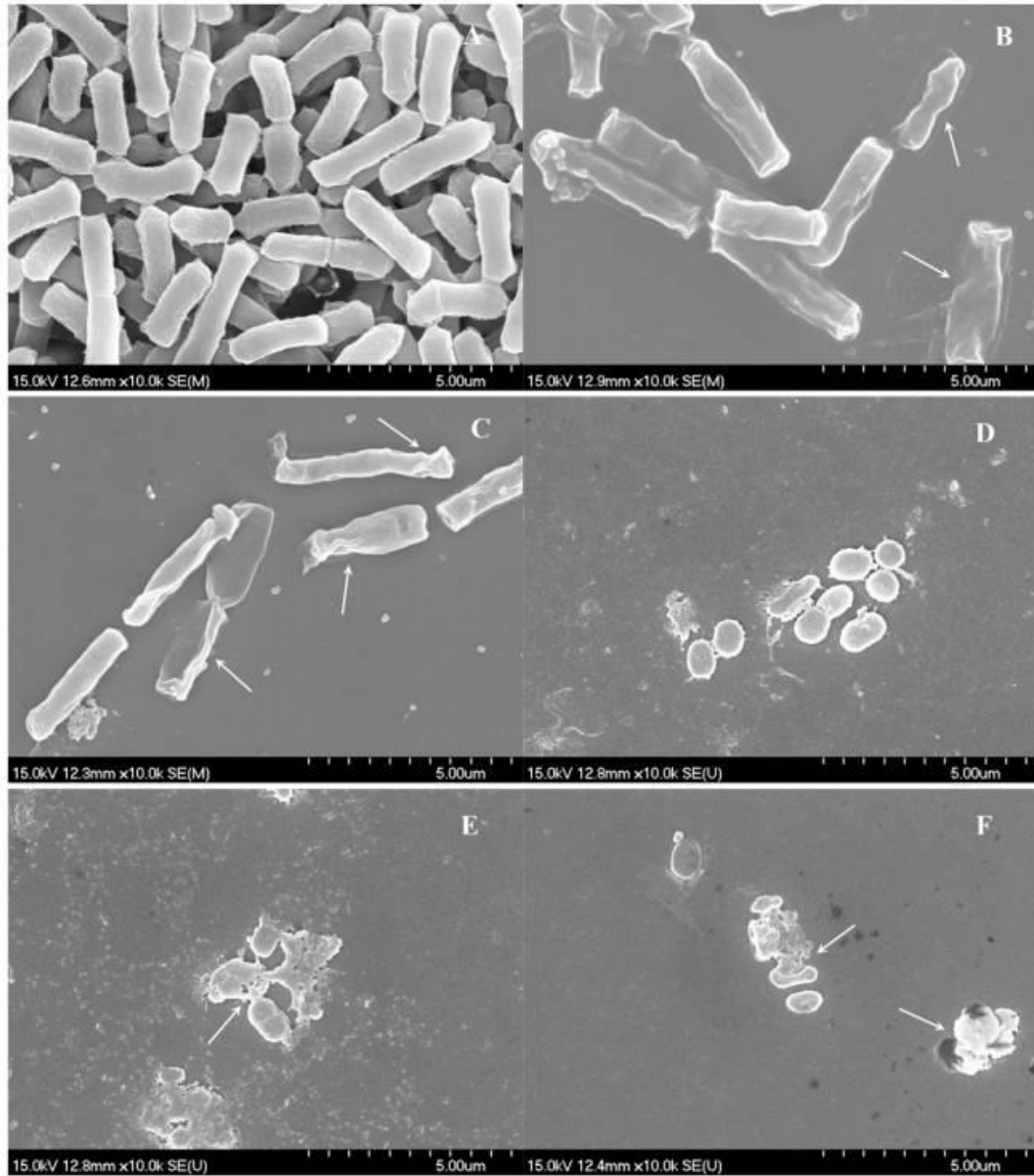
Sabit ve esansiyel yağlarda bulunan bileşenler, antibakteriyel etkinin dışında antioksidan etki gibi farklı özellikler de gösterebilmektedirler. Bu farkın temel sebebi, bileşenlerin yapısında gözlemlenen farklılıklardır. Antibakteriyel etki gösteren bileşenler genel anlamda karvakrol, timol, timokinon ve öjanol'dur (Şekil 1.2). Bahsi geçen fenolik bileşenler yapısal olarak birbirlerine benzedikleri için bu durum uygun gözükmektedir. Benzer yapıdaki bu fenolik bileşenlerin, hücre sitoplazma zar yapısını, kemoozmosis (proton itici güç) mekanizmasını, elektron akışını ve aktif taşıma yollarını etkilediği düşünülmektedir (Şekil 1.3; Ultee ve ark., 2002).

Bunların yanı sıra fenolik bileşenlerde bulunan hidroksil grubunun bulunduğu konum, antibakteriyel etkide önemli bir role sahiptir. Bu durumdan kaynaklı oldukça benzer yapıya sahip olan timol ve karvakrol değişik bakterilere karşı farklı etkiler gösterebilmektedir (Turhan, 2015).



Şekil 1.2. Esansiyel yağlarda bulunan fenolik bileşenler

Fenolik bileşenlerin, ayrıca sitoplazma zarına gömülü olan hücre proteinlerinin üzerinde etkisi olabilmektedir. ATPaz gibi enzimlerin, sitoplazma zarındaki lipid yapı içinde çevrili olduğu bilinmektedir. Bunun yanı sıra, lipofilik hidrokarbon moleküller, zarda bulunan lipid yapıyı etkileyip, fosfolipid etkileşimini bozabilmektedirler (Holley ve Pattel, 2005).



Şekil 1.3. Antibakteriyel etkinin taramalı elektron mikroskopunda görüntülenmesi (Li ve ark., 2019)

Patojen mikroorganizmalar, insan sağlığı için tehlikelidir. Patojen mikroorganizmaların kontrol altında tutulması için ısı işlem, ilave katkı madde gibi teknikler kullanılmaktadır. Tüketicilerin son yıllarda daha az işlem görmüş ve doğal gıda maddelerine yönelmesi; üreticileri doğal çözümler aramaya yönlendirmiştir. Bu çalışmada, tıbbi aromatik bitkilerden elde edilmiş olan yağların antimikrobiyel özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Çalışma Kapsamında İncelenen Yağlar ve Özellikleri

2.1.1. Argan yağı (*Argania spinosa*)

Argan yağı, genel olarak tokoferol ve sterol yönünden zengin olduğu için, besleyici özellikleri sebebiyle, özellikle cilt ve saç bakım ürünlerinde sıklıkla kullanılmaktadır (Afia ve ark., 2011). Argan yağının antimikrobiyel etkilerinin de araştırıldığı çalışmalar mevcuttur.

Al-Saffar ve Al-Dahmoshi (2015), tarafından argan yağının *Mycobacterium tuberculosis* üzerindeki antibakteriyel etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda argan yağının *Mycobacterium tuberculosis*'e karşı etkili olduğu ve bu etkinin, argan yağının içerdiği fenol, tokoferol ve squalene gibi antibakteriyel etkisi bilinen bileşenlerden kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Baba ve ark. (2016), tarafından yapılan bir çalışmada argan yağının kimyasal yapısı ve antibakteriyel etkisi incelenmiştir. Kimyasal bileşen incelemesi sonucu, argan yağının, linoleik ve oleik asit yönünden zengin olduğu saptanmıştır. Çalışmada argan yağının, balık patojenlerine karşı minimum inhibisyon konsantrasyonu yöntemi kullanılarak antibakteriyel etkisi incelenmiş ve bu yağların 125 – 250 µl/ml değerleri arasında etkili olduğu saptanmıştır. Çalışma sonucu olarak, argan yağının balık yemlerinde katkı maddesi olarak kullanılabilceği ileri sürülmüştür.

Medikal mikrobiyoloji alanında yapılan bir çalışmada, argan yağının, *Pseudomonas aeruginosa* üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada argan yağı ve hidrojen peroksit tek başlarına ve karışım halinde denenmiştir. Etkileri karşılaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan bakteri kültürü antibiyotiklere karşı direnç sahibidir. Antibakteriyel inceleme, agar kuyucuk yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada argan yağı ve hidrojen peroksit karışımları, ampisilin, karbenisilin, ko-trimoksazol, tetrasiklin ve sefuroksim gibi antibiyotikler ile karşılaştırılmış ve *P. aeruginosa*'nın argan yağı ve hidrojen peroksit karışımına karşı karşılaştırılan antibiyotiklerden çok daha hassas olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca hidrojen peroksidin, *P. aeruginosa* üzerindeki etkisi

argan yağına oranla daha yüksek olarak bulunmuştur (Çizelge 2.1). Argan yağı ve hidrojen peroksit karışımlarının ise yalnızca hidrojen peroksitten neredeyse iki kat daha etkili olduğu belirlenmiştir (Naher ve ark., 2014).

Çizelge 2.1. Argan yağı ve hidrojen peroksidin *P. aeruginosa* üzerindeki anti-pseudomonal etkisi (Naher ve ark., 2014)

	İnhibisyon alanı (mm)
Argan yağı ve H ₂ O ₂ , (2:1)	24.57
Argan yağı ve H ₂ O ₂ , (1:2)	23.05
Argan yağı ve H ₂ O ₂ , (1:1)	23.82
H ₂ O ₂ , %1.5 (Konsantrasyon)	12.54
Argan yağı	2.11

2.1.2. Bergamot yağı (*Citrus bergamia*)

Bergamot yağı, barındırdığı limonen ve linalool gibi terpenlerin, antibakteriyel özellikleri sebebi ile endüstride kullanılabilecek esansiyel yağlardandır. Bunun yanı sıra esansiyel ve sabit bitkisel yağlar genellikle keskin bir aromaya sahip olduklarından dolayı, bu yağların ticari amaçlı olarak gıdalarda kullanımı kısıtlıdır. Ancak bergamot yağı *sitrus* cinsi meyvelerden elde edilen işlenmiş gıdalarda daha rahat bir şekilde kullanılabilmektedir (Fisher ve Philips, 2005).

Fisher ve Philips (2005), tarafından limon, portakal ve bergamot esansiyel yağlarının *in vitro* koşullarda *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* O157, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* ve *Staphylococcus aureus* üzerindeki antibakteriyel özellikleri incelenmiştir. Antibakteriyel etkiyi ölçmek için disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. Bununla birlikte deneyde inhibisyon etkisinin hangi bileşenden kaynaklandığını incelemek için sitral, limonen ve linalool maddeleri de disk difüzyon testine tabii tutulmuştur. Majör bileşen olan limonen antibakteriyel etki göstermemiştir. Bu sebepten dolayı Çizelge 2.3’de gösterilmemiştir. Araştırma sonucunda, bergamot yağının diğer yağlara oranla daha etkili olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 2.3). Bunun temel sebebi ise linalool bileşeni olabilir. Çünkü bergamot yağının linalool yüzdesi, portakal ve limon yağından daha fazladır (Çizelge 2.2). Ayrıca linalool, sitral ve limonene oranla daha

yüksek antibakteriyel etkiye sahiptir (Çizelge 2.3). Esansiyel yağların tümünün, Gram negatif bakterilere kıyasla; Gram pozitif bakterilerin üzerinde daha etkili oldukları gözlemlenmiştir (Çizelge 2.3). Bunun sebebinin ise hücre duvarı yapısındaki farklılık olabileceği belirtilmiştir.

Çizelge 2.2. Limon, portakal ve bergamot yağının gaz kromatografisi sonuçları (Fisher ve Philips, 2005)

Bileşen (%)	Bergamot Yağı	Limon Yağı	Portakal Yağı
Sitral	0.7	0.1	3
Limonen	45	95	73
Linalool	15	0.4	0.3

Çizelge 2.3. Disk difüzyon (mm) sonuçları (Fisher ve Philips, 2005)

Mikroorganizmalar	Bergamot	Portakal	Limon	Sitral	Linalool
<i>E. coli</i> O157	24±0.3	18±2.0	21±0.3	0	70±5.0
<i>C. jejuni</i>	23±0.3	0	18±3.0	0	> 90
<i>L. monocytogenes</i>	> 90	27±2.0	41±2.0	> 90	> 90
<i>B. cereus</i>	36±1.0	19±2.0	29±1.0	> 90	> 90
<i>S. aureus</i>	46±2.0	14±3.0	23±0.6	6±2.0	63±4.7

Russo ve ark. (2016), tarafından bergamot meyvesinin çeşitli kısımlarının sahip oldukları limonoid ve flavanoidleri, ayrıntılı olarak incelemiştir. Araştırmada kullanılan meyveler İtalya'da toplanmış ve bergamot meyvesinin *Femminello* ve *Fantastico* cinsleri kullanılmıştır. Toplanan meyvelerin kabukları soyulmuş, suyu sıkılmış ve santrifüjlenip, posası ve çekirdekleri elde edilmiştir. Kabuk, posa ve çekirdekler kurutulup kırıntı/toz haline getirilmiştir. Araştırma sonucunda meyve suyu, kabuk ve çekirdeklerin majör limonoid bileşeni limonin iken, posadaki majör limonoidin ise deasetil nomenilik asid glikosid olduğu gözlemlenmiştir. Flavonoidler söz konusu olduğunda ise meyvenin bütün kısımlarında (meyve suyu, kabuk, posa ve çekirdek), neohesperidin majör bileşen olduğu saptanmıştır.

Xing ve ark. (2019), tarafından yerel marketlerden temin edilmiş bergamot meyvelerinden, ultrason destekli su distilasyonu ve su distilasyonu yöntemi ile elde edilmiş esansiyel yağların antibakteriyel etkisi araştırılmıştır. Araştırmada *Bacillus subtilis*, *E. coli* ve *S. aureus* mikroorganizmaları test kültürü olarak kullanılmıştır. Elde edilen yağlar aynı zamanda distilasyon ile elde edilen bergamot esansiyel yağının major bileşenleri olan d-limonen, γ -terpinen ve tetrasiklin hidroklorid antibiyotiği ile karşılaştırılmıştır. D-limonen ve γ -terpinen bileşenlerinin antibakteriyel etkide daha önemli rolü olduğu ifade edilmiştir (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4. Distilasyon ile elde edilen bergamot yağının MİK (μ l/ml) sonuçları (Xing ve ark., 2019)

	<i>B. subtilis</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
Esansiyel yağ	3.13	0.78	1.56
D-Limonen	50	50	50
γ-Terpinen	> 50	50	50
Tetrasiklin hidroklorid	15	7.5	0.47

2.1.3. Çörekotu yağı (*Nigella sativa*)

Çörekotu uzun yıllardır farmakolojik ve tüketim amaçlı kullanılan bitkilerdendir. Barındırdığı komponentler etkili ve kuvvetlidir. Astım, hiper tansiyon, diyabet, inflamasyon, öksürük, bronşit, baş ağrısı, egzama, ateş, baş dönmesi ve grip gibi hastalıklarda tedaviye katkı sağlamak amacı ile kullanılmaktadır. Bu bitkiden elde edilen yağlar yüksek miktarda timokinon içerir. Bunun yanında timohidrokinon ve ditimokinon gibi etken bileşenler bulundurur (Dinagaran ve ark., 2016).

Arici ve ark. (2005), tarafından Türkiye'nin beş ayrı yörede yetişmiş çörekotu tohumlarından, sokselet yöntemi ile elde edilen çörekotu yağının antibakteriyel etkisi incelenmiştir. Araştırmada disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, tohumdan elde edilen yağların sabit yağ olduğu bildirilmektedir. Çalışmada Gram pozitif bakteriler olan *B. cereus* ve *S. aureus* bakterilerinin, çörekotu yağına karşı daha az dirençli olduğu gözükmemektedir (Çizelge 2.5). Bunun sebebinin hücre duvarı yapısındaki farklılıklar olabileceği ifade edilmiştir.

Çizelge 2.5. Çörekotu sabit yağı'nın antibakteriyel etkisi; disk difüzyon (mm) (Arıcı ve ark., 2005)

Yörelere	Konsantrasyon (%)	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>S. aureus</i>	<i>S. Typhimurium</i>
A	0.5	12.5	-	7	16.5	7
(Antalya	1	19.5	16	15.5	21.5	16.5
Yöresi)	2	29.5	19.5	21.5	29.5	24.5
B	0.5	11.6	-	-	16.5	-
(Erzurum	1	19.2	15.8	14.6	21.5	16.8
Yöresi)	2	28.5	19.5	21	29.5	24.4
C	0.5	12.1	-	-	16.2	-
(Kayseri	1	18.5	15.5	14.8	21.5	16.2
Yöresi)	2	28.2	19.5	20.6	28.8	24
D	0.5	11.2	-	-	15.8	-
(Konya	1	18.2	15.5	14.2	21	16.2
Yöresi)	2	27.8	19.2	21	29	23.8
E	0.5	11.3	-	-	15.8	-
(Tekirdağ	1	18.1	14.8	14.2	21.2	16
Yöresi)	2	27.5	19.4	20.4	29	23.5

Ashraf ve ark. (2018), tarafından çörekotu yağı ve ekstraktının antibiyotiklere karşı dirençli olan *Salmonella* üzerindeki inhibitif etkisi incelenmiştir. Çörekotu yağı ve tohumları yerel marketlerden temin edilmiştir. Temin edilen tohumlar metanol ve suda, oda sıcaklığında, 24-48 saat bekletilmiş ve süzölmüştür. Araştırmada disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda; sulu çözelti hiçbir antibakteriyel etki göstermezken, esansiyel yağ ortalama 16.8 mm, metanol çözeltisi ise 28.3 mm inhibisyon alanı oluşturmuştur.

Hassanien ve ark. (2014), tarafından çörekotu yağının peynirde oluşan gıda patojen bakterileri üzerindeki antibakteriyel etkisi incelenmiştir. Çörekotu yağı Zazazig (Mısır) yerel marketlerinden temin edilmiştir. Deneyin ilk aşamasında minimum inhibisyon konsantrasyon (MİK) yöntemi ile çörekotu yağının etkisi incelenmiştir. Çalışmada kullanılan test kültürleri *S. aureus*, *E. coli*, *L. monocytogenes* ve *S. enteritidis* bakterileridir. Çalışmanın sonucu olarak, antibakteriyel etki kaybedilmeden ve gıdanın duyuusal özelliklerine zarar vermeden, %0.1 – 0.2 konsantrasyonlarının kullanılabilceği belirlenmiştir. Deneyin ikinci aşamasında ise; Domiati peyniri üretiminde kullanılan sütlere, MİK testi sonunda bulunan, %0.1 ve %0.2 oranlarında çörekotu yağı eklenmiştir. Peynirin üretimi ve depolanması aşamasındaki fiziko-kimyasal ve mikrobiyel koşullar incelenmiş ve sonuç olarak soğuk preslenmiş çörekotu yağının

peynir üretiminde ve depolama süreçlerinde hijyenik kaliteyi arttırabileceği belirtilmiştir.

Trichophyton mentagrophytes, *Microsporum canis* ve *Microsporum gypseum* üzerinde yapılan bir çalışmada, çörekotu tohumlarından sokselet cihazı kullanılarak çörekotu yağı elde edilmiştir. Çörekotu yağının yanısıra çörekotu tohumları 72 saat boyunca, oda sıcaklığında %80'lik metanol çözeltisinde bekletilmiş ve süzülmüştür. Çalışmada kullanılan diğer antibakteriyel ajanlar ise; su ekstraktı, timokinon, flukonazol ve ketokonazoldur. Anti-fungal inceleme, hem disk difüzyon hem de minimum inhibisyon konsantrasyonu yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir. Disk difüzyon yöntemi sonuçları baz alındığında çörekotu yağının karşılaştırılan antibiyotiklere oranla daha yüksek anti-fungal etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 2.6). Ancak MİK sonuçlarında antibiyotiklerin daha etkili bir sonuç verdiği görülmüştür (Çizelge 2.7). Hem disk difüzyon hem de MİK sonuçlarının ortak noktasının ise; ortalama en yüksek etkinin çörekotu yağının ana bileşeni olan timokuinon ait olması olarak ifade edilmiştir. (Mahmoudvand ve ark., 2014).

Çizelge 2.6. Çörekotu yağının antifungal özellikleri (Mahmoudvand ve ark., 2014)

Disk Difüzyon (mm.)	Çörekotu Yağı	Metanol Ekstraktı	Sulu Çözelti Ekstraktı	Timokinon	Flukonazol	Ketokonazol
<i>T. mentagrophytes</i>	31.6±2.8	24.3±1.52	22±2.80	56.3±2.52	25.3±2.17	28.6±1.17
<i>M. canis</i>	40.3±2.5	31±2.5	28.3±2.52	65.3±2.08	34.6±2.15	37.6±1.52
<i>M. gypseum</i>	33.3±1.5	27.6±1.52	23.3±1.17	58.6±2.15	26.6±1.52	31.6±1.52

Çizelge 2.7. Çörekotu yağının antifungal özellikleri (Mahmoudvand ve ark., 2014)

M.İ.K. (mg / ml)	Çörekotu Yağı	Metanol Ekstraktı	Sulu Çözelti Ekstraktı	Timokinon	Flukonazol	Ketokonazol
<i>T. mentagrophytes</i>	4	8	16	0.125	0.250	0.008
<i>M. canis</i>	4	4	8	0.062	0.125	0.004
<i>M. gypseum</i>	4	8	16	0.125	0.250	0.0016

Çörekotu tohumu ekstraktının antifungal özelliklerinin incelendiği bir araştırmada; *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis* ve *Candida albicans* mayaları test kültürü olarak kullanılmıştır. Söz konusu araştırmada, çörekotu tohumları yerel marketlerden temin edilmiş olup; aseton ve metanol çözeltisinde bekletilip, santrifüjlenmiş ve süzülmüştür. Elde edilen ekstraktların antifungal özellikleri disk difüzyon yöntemi ile incelenmiştir Su, aseton ve metanol ekstraktının, test kültürleri üzerinde benzer

oranlarda, inhibisyon etkisi gözlemlenmiştir (Çizelge 2.8). Farklı olarak su ekstraktının, *S. cerevisiae* üzerinde daha az etkili olduğu görülmüştür. (Nadaf ve ark., 2015).

Çizelge 2.8. Çörekotu ekstraktının antifungal sonuçları (mm) (Nadaf ve ark., 2015)

	<i>S. cerevisiae</i>	<i>Candida utilis</i>	<i>Candida albicans</i>
Aseton Ekstraktı	13±0.5	13±0.4	12±0.6
Metanol Ekstraktı	14±0.5	12±0.4	11±0.5
Su Ekstraktı	1±0.4	14±0.6	16±0.4
Aseton	-	-	-
Metanol	-	-	-

Listeria monocytogenes'in çeşitli suşlarının test kültürü olarak kullanıldığı bir araştırmada çörekotu yağı ve gentamisin isimli antibiyotik karşılaştırılmış ve sonuç olarak çörekotu yağının gentamisine oranla yaklaşık iki katı kadar inhibitif etki gösterdiği gözlemlenmiştir. Söz konusu araştırmada disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. Çörekotu yağı ortalama 31.50 mm inhibisyon alanı oluştururken, gentamisin ortalama 15 mm inhibisyon alanı oluşturmuştur (Nair ve ark., 2004).

Takma ve ark. (2019), tarafından aktif ambalaj sistemlerinde çörekotu esansiyel yağının kullanılması ve bu ambalajın tavukgöğsünün kalitesi ve raf ömrü üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmada raf ömrü/depolama boyunca toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı analizi çeşitli günlerde yapılmış ve sonuç olarak aktif ambalajlanan tavukgöğsü örneklerinde, kontrol numunesine göre daha az bakteriyel gelişme gözlemlenmiştir. Çörekotu yağının, aktif ambalajlama alanında değerlendirilebileceği; fonksiyonel ve doğal bir katkı maddesi olarak kullanılabilirliği ifade edilmiştir (Takma ve ark., 2019).

2.1.4. Nar çekirdeği yağı (*Punica granatum*)

Nar çekirdeği yağı ile ilgili olarak yapılan çok sayıda araştırma bulunmamaktadır. Bu durumdan dolayı, literatür araştırması kapsamında, nar çekirdeği, kabuğu ve benzeri kısımlarından elde edilmiş olan ekstraktların ve ürünlerin antibakteriyel araştırmaları incelenmiştir.

Ali ve ark. (2019), tarafından nar kabuğundan elde edilen ekstraktların antibakteriyel aktif ambalajlamada kullanım alanları incelenmiştir. Çalışmada, elde edilen nar

kabukları dondurularak kurutulmuş ve toz haline getirilmiştir. Toz haline getirilen nar kabukları aktif ambalaj malzemesine katkı olarak kullanılmış ve elde edilen filmlerin antibakteriyel etkisi disk difüzyon yöntemi ile incelenmiştir. Çalışmada *Salmonella* ve *S. aureus* test kültürleri olarak kullanılmıştır. Nar kabuğunun antibakteriyel aktif ambalaj ajanı olarak kullanılabilmesi gözlemlenmiştir (Çizelge 2.9). Ayrıca aradaki fark az da olsa; Gram pozitif bir bakteri olan *S. aureus*'un, *Salmonella*'ya oranla daha az direnç gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu durumun hücre duvarı yapısındaki farklılıktan kaynaklanabileceği ifade edilmiştir.

Çizelge 2.9. Nar kabuğu ile desteklenmiş fonksiyonel filmlerin antibakteriyel etki sonuçları (mm) (Ali ve ark., 2019)

Nar Kabuğu Oranı (%)	<i>Salmonella</i>	<i>S. aureus</i>
0	0.00±0	0.00±0
2	10.22±0.12	11.32±0.08
4	12.14±0.12	12.26±0.28
6	14.21±0.08	14.41±0.30
8	15.92±0.05	16.24±0.25
10	16.31±0.15	18.40±0.20
12	16.43±0.50	19.26±0.20
14	16.44±0.50	19.42±0.20

Gullon ve ark. (2016), tarafından meyve suyu üretiminin yan ürünü olan nar kabuğundan elde edilen unun antibakteriyel etkisi incelenmiştir. Meyve kabukları araştırmanın yapıldığı İspanya'da bir fabrikadan temin edilmiştir. Antibakteriyel etkiyi incelemek için minimum inhibisyon konsantrasyon ve minimum bakterisidal konsantrasyon yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada *Listeria innocua*'nın diğer test kültürlerine oranla daha dirençli olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 2.10).

Çizelge 2.10. Nar kabuğundan elde edilmiş unun antibakteriyel etkisi (Gullon ve ark., 2016)

Mikroorganizma	MİK (mg/ml)	MBK (mg/ml)
<i>E. coli</i>	50	60
<i>P. aeruginosa</i>	40	50
<i>Salmonella spp.</i>	50	60
<i>S. aureus</i>	50	60
<i>L. monocytogenes</i>	50	60
<i>L. innocua</i>	20	30

Karabıyıklı ve Kışla (2012), tarafından işlenmiş nar ürünlerinin gıda patojeni bakteriler üzerindeki antibakteriyel etkisi incelenmiştir. Çalışmada, Türkiye'nin çeşitli yörelerinde üretilmiş beş farklı geleneksel nar ekşisi sosu ile iki farklı ticari nar ekşisi sosu incelenmiştir. Araştırma iki ana grup üzerinde yapılmıştır (Çizelge 2.11). Üzerine nar ekşisi sosu dökülmüş örnekler karıştırılmış ve 0., 5. ve 10. dakikada, numunelerin yüzeyleri üzerindeki mikrobiyel flora incelenmiştir. Araştırma sonucunda, nar ekşisi sosunun, test kültürü gelişimini üzerinde gelişimi azaltıcı etkisi gözlemlenmiştir.

Çizelge 2.11. Araştırmada temin edilen numunelerin özellikleri (Karabıyıklı ve Kışla, 2012)

Numune Kodları	Menşei	İçerik	pH	Serbest yağ asitliği
A	İzmir	Nar suyu konsantratu, glikoz, sitrik asit, antioksidan ajan, renklendirici	2.33	8.6
B	İzmir	Nar suyu konsantratu, glikoz, sitrik asit, antioksidan ajan, renklendirici	2.68	9.3
C	Aydın	Taze nar suyu	2.64	12.6
D	Aydın	Taze nar suyu	2.76	13.0
E	Aydın	Taze nar suyu	2.51	18.0
H	Mersin	Taze nar suyu, pekmez	1.94	21.0
J	Antalya	Taze nar suyu, pekmez	1.76	19.6

Panichayupkaranant ve ark. (2010), tarafından standartize edilmiş nar kabuğu ekstraktının antibakteriyel ve anti alerjik etkileri incelenmiştir. Meyveler öncelikle kurutulmuş, kurutulduktan sonra %13.00 ellajik asit içerecek şekilde ekstrat standartize edilmişlerdir. Çalışmada *S. aureus*, *Salmonella Typhimurium*, *Salmonella Typhi* ve *E. coli* mikroorganizmaları test kültürü olarak kullanılmıştır. Ekstraktın yanı sıra tetrasiklin ve norfloksasin de antibiyotik olarak incelenmiştir. Araştırmada disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. Nar kabuğu ekstraktı hem Gram negatif hem Gram pozitif bakteriler üzerinde kullanılırken; antibiyotikler olan tetrasiklin Gram pozitif üzerinde, norfloksasin ise sadece Gram negatif bakteriler üzerinde denenmiştir. Nar kabuğu ekstraktı Gram negatif bakteriler üzerinde inhibisyon etkisi göstermezken; tetrasiklinden neredeyse yarı yarıya daha az antibakteriyel etki göstermiştir (Çizelge 2.12). Ek olarak, deneyde kullanılan ekstraktın anti alerjen etkisinin gözlemlendiği belirtilmiştir.

Çizelge 2.12. Standartize edilmiş nar kabuğu ekstraktının antibakteriyel etkisi (Panichayupkaranant ve ark., 2010)

Mikroorganizma	Nar kabuğu ekstraktı (mm)	Tetrasiklin (mm)	Norfloksasin(mm)
<i>S. aureus</i> suşları	17.71±0.51 (ort.)	31.55±0.59	Test edilmedi
<i>S. Typhimurium</i>	Etki gözlenmedi	Test edilmedi	24.5±0.50
<i>Salmonella Typhi</i>	Etki gözlenmedi	Test edilmedi	25.00±0.45
<i>E. coli</i>	Etki gözlenmedi	Test edilmedi	29.9±0.52

2.1.5. Zencefil yağı (*Zingiber officinale*)

Zencefil yaklaşık seksenbeş adet genotipe sahip, doğu Asya ve tropikal Avustralya'da yetişen bir bitkidir. Bu genotiplerin çoğu tedavi ve genel tüketim amaçlı kullanılmaktadır. Bitkinin esansiyel yağ kompozisyonu birçok fenolik madde içerir. Bu fenolik maddeler, biyoaktif özelliklere sahiptir (Sivasothy ve ark., 2011).

Camero ve ark. (2019), tarafından zencefil yağının alfaherpesvirus-1'e karşı antiviral etkisi incelenmiştir. Çalışmada kullanılan zencefil yağı ticari olarak temin edilmiştir. Zencefil yağının majör bileşenleri ise zingiberen, alfa-kurkumen ve beta-seskuifellandren'dir. Araştırmada öncelikle zencefil yağının kullanılabilir en yüksek dozu incelenmiştir. Bu değer 75.28 µl/ml olarak tespit edilmiştir. Deneyde, virüs ile

kontamine edilmiş canlı hücreler ve yalnızca virüsler üzerinde antiviral etki incelenmiştir. Deneyin sonucunda kontamine edilmiş canlı hücrelerde antiviral etki gözlemlenmezken; yalnızca virüsler üzerinde antiviral etki saptanmıştır (Camero ve ark., 2019).

Mesomo ve ark. (2013), tarafından süper kritik karbondioksit ekstraksiyonu ve su distilasyonu yöntemleri ile elde edilmiş zencefil yağının kimyasal yapısı ve antibakteriyel etkisi incelenmiştir. Çalışmada kullanılan numuneler yerel marketlerden temin edilmiştir. Elde edilen esansiyel yağın majör bileşenleri, alfa-zingiberen, beta-seskiellandiren ve alfa-fernesen'dir. Antibakteriyel inceleme ise agar kuyucuk yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Süper kritik karbondioksit ekstraksiyonu ile elde edilen zencefil yağının su distilasyonu ile elde edilen zencefil yağına oranla daha fazla antibakteriyel etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca Gram pozitif bakterilerin, Gram negatif bakterilere oranla daha az dirençli olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 2.13).

Çizelge 2.13. Zencefil yağının antibakteriyel etkisi (Mesomo ve ark., 2013)

Mikroorganizma	İnhibisyon Alanı (mm)	
	CO ₂ Yöntemi (ortalama)	Su Distilasyonu
<i>S. aureus</i>	15.39±0.52	8.15±0.92
<i>L. monocytogenes</i>	18.90±0.40	8.66±0.72
<i>P. aeruginosa</i>	9.38±0.23	1.16±0.03
<i>S. Typhimurium</i>	0.00	2.45
<i>S. flexneri</i>	0.00	3.57
<i>E. coli</i>	0.00	0.00

Sivasothy ve ark. (2011), tarafından zencefil tohum ve yapraklarından elde edilen yağların kimyasal farklılıkları ve antibakteriyel etkileri incelenmiştir. Araştırmada kullanılan numuneler yerel marketlerden temin edilmiştir. Kimyasal bileşen incelemesi sonucunda, tohumdan elde edilen yağlarda geraniol majör bileşen iken, yapraktan elde edilen yağlarda β -karyofilen bileşeni öne çıkmaktadır. Söz konusu araştırmanın antibakteriyel inceleme fazı MİK yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında yaprak ve tohumdan elde edilen yağ numuneleri, tetrasiklin ile karşılaştırılmıştır. Yapraktan ve tohumdan elde edilen yağlarda ortalama olarak ciddi bir fark

belirlenmemiştir (Çizelge 2.14). Tetrasiklin ise zencefil yağlarından çok daha fazla antibakteriyel etkiye sahiptir.

Çizelge 2.14. Zencefil yaprağı, tohumu yağı ve tetrasiklin MİK (mg/ml) sonuçları (Sivasothy ve ark., 2011)

	Yaprak Yağı	Tohum Yağı	Tetrasiklin
<i>Bacillus licheniformis</i>	0.16	0.16	1.0 x 10 ⁻³
<i>Bacillus spizizenii</i>	0.24	0.24	1.8 x 10 ⁻³
<i>S. aureus</i>	0.16	0.31	7.7 x 10 ⁻³
<i>E. coli</i>	0.63	0.31	15.6 x 10 ⁻³
<i>K. pneumoniae</i>	0.47	0.47	3.7 x 10 ⁻³
<i>P. stutzeri</i>	0.31	0.63	8.1 x 10 ⁻³

Sivasothy ve ark. (2013), tarafından zencefilde yaygınca bulunan flavonoid ve kurkuminoidlerin antioksidan ve antibakteriyel etkisi incelenmiştir. 8 ayrı komponent; temin edilen zencefil numunelerinden izole edilmiş ve etkileri karşılaştırılmıştır. Antioksidan etki, DPPH yöntemi ile ölçülmüştür ve kampferol, demetoksikurkimin ve kurkimin bileşenlerinin antioksidan etkide önemli yer teşkil ettiği saptanmıştır. Araştırmanın antibakteriyel fazı minimum inhibisyon konsantrasyon yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. En etkili majör bileşenin demetoksikurkimin olduğu ve diğer ana bileşenlerin etkisi de göz önüne alındığında Gram pozitif bakterilerin daha az direnç sahibi olduğu ileri sürülmüştür. Ek olarak çalışma kapsamında incelenen komponentlerin tetrasiklin ile karşılaştırıldığında çok daha az etkili olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 2.15).

Çizelge 2.15. Zencefil majör bileşenlerinin MİK (µl/ml) sonuçları (Sivasothy ve ark., 2013)

	Kampferol	Demetoksikurkimin	Kurkimin	Tetrasiklin
<i>Proteus vulgaris</i>	500	500	500	0.98
<i>V. parahaemolyticus</i>	500	250	500	3.91
<i>E. coli</i>	-	500	-	3.91
<i>S. aureus</i>	500	125	500	3.91
<i>B. cereus</i>	500	125	125	1.95
<i>B. licheniformis</i>	-	62.50	500	3.91

2.2. İncelenen Mikroorganizmaların Genel Özellikleri ve Sebep Oldukları Gıda Kaynaklı Hastalıklar

2.2.1. *Bacillus cereus*

Bacillus cereus Gram pozitif, çubuk şeklinde, fakültatif anaerob, hareketli, spor oluşturan ve doğal olarak birçok gıdada gözlemlenebilen bir bakteridir. Spor formunda sıcaklığa, dehidrasyona ve bu özelliklerinden ötürü pişirme ve kuru depolamaya karşı direnç sahibidir. Sporlar uygun koşullar oluşunca bakteri haline geri dönebilmekte ve gıdayı insan sağlığı için zararlı hale getirebilmektedir. Genellikle nişasta oranı yüksek olan pirinç, makarna ve patates gibi ürünlerde gözlemlenir. *B. cereus* tarafından üretilen enterotoksin (*diarrhoeal toxin*) ishale sebep olur. Bu sendrom genelde kontamine gıdanın tüketilmesi sonucu oluşur. *B. cereus* tarafından üretilen emetik toksin (*cereulide*), gıdanın tüketimi sonucunda kusmaya sebep olur (Gopinathan ve ark., 2018).

Bacillus cereus sporları, 100 °C'ye kadar zarar görmeden stabilitesini koruyabilmektedir. Vejetatif hücrelerin optimum gelişme sıcaklığı ise 30–37 °C'dir. 10–40 °C arası toksin üretebilmekle birlikte, en çok toksin 20–25 °C arasında üretilmektedir. Emetik toksinler 80 dakika/121 °C ve 60 dakika/150 °C koşullarında bozulmadan kalabilmektedir. Vejetatif hücreler mide asitliğinde genellikle inhibe olur. Ancak spor formu gastirik aside dayanıklıdır. Optimum gelişme pH aralığı 6–7 arasındadır ve fakültatif anaerobdur. Emetik toksin üretebilmesi için oksijene ihtiyaç duyarlar. Spor formu düşük su aktivitesi koşullarına dayanıklıdır. Vejetatif hücrelerin ihtiyaç duyduğu minimum su aktivitesi 0.95'tir. Vejetatif hücreler pişirme ile inhibe edilebilmektedir. Sporların inhibisyon şartları ise gıdanın fiziksel yapısına göre değişir. Sporlar için; $D_{100} = 1.2-7.5$ dakika (pirinç), $D_{120} = 3.4$ dakika (yağlı gıdalar) olarak belirtilmiştir. Enterotoksin 5 dakika/56 °C'de inhibe edilebilmektedir. Emetik toksin ise oldukça dayanıklıdır. İnaktivasyonu ekstrem koşullarda gerçekleşir. Vejetatif hücreler sorbik asit, benzoat, sorbat, etilendiamintetraasetik asit ve polifosfatlar ile inhibe edilebilmektedir. Spor formun büyümesi ise nisin ile engellenebilmektedir (Anonim, 2017a).

Center of Disease Control and Prevention'a göre; Amerika'da, 1998'den 2015'e kadar, 619 adet *Bacillus cereus* ile ilgili gıda kaynaklı zehirlenme salgınının gerçekleştiği belirtilmektedir. Bu süre zarfında, *Bacillus*'a bağlı hastalığın doğrulanması nedeniyle, 75 vaka ve üç ölüm yaşandığı bildirilmektedir. İstatistikler yalnızca *Bacillus cereus* değil, *Bacillus* bağlantılı salgınları kapsamaktadır (Mcdowell ve ark., 2019).

2.2.2. *Escherichia coli*

Escherichia coli, ilk kez 1885 yılında Dr. Theodor Escherich tarafından bebek dışkılarında bulunmuştur ve kalın bağırsakta bulunan bir bakteri olduğu için *Bacterium coli commune* olarak adlandırılmıştır. 19. yüzyılın sonlarına doğru *Escherichia* cins ismi olmuştur. 1950 yılına kadar insan ve hayvan bağırsak sisteminde normal florada bulunan, patojen olmayan bir mikroorganizma olarak kabul edilmiştir (Turhan, 2015).

Escherichia coli, gammaproteobacteria sınıfında Enterobacteriaceae familyasının bir üyesi olarak sınıflandırılmaktadır. *E. coli*'nin genom sekans analizi ilk olarak 1997'de rapor edilmiştir. O zamandan beri, 4800'den fazla *E. coli* genomu sekanslanmıştır (Jang ve ark., 2017).

Escherichia coli, Enterobacteriaceae familyasına ait, Gram negatif, çubuk şeklinde, spor oluşturmeyen, peritrik flagellası ile hareketli bir bakteri olup insan ve çoğu sıcakkanlı hayvanların doğal bağırsak florasında bulunmaktadır. Bağırsak mikroflorasında en çok bulunan fakültatif anaerob bakteridir (Ünlütürk ve ark, 2015).

E. coli'nin gelişimi için tercih ettiği sıcaklık aralıkları, minimum 7–8 °C, maksimum 46 °C ve optimum 37 °C sıcaklık dereceleridir. 37 °C'de rejenerasyon süresi 0.4 saattir. 4.4–9.0 pH dereceleri arasında canlılığını sürdürebilir, optimum gelişme pH aralığı 6–7'dir. Minimum su aktivitesi 0.95, optimum su aktivitesi 0.99'dur. 71 °C'de hemen inaktive olur. $D_{54.4} = 40$ dakika, $D_{60} = 0.5–0.75$ dakika, $D_{64.3} = 0.16$ dakikadır. Dondurma işlemi sayısını azaltmakla birlikte, sonuç suşa göre değişmektedir (Anonim, 2017b).

Center of Disease Control and Prevention'a göre; Amerika'da, her yıl 265.000 adet *E. coli* salgını gerçekleşmektedir. Bunların %36'sının etkeni, *E. coli* O157'dir. Ayrıca her sene ortalama 3.600 vaka ve 30 ölüm gerçekleşmektedir (Anonim, 2019c).

2.2.3. *Listeria monocytogenes*

Listeria monocytogenes, önceleri *Bacillus hepatis*, *Bacterium monocytogenes*, *Listerella hepatolytica*, *Listerella hominis*, *Listerella monocytogenes*, *Corynebacterium pavvulum*, *Listerella ovis*, *Erysipelothrix monocytogenes* olarak adlandırılmıştır. Bakteri ilk olarak 1891 yılında Fransa'da Hayem, 1893 yılında Almanya'da Henle tarafından insan dokularında tespit edilmiştir (Tepe, 2014).

Listeria cinsi katalaz pozitif ve oksidaz negatif, tüm türler genel besiyerlerinde katalaz pozitif olmakla birlikte besiyerinin içeriğine bağlı olarak bu cinse ait bazı türlerin negatif sonuç verebildiği, bu nedenle *L. monocytogenes*'in bazı suşlarının bazı durumlarda katalaz negatif olduğu bildirilmiştir. Karbonhidratların *Listeria* gelişimi için zorunlu olduğu ve genellikle glukoz tercih edildiği, glukozu gaz oluşturmadan fermente ettikleri ve son ürün olarak genellikle laktik asit meydana getirdikleri bildirilmiştir (Turhan, 2015).

L. monocytogenes; -1.5–45 °C arasında gelişebilmekte olup, optimum gelişim sıcaklığı 37 °C'dir. 4.4–9.4 pH aralığında canlılığını sürdürebilmekte olup optimum gelişebildiği pH değeri 7.0'dir. Canlılığını koruyabildiği minimum su aktivitesi değeri 0.92'dir. Ancak kuraklık koşullarına uzun süre direnç gösterebilmektedir. 70 °C'de inaktive olmaktadır ($D_{60} = 5-10$ dakika, $D_{70} = 10$ saniye). *L. monocytogenes* zehirlenmeleri invazif ve non-invazif olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleşmektedir. İnvazif enfeksiyonlar bağışıklık sistemi zayıf insanlarda görülebilirken, non- invazif enfeksiyonlar yüksek sayıda *L. monocytogenes* tüketen her insanda gözlemlenebilmektedir. İnvazif zehirlenmeler 1–90 gün arası; non invazif zehirlenmeler ise 11 saat–7 gün arası inkübasyon sonrası ortaya çıkmaktadır. İnvazif zehirlenmeler, grip benzeri (ateş, baş ağrısı, ishal ve kusma) semptomlara sahiptir. Non-invazif zehirlenmelerde ise ishal, ateş, kas ağrısı, kramp ve kusma gibi semptomlar gözlemlenebilmektedir (Anonim, 2017c).

Center of Disease Control and Prevention'a göre; Amerika'da, 2019 senesi içinde toplam 24 adet *Listeria monocytogenes* salgını kaydedilmiştir. Ayrıca 2011 yılı ekim ayında gerçekleşen bir salgında (Jensen Çiftlikleri, Colorado), 33 kişi listeriosis sebebiyle hayatını kaybetmiştir (Anonim, 2019d).

2.2.4. *Salmonella* spp.

Salmonella cinsine ait suşlar Gram negatif, çubuk şeklinde, fakültatif anaerobik, katalaz (+), oksidaz (-) bakterilerdir. Bu bakteri, spor oluşturmeyen, 0.7–1.5 µm x 2–5.0 µm ölçülerinde bir cins olup genellikle 2–4 mm çapında koloniler oluşturmaktadır (Bekpınar, 2012).

Salmonella, 7–49.5 °C arasındaki sıcaklıklarda canlı kalabilmekle birlikte, optimum gelişebildiği sıcaklık aralığı 35–37 °C'dir. 15 °C altında gelişme büyük ölçüde durmaktadır. 5.2 °C'de gelişebildiği gözlemlense de bu yalnızca bazı suşlar için geçerlidir. Canlılığını sürdürebildiği minimum su aktivitesi değeri 0.94, optimum su aktivitesi değeri ise 0.99'dur. 3.8–9.5 pH değerleri arasında hayatta kalabilmektedir. Optimum gelişebildiği pH aralığı 7–7.5 arasındadır. Canlı kalabildiği minimum pH değerini, ortamın sıcaklığı, basıncı ve ortamdaki asitin türü gibi değişkenler etkilemektedir. Oksijen yokluğunda ve azotlu atmosferde gelişebilmektedir. %20–50 CO₂ atmosferinde, 8–11 °C sıcaklık koşullarında gelişebilmektedir. *Salmonella* gıdalarda ve yüzeylerde uzun süre canlı kalabilmektedir. Tereyağında -23 °C'de 10 haftanın üzerinde canlı kaldığı bildirilmiştir. Buzdolabı koşullarında sebzelerin üzerinde 28 günden fazla canlı kalabilmektedir. Düşük su aktivitesine karşı dirençli olup, 0.3–0.5 su aktivitesi değerlerinde çikolata üzerinde aylarca canlı kalabildiği bildirilmiştir. Dondurma işlemi ile mikroorganizma üzerinde inhibisyon sağlansa da gıda içinde bulunan bakterilerin inaktivasyonunu sağlayamamaktadır. Sıcaklık inhibisyon değerleri; D₆₀ = 2–6 dakika, D₇₀ = 1 dakika ve altı olarak bildirilmiştir. Bazı serotipler (*S. senftenberg* gibi) sıcaklığa karşı yüksek direnç gösterebilmektedir. (Anonim, 2017d).

Enfeksiyonu sonucu salmonellosis oluşur. İnkübasyon süresi 6–48 saat arasındadır. Semptomları ishal, abdominal ağrılar, kusma ve ateşlenmedir. Gıda içinde toksin üretmez. Çocuklar, yaşlılar ve bağışıklık sistemi düşük bireyler risk grubunda yer almaktadır. Farklı serotiplerin farklı dozları olsa da genelde 10⁵–10⁶ arası enfektif doz olarak belirtilmektedir (Jajere, 2019).

Center of Disease Control and Prevention'a göre; Amerika'da, 2019 senesi içinde 4 adet salgın kaydedilmiştir. Bu salgınlar, taze papaya meyvesi, dondurulmuş ton balığı, hindi

ve kavun yoluyla gerçekleşmiştir. Bu salgınlarda 240 adet vaka kayıt altına alınmıştır (Anonim, 2019e).

2.2.5. *Staphylococcus aureus*

Stafilokoklar (*Staphylococcus aureus*) ilk kez 1878’de Robert Koch tarafından tanımlanmış, 1880’de Pasteur sıvı besiyerinde üretmiş ve 1881’de İskoçyalı cerrah Alexander Ogston fare ve kobaylar için patojen olduğunu vurgulamıştır. Staphylococcus terimi, Grekçe stapylo (üzüm salkımı) tabirinden türetilmiştir ve karakteristik kümelenmeler yaptıklarından dolayı Alexander Ogston tarafından seçilmiştir (Gloud ve Chamberlaine, 1995).

Staphylococcus aureus, Gram pozitif, hem oksijenli hem de oksijensiz ortamda, optimum 37°C’de ve pH 7.4’te gelişmektedir. Stafilokoklar oldukça dayanıklı bakterilerdir. Diğer bakteriler 60°C’de 30 dakika ısıl işleme tabi tutulduğu takdirde inhibe olurken, stafilokokların benzer koşullarda 1 saat süre ile canlılıklarını koruyabildikleri tespit edilmiştir (Turhan, 2015).

S. aureus, genelde pişirme işleminde ve pastörizasyon sıcaklıklarında inhibe olmaktadır. Düşük su aktivitesine sahip ortamlarda, yüksek yağ ve tuz konsantrasyonlarında, sıcaklık işlemlerine karşı daha dayanıklıdır. Dondurulmuş depolama işleminde canlılığını sürdürmektedir. Toksinleri sıcaklığa karşı oldukça dirençlidir. Enteretoksin B için ısıl direnç değerleri, 0.99 su aktivitesinde $D_{149} = 100$ dakika ve 0.90 su aktivitesinde $D_{149} = 225$ dakika olarak bildirilmiştir. pH değeri 4.2’ye kadar direnç göstermekle birlikte pH değeri 2.3 düzeyine geldiğinde hemen inhibe olabilmektedir. Sorbat ve benzoat, *S. aureus* üzerinde inhibisyon etkisine sahiptir. (Anonim, 2017e).

Center of Disease Control and Prevention’a göre; Amerika’da, 2012 senesinde *Staphylococcus aureus* kaynaklı bir salgında 35 kişi hastaneye kaldırılmıştır (Anonim, 2019f). İtalya’da 2015 yılının ağustos ayında, yerel bir lokantada gerçekleşen *Staphylococcus aureus* kaynaklı gerçekleşen bir başka salgında ise 24 kişi hastaneye kaldırılmıştır (Ercoli ve ark., 2017).

2.3. Antimikrobiyel Test Yöntemleri

Kaynak özetlerinde atıf yapılan çalışmalarda çeşitli test yöntemlerinin bahsi geçmiştir. Antimikrobiyel etkinin araştırılması doğrultusunda sıklıkla kullanılan yöntemler disk difüzyon ve minimum inhibisyon konsantrasyon yöntemleridir.

2.3.1. Disk difüzyon

Disk difüzyon yöntemi, Kirby-Bauer tarafından geliştirilmiştir. Bu test kağıt disklere emdirilen antimikrobiyel maddenin, duyarlılığı incelenen mikroorganizmanın inoküle edildiği besiyerine, difüze edilmesi ilkesine dayanır (Anonim, 2019g).

Öncelikle uygun dilüsyona ayarlanmış mikroorganizma, agarlı besiyeri üzerine ekim yapılarak, mikroorganizma süspansiyonunun agara emilimi sağlanır. Bu işlemde sonra antimikrobiyel madde emdirilmiş steril diskler yerleştirilir. Uygun sıcaklık ve inkübasyon süresi sonunda, sonuçlar inhibisyon alanı olarak ölçülmektedir. Bunun yanısıra inhibisyon etkisinin, örneğin hücre duvarına verdiği zarardan mı yoksa içerik kaybından mı kaynaklandığı taramalı elektron mikroskopu ile tespit edilebilir (Burt, 2004).

Petri kabında oluşan inhibisyon alanı kağıda emdirilen antimikrobiyel maddeye, petri kabına dökülen agarın miktarına ve kullanılan antimikrobiyel maddenin difüzyon özelliğine bağlı olarak değişmektedir. Bu sebepten dolayı, disk difüzyon yöntemi antimikrobiyel varlığın tespiti için uygun olsa da başka çalışmalarda elde edilen sonuçların karşılaştırması açısından uygun değildir (Dorman ve Deans, 2000).

2.3.2. Minimum inhibisyon konsantrasyonu (MİK)

Tez kapsamında kullanılan, minimum inhibisyon konsantrasyon (MİK) yöntemi ise bir duyarlılığı ölçülen mikroorganizmayı inhibe eden en düşük konsantrasyon seviyesi tespit etmek için kullanılır. 96-kuyucuklu plakaların kuyularına mikroorganizma ve antimikrobiyel madde ilave edilir. İlk kuyucuğa yalnızca antimikrobiyel madde, son kuyucukta ise yalnızca test kültürü eklenir ve bu kuyular kontrol kuyuları olarak kullanılır (Anonim, 2019g). İkinci kuyucuktan onbirinci kuyucuğa doğru antimikrobiyel madde konsantrasyonu azalır. İnkübasyon süresi sonunda kuyucuklardan agar

besiyerlerine ekim yapılır. Bununla birlikte duyarlılığı ölçülen mikroorganizmayı inhibe eden en düşük konsantrasyon tespit edilir (Burt, 2004).

MİK aşamasından sonra, minimum bakterisidal konsantrasyon yapılabilir. MBK, duyarlılığı ölçülen test kültürünün üremesini durduran en düşük konsantrasyon olarak tanımlanır. Test sonuçlarını, inokulumun yoğunluğu, inkübasyon süresi ve sıcaklığı, besiyeri ve antimikrobiyel maddenin stabilitesi etkilemektedir (Turhan, 2015).

Yapılan tüm bu kaynak taramaları sonucunda; çalışma kapsamında değerlendirilen yağların antibakteriyel ve anti fungal etkileri olduğu görülmüştür. Yine bölüm 2.2’de detayları açıklanan şekilde *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. ve *Staphylococcus aureus* mikroorganizmalarının alınan tedbirlere rağmen halk sağlığını tehdit eden unsurlar olduğu görülmektedir. Bu sebeple, bu tez çalışmasında bu mikroorganizmaların inhibisyonu ve gıda güvenliğinin temini amacıyla, argan, bergamot, çörekotu, nar çekirdeği ve zencefil yağlarının potansiyelleri araştırılmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Test kültürleri

Tez kapsamında patojen testleri için test kültürleri olarak T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tokat Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü'nden temin edilen *Listeria monocytogenes* (ATCC 19115), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Salmonella* Thypimurium (ATCC 14028) ve *Escherichia coli* (ATCC 25922) ve *Bacillus cereus* (ATCC 10876) kullanılmıştır. Bakterilerin, stok kültürleri %20 gliserol (Merck, 1.04092.2500, Almanya) içeren Brain Hearth Infusion Broth (BHIB, Lab M, LAB 049, İngiltere) besiyerinde -80 °C' de muhafaza edilmiştir. Analizler öncesi *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *S. Typhimurium* ve *E. coli* 37±2 °C'de, *B. cereus* 30±2 °C'de 18–24 saat BHIB besiyerinde iki kez geliştirilerek aktive edilmişlerdir. Aktive edilen kültürler ön denemelerle belirlenmiş olan ve analizler için gereken sürelerde geliştirilerek logaritmik fazda denemeye alınmıştır.

3.1.2. Yağlar

Tez kapsamında fiziko kimyasal ve antibakteriyel özellikleri incelenen argan, bergamot, çörekotu, nar çekirdeği ve zencefil yağı örnekleri, ihale yolu ile ticari olarak temin edilmiştir. Yağ örnekleri tavsiye edildiği üzere yüksek ısı ve güneş ışığına maruz kalmayacak şekilde, çalışma süresi boyunca, orijinal ambalajları içinde saklanmıştır.

3.2. Yöntem

Tez kapsamında yağ örneklerinin fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmış olup; bu analizlerden elde edilmiş olan veriler yapılmış olan mikrobiyolojik analizlerden elde edilen sonuçların yorumlanmasına katkı sağlamıştır. Bu amaçla ürünlerin serbest yağ asitliği değerleri ve yağ asidi kompozisyonları belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında analize alınan yağların, ilk olarak; mevcut mikrobiyel florasının belirlenmesi, hedef mikroorganizmaları içerip içermediğinin kontrolü ve antibakteriyel

etkinin araştırılması için kullanmaya uygun olup olmadığının anlaşılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı, termofilik aerobik bakteri sayımı, küf-maya sayımı, *Staphylococcus aureus*, toplam ve fekal koliform bakteri sayımı, *Escherichia coli* tespiti, *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella* spp., analizleri gerçekleştirilmiştir.

İkinci aşamada ise ilk aşamadan elde edilen veriler ışığında seçilmiş olan yağların hedef patojen mikroorganizmalar üzerindeki antibakteriyel etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. ve *Bacillus cereus* kültürleri için minimum inhibisyon konsantrasyonu (MİK) değerleri tespit edilmiştir.

Tüm bu aşamalarda yapılan analizler 2 tekrarlı ve 2 paralelli olacak şekilde tasarlanmıştır.

3.2.1. Çalışmada kullanılan yağların % serbest yağ asitliği değerlerinin belirlenmesi

10 ml yağ örneklerine indikatör olarak fenolftaleyn ilave edilmiş ve 0.1 sodyum hidroksit (NaOH, 6462, Almanya) çözeltisi ile titre edilmiştir. Dönüm noktası elektrometrik olarak izlenmiştir. Fenolftaleyn, pH 8.1'deyken hafif pembe renge dönüşmektedir. Sonuçlar oleik asit cinsinden aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 1992).

$$\% \text{ Serbest yağ asitliği} = \frac{V \cdot f \cdot E}{M} \cdot 100 \quad (\text{Denklem 4.1})$$

M

V= Harcanan 0.1 N NaOH miktarı (ml),

f = Kullanılan baz çözeltinin normalitesi,

E = 1 ml 0.1 N NaOH'in eşdeğer asit miktarı (g),

M= Örneğin gerçek miktarı (ml).

3.2.2. Çalışmada kullanılan yağların yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi

Yağ asidi analizi Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Kimya Bölüm'ü tarafından gerçekleştirilmiştir. Yağ numunelerinden 50 mg tartılarak 3 ml hekzan içinde

çözdürülmüştür. Üzerine 3 ml, 2 M KOH (metanol içinde hazırlanmış) ilave edilerek 1 dakika vortekslenmiştir. Fazların ayrılması için 30 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra üst fazdan 1 ml GC vialine alınarak analiz edilmiştir. Yağ asitlerinin analizi Perkin Elmer Clarus 500 marka gaz kromatografi cihazında yapılmıştır. Alev iyonlaştırma dedektörü ve kapiler kolon (RTX-2330; 30 m x 0.25 mm x 0.20 µm) kullanılmıştır. GC cihazının dedektör sıcaklığı 250 °C, enjektör sıcaklığı 250 °C, enjeksiyon spliti 50/1, taşıyıcı gaz (helyum) akış hızı 1 ml/dk olarak belirlenmiştir. Fırın sıcaklığı programı 120 °C’de 2 dakika olarak ayarlanmış, 2 dakika içinde 180 °C’ye arttırılması sağlanmış, 180 °C’den 200 °C’ye kadar dakikada 4 °C hızla sıcaklık arttırılmış ve 200 °C’de 3 dakika bekletilerek fırın programı sonlandırılmıştır.

3.2.3. Çalışmada kullanılan yağların mikrobiyolojik analizleri

Çalışmada kullanılan yağların mikrobiyolojik analizler için hazırlanması

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı, termofilik aerobik bakteri sayımı, küf-maya sayımı, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Escherichia coli* ve toplam ve fekal koliform bakteri sayımlarında kullanılacak yağ örnekleri aşağıda belirtildiği şekilde hazırlanmıştır. Steril erlenlere aseptik koşullarda 10 ml yağ aktarılmış ve 90 ml %0.1’lik peptonlu su (PW, Merck, 1.07224, Almanya) eklenip 1 dakika süreyle stomacher cihazında (IUL 707/470 Instruments, İspanya) homojenize edilmiştir. Hazırlanan homojenizattan desimal dilüsyonlar hazırlanmıştır.

Ek olarak tez kapsamında gerçekleştirilen bütün mikrobiyolojik analizlerde, yağ numunesi kullanılan dilüsyon sıvısı, ön zenginleştirme, zenginleştirme ve ekim amaçlı sıvı besiyerlerine emülsifiyer ajan olarak Tween 80 (Merck, 8.22187.0500, Almanya) kullanılan besiyerinin %0.1’i kadar kullanılmıştır.

Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı

Hazırlanan dilüsyonlardan Plate Count Agar (PCA, Lab M, LAB149, İngiltere) içeren petrilere yayma plak yöntemiyle ekimler yapılmış ve petri kutuları 30±2 °C’de 48 saat inkübe (Binder, BD23, Almanya) edilmiştir. İnkübasyon sonunda 25–250 arasında

koloni içeren petrilere değerlendirilmeye alınmış ve sonuçlar log kob/ml olarak sunulmuştur (FDA-BAM online, 2001a).

Toplam termofilik aerobik bakteri (TTAB) sayımı

Hazırlanan dilüsyonlardan PCA içeren petrilere yayma plak yöntemiyle ekimler yapılmış ve petri kutuları 55 ± 2 °C'de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda 25–250 arasında koloni içeren kültürler değerlendirilmeye alınmış ve sonuçlar log kob/ml olarak sunulmuştur (Ünlütürk ve Turantaş, 2015).

Maya-küf sayımı

%10 tartarik asit (Merck, 100804, Almanya) içeren Potato Dextrose Agar (PDA, LabM, LAB098, İngiltere) besiyeri kullanılmıştır. Hazırlanmış dilüsyonlardan yayma plak yöntemi ile ekimler yapılmış ve 25 ± 2 °C'de 5 gün süre ile inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda 25–250 arasında koloni içeren petrilere değerlendirilmeye alınmış ve sonuçlar log kob/ml olarak sunulmuştur (FDA-BAM online, 2001b).

Staphylococcus aureus sayımı

Baird Parker Agar (BPA, Merck, 1.05406, Almanya) içeren petri kutularına yayma plak yöntemi ile ekim yapılmış ve 37 ± 2 °C'da 24 saat inkübasyon işlemine tabi tutulmuştur. İnkübasyon sonunda etrafi saydam zonlu, siyah parlak koloniler sayılmıştır. Sonuçlar log kob/g olarak ifade edilmiştir. Bu aşamadan sonra şüpheli kolonilere doğrulama testi olarak koagülaz testi yapılmaktadır. Şüpheli koloniye rastlanmadığından doğrulama testleri uygulanmamıştır (ISO 6888, 2004).

Toplam ve fekal koliform bakteri sayımı ve *E. coli* varlığının tespiti

En muhtemel sayım (EMS) yöntemiyle (3 tüplü) gerçekleştirilmiştir. Örnek dilüsyonlarından 1 ml alınarak, içinde %0.1'i miktarında Tween 80 katkılı Lauryl Sulphate Tryptose Broth (LSTB, Merck, 1.10266, Almanya) besiyeri ve Durham tüpü bulunan tüplere ilave edilmiş ve 37 ± 2 °C'de 24–48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda gaz pozitif tüpler belirlenmiş ve EMS tablosundan olası koliform bakteri sayısı hesaplanmıştır. Sonuçları kanıtlamak için tüm gaz pozitif tüplerden

durham tüpü ve %0.1'i miktarında Tween 80 katkılı içeren Brilliant Green Bile Broth (BGBB, Fluka, 16025, İsviçre) besiyerine öze ile inokülasyon yapılmış ve 37±2 °C'de 24–48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda gaz pozitif tüpler belirlenerek EMS tablosuna göre kanıtlanmış koliform bakteri sayısı hesaplanmıştır. Fekal koliform bakteri sayımı yapmak için de toplam koliform analizinde pozitif sonuç veren LSTB tüplerinden, içinde durham tüpü ve %0.1'i miktarında Tween 80 katkılı bulunan *Escherichia coli* Broth (ECB, Lab M, LAB 171, İngiltere) besiyerine lup öze ile ekim yapılmış 45±2 °C'de 24–48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda gaz oluşumu gözlenen tüpler belirlenmiş ve EMS tablosu kullanılarak olası fekal koliform bakteri sayısı saptanmıştır. Yağ örneklerinde *E. coli* olup olmadığını belirlemek için fekal koliform bakteri sayımında pozitif sonuç veren EC Broth tüplerinden EMB (EMBA, Merck, 1.01347, Almanya) agara çizim yapılmış ve petriyerler 37±2 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. EMB agarda ortası koyu merkezli metalik refle veren veya vermeyen tipik kolonilere doğrulama testleri (IMViC) yapılmaktadır. Şüpheli koloniye rastlanmadığından doğrulama testleri uygulanmamıştır (FDA-BAM online, 2013).

Listeria monocytogenes varlığının tespiti

25 ml örnek 225 ml Half Fraser Broth (HFB, Lab M, LAB 211, İngiltere) içerisinde 30±2°C'de 24 saat inkübe edilerek ön zenginleştirme işlemi tamamlanmıştır. Ön zenginleştirme kültüründen 0.1 ml alınarak 10 ml %0.1'i miktarında Tween 80 katkılı Fraser Broth (FB, Lab M, LAB 164, İngiltere) içeren tüplere konulmuş ve tüpler 37±2 °C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İkinci zenginleştirme kültürlerinden %0.1'i miktarında Tween 80 katkılı Oxford agar (OA, Merck, 1.07004, Almanya) ve %0.1'i miktarında Tween 80 katkılı PALCAM agar (PA, Lab M, LAB 148, İngiltere) besiyerine ekim yapılarak 37±2 °C'de 24 – 48 saat inkübe edilmiş ve süre sonunda tipik koloniler belirlenerek doğrulama testlerine tabi tutulmuştur. Şüpheli koloniye rastlanmadığından doğrulama testleri uygulanmamıştır (ISO 11290, 1996).

Salmonella varlığının tespiti

25 ml örnek alınarak 225 ml tamponlanmış peptonlu su (BPW, Lab M, LAB 204, İngiltere) ilave edilmiş ve 37±2 °C'de 16–20 saat inkübe edilerek, ön zenginleştirme yapılmıştır; ön zenginleştirme kültüründen alınan 10 ve 0.1 ml numune sırasıyla 100 ml

%0.1'i miktarında Tween 80 katkılı Selenite Cystine Broth (SCB, Merck, 1.07709, Almanya) ve %0.1'i miktarında Tween 80 katkılı 10 ml Rappaport-Vassiliadis (RVSB, Merck, 1.07700, Almanya) Enrichment Broth'a aktarılmıştır. SCB 35-37 °C'de 24 saat ve RV Enrichment Broth 42 °C'de 24 saat inkübe edildikten sonra %0.1'i miktarında Tween 80 katkılı Brilliant Green Agar (BGA, Lab M, LAB 34, İngiltere) ve %0.1'i miktarında Tween 80 katkılı Bismuth Sulphite Agar (BSA, Liofilchem, 610301, İtalya)'a tek koloni düşürme yöntemi ile çizim yapılmıştır. 37 °C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir. Şüpheli koloniye rastlanmadığından doğrulama testleri uygulanmamıştır (Ünlütürk ve Turantaş, 2015).

3.2.4. Minimum inhibisyon konsantrasyonun (MİK) belirlenmesi

Escherichia coli, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* Typhimurium ve *Bacillus cereus* kültürleri için MİK değerleri yağlarda mikro-tüp dilüsyon yöntemine göre hesaplanmıştır.

Minimum inhibisyon konsantrasyonu öncesinde inoküle edilecek mikroorganizmaların logaritmik artışı ve kültürde bulunan mikroorganizma sayısı tespit edilmek üzere genel amaçlı agar besiyerinde ekimi yapılmıştır. MİK araştırmasında kuyucuklara inoküle edilecek hedef mikroorganizmalar 10^6-10^7 kob/ml mikrobiyel yük olacak şekilde ayarlanmıştır.

MİK değerleri belirlenirken 96 kuyucuklu plaklar kullanılmıştır. 200 µl numune ilk kuyuya yerleştirilecektir. 100 µl BHI Broth kuyulara eklenmiştir. Numune sırasıyla seyreltilmiştir. 100 µl numune ilk kuyudan alınacak ve ikinci kuyuya aktarılmıştır. Aynı şekilde, homojenize edildikten sonra ikinci kuyudan 100 µl numune alınıp üçüncü kuyuya aktarılmıştır. Bu şekilde onibirinci kuyuya kadar dilüsyon işlemi tamamlanmıştır. Seyreltme işlemi sonunda kuyulardaki numunelerin son konsantrasyonu sırasıyla: 1:1 (%100), 1:2 (%50), 1:4 (%25), 1:8 (%12.5), 1:16 (%6.25), 1:32 (%3.13), 1:64 (%1.56), 1:128 (%0.78), 1:256 (%0.39), 1:512 (%0.20), 1:1024 (%0.10) ve şahit numune (%0.00)' dır. 12. kuyucuk şahit numune olarak kullanılmıştır. Seyreltme işleminden sonra kuyuların her birine 10^6-10^7 kob/ml, 100 µl patojen mikroorganizma kültürü inoküle edilmiştir. *B. cereus*, *E. coli*, *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium* ve *S. aureus* 37 ± 2 °C' de BHI sıvı besiyerinde 18-24

saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonucunda her bir kuyudan, BHI agara tek koloni düşürme yöntemi ile çizim yapılmıştır. Sonuçlar negatif ve pozitif olmak üzere kayıt edilmiştir (Altuner, 2008).



4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Çalışmada Kullanılan Yağların Mikrobiyel Kalitesinin Belirlenmesi

Çalışmanın ilk aşamasında, örneklerin mikrobiyel florası, hedef patojen mikroorganizmaların örnekler içinde aranması ve bunların sonucunda, antibakteriyel etki araştırmak için uygun olup olmadıklarını belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu aşamada toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı, termofilik aerobik bakteri sayımı, küf-maya sayımı, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Escherichia coli* ve toplam ve fekal koliform bakteri analizleri gerçekleştirilmiştir.

Ön deneme kapsamında yapılan analizler sonucunda, tez kapsamında incelenen yağların mikroorganizma ihtiva etmedikleri ve çalışmanın ana konusu olan antibakteriyel incelemeye uygun oldukları gözlemlenmiştir (Çizelge 4.1; Çizelge 4.2). Elde edilen sonuçlar, kaynak özetleri başlığı altında incelenen araştırmaların sonuçları ile uyumludur.

Çizelge 4.1. Çalışmada kullanılan yağların mikrobiyel sayım sonuçları (kob/ml)

Yağ Cinsi	Tekerrür	TMAB	TTAB	Küf ve Maya	<i>S. aureus</i>
Argan Yağı	I	0.00	0.00	0.00	0.00
	II	0.00	0.00	0.00	0.00
Bergamot Yağı	I	0.00	0.00	0.00	0.00
	II	0.00	0.00	0.00	0.00
Çörekotu Yağı	I	0.00	0.00	0.00	0.00
	II	0.00	0.00	0.00	0.00
Nar Çekirdeği Yağı	I	0.00	0.00	0.00	0.00
	II	0.00	0.00	0.00	0.00
Zencefil Yağı	I	0.00	0.00	0.00	0.00
	II	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.2. Çalışmada kullanılan yağların patojen testi sonuçları (kob/ml)

Yağ Cinsi	Tekerrür	<i>E. coli</i>	Koliform	Fekal Koliform	<i>L. monocytogenes</i>	<i>Salmonella</i> spp.
Argan Yağı	I	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	II	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bergamot Yağı	I	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	II	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Çörekotu Yağı	I	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	II	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nar Çekirdeği Yağı	I	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	II	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zencefil Yağı	I	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	II	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tez kapsamında, antibakteriyel inceleme öncesinde gerçekleştirilen ön deneme aşaması sonuçları göstermektedir ki; çalışmada kullanılan yağlar mikrobiyel flora itibariyle antimikrobiyel incelemeye uygundur.

4.2. Çalışmada Kullanılan Yağların Serbest Yağ Asitliği ve Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan yağların serbest yağ asitliği ve yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. Serbest yağ asitliği analizi sonuçları, argan yağı, %2.82; bergamot yağı, %0.24; çörekotu yağı, %7.33; nar çekirdeği yağı, %1.50 ve zencefil yağı %1.08 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). En yüksek değer çörekotu yağına (%7.33) ve en düşük değer bergamot yağına (%0.24) aittir. Çörekotu yağının serbest yağ asitliği diğer yağlar temel alındığında yüksek çıkmıştır. Türk Gıda Kodeksi (Anonim, 2019a) ve Codex Alimentarius (Anonim, 2019b) kaynaklarına göre; bitki adı ile anılan yağlarda, asit sayısı değeri üst limiti, 4.00 mg KOH/g yağ olarak belirtmiştir.

Argan yağının serbest yağ asitliği değeri %2.82 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Hanana ve ark. (2018), tarafından yapılan argan yağının fizikokimyasal özelliklerinin incelendiği çalışmada çeşitli yöntemler ile elde edilen farklı argan yağı örneklerinin serbest yağ asitliği değerlerinin, %0.11 – %1.30 arasında değiştiği görülmektedir.

Bergamot yağının serbest yağ asitliği değeri %0.24 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Sicari ve ark. (2017), tarafından yapılan üç farklı bergamot yağı örneğinin fizikokimyasal özelliklerinin incelendiği ve aynı zamanda karşılaştırıldığı araştırmada, serbest yağ asitliği değerlerinin %0.87, %0.62 ve %0.80 olarak tespit edildiği görülmektedir.

Çörekotu yağı serbest yağ asitliği değeri %7.33 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Gharbi ve ark. (2015), tarafından yapılan, çörekotu yağının fizikokimyasal özelliklerinin incelendiği araştırmada, çörekotu yağı serbest yağ asitliği %0.90 ve %2.30 olarak tespit edildiği görülmektedir. Tez kapsamında bulunan değer benzer araştırmalar ve Türk Gıda Kodeks'ine kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Serbest yağ asitliğinin yüksek çıkmasının sebebinin, presleme sıcaklığı veya uygun olmayan depolama koşulları olabileceği tahmin edilmektedir.

Nar çekirdeği yağı serbest yağ asitliği %1.50 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Amri ve ark. (2017), tarafından yapılan nar çekirdeği yağının fizikokimyasal özelliklerinin incelendiği araştırmada, nar çekirdeği yağının serbest yağ asitliği değerinin %1.69 olarak tespit edildiği görülmektedir.

Zencefil yağının serbest yağ asitliği değeri %1.08 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Abitogun ve Badejo, (2010), tarafından yapılan zencefil yağının fizikokimyasal özellikleri ve antibakteriyel etkisinin incelendiği araştırmada, serbest yağ asitliği değerinin %2.27 ve %4.74 olarak tespit edildiği görülmektedir.

Çizelge 4.3. Serbest yağ asitliği sonuçları

Yağ Cinsi	% Serbest yağ asitliği (Oleik Asit Cinsinden)
Argan Yağı	2.82±0.10
Bergamot Yağı	0.24±0.03
Çörekotu Yağı	7.33±0.08
Nar Çekirdeği Yağı	1.50±0.01
Zencefil Yağı	1.08±0.03

Tez kapsamında gerçekleştirilen argan yağı yağ asidi kompozisyonu analizi sonucu olarak, argan yağının majör bileşenlerinin linoleik asit (%52.15), oleik asit (%34.36) ve palmitik asit (%7.68) olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.4). Hanana ve ark. (2018), tarafından yapılan argan yağının fizikokimyasal özelliklerinin incelendiği araştırmada, argan yağının majör bileşenlerinin oleik asit (%47.00), linoleik asit (%33.00) ve palmitik asit (%13.40) olarak tespit edildiği görülmüştür. Rueda ve ark. (2014), tarafından yapılan argan yağının yağ asidi kompozisyonunun incelendiği araştırmada, argan yağının majör bileşenlerinin oleik asit (%45.60), linoleik asit (%34.60) ve palmitik asit (%12.70) olarak tespit edildiği görülmektedir.

Çizelge 4.4. Arğan yağı yağ asidi kompozisyonu analizi sonuçları

Peak #	Zaman (Dakika)	Bileşen Adı	Miktar (%)
1	3.116	C8:0 Caprylic Acid ME	0.00
2	4.545	C10:0 Capric Acid	0.01
3	5.816	C11:0 Undecanoic Acid ME	0.00
4	7.239	C12:0 Lauric Acid	0.03
5	9.168	C13:0 Tridecanoic Acid	0.00
6	11.478	C14:0 Myristic Acid	0.07
7	13.195	C14:1 Myristoleic Acid	0.00
8	14.087	C15:0 Pentadecanoic Acid	0.02
9	16.972	C16:0 Palmitic Acid	7.68
10	18.160	C16:1 Palmitoleic Acid	0.03
12	19.868	C17:0 Heptadecanoic Acid	0.04
13	21.275	C17:1 cis-10-Heptadecanoic Acid	0.03
14	23.089	C18:0 Stearic Acid	2.88
15	24.379	C18:1n9c Oleic Acid	34.36
17	26.699	C18:2n6c Linoleic Acid	52.15
18	28.941	C20:0 Arachidic Acid	0.33
19	29.213	C18:3n3 Alpha Linoleic Acid	1.56
20	30.132	C20:1 cis-11-Eicosenoic Acid	0.29
21	32.361	C20:2 cis-11-14- Eicosenoic Acid	0.03
22	34.633	C22:1n9 Erucic Acid	0.47
23	36.833	C20:5n3	0.00
24	37.087	C24:0 Lingoceric Acid	0.02
26	39.728	C22:6n3	0.00
			100

Tez kapsamında gerçekleştirilen bergamot yağı yağ asidi kompozisyonu analizi sonucu olarak, bergamot yağının majör bileşenlerinin linoleik asit (%53.34), oleik asit (%30.59) ve palmitik asit (%11.01) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Sicari ve ark. (2017), tarafından yapılan, bergamot yağının fizikokimyasal özelliklerinin incelendiği araştırmada, yağ asidi kompozisyonu analizi sonucu olarak, bergamot yağının majör bileşenlerinin oleik asit (%34.55), linoleik asit (%27.98) ve palmitik asit (%21.03) olarak tespit edildiği görülmektedir.

Çizelge 4.5. Bergamot yağı yağ asidi kompozisyonu analizi sonuçları

Peak #	Zaman (Dakika)	Bileşen Adı	Miktar (%)
1	3.116	C8:0 Caprylic Acid ME	0.00
5	4.479	C10:0 Capric Acid	0.00
7	5.641	C11:0 Undecanoic Acid ME	1.23
10	7.128	C12:0 Lauric Acid	0.01
11	9.060	C13:0 Tridecanoic Acid	0.00
12	13.109	C14:1 Myristoleic Acid	0.00
13	14.085	C15:0 Pentadecanoic Acid	0.01
14	16.989	C16:0 Palmitic Acid	11.01
15	18.161	C16:1 Palmitoleic Acid	0.04
17	19.889	C17:0 Heptadecanoic Acid	0.05
18	21.273	C17:1 cis-10-Heptadecanoic Acid	0.03
19	23.101	C18:0 Stearic Acid	2.16
20	24.349	C18:1n9c Oleic Acid	30.59
22	26.677	C18:2n6c Linoleic Acid	53.34
24	29.206	C18:3n3 Alpha Linoleic Acid	0.95
25	30.194	C20:1 cis-11-Eicosenoic Acid	0.26
26	32.401	C20:2 cis-11-14- Eicosenoic Acid	0.03
27	34.765	C22:1n9 Erucic Acid	0.24
28	36.801	C20:5n3	0.01
29	37.008	C24:0 Lingoceric Acid	0.00
31	39.543	C22:6n3	0.02
			100

Tez kapsamında gerçekleştirilen çörekotu yağı yağ asidi kompozisyonu sonucu olarak, çörekotu yağının majör bileşenlerinin linoleik asit (%57.41), oleik asit (%23.33) ve palmitik asit (%12.46) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). Palabıyık ve Aytaç (2018), tarafından yapılan çörekotu sabit ve esansiyel yağlarının fizikokimyasal özelliklerinin incelendiği çalışmada, Türkiye'nin beş ayrı yöresinden alınan çörekotu tohumlarından sabit yağ elde edilmiş ve elde edilen çörekotu yağının yağ asidi kompozisyonu analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen yağların majör bileşenleri sırasıyla; Eskişehir, linoleik asit (%40.87), oleik asit (%36.09) ve palmitik asit (%15.98); Bilecik, linoleik asit (%43.74), oleik asit (%35.43) ve palmitik asit (%15.29); Kahramanmaraş, linoleik asit (%42.26), oleik asit (%36.61) ve palmitik asit (%15.36); Denizli, linoleik asit (%39.20), oleik asit (%37.07) ve palmitik asit (%16.26); Burdur, linoleik asit (%39.55), oleik asit (%37.75) ve palmitik asit (%16.04) olarak tespit edildiği görülmektedir. Thilakarathna ve ark. (2018), tarafından yapılan Etiyopya ve Hindistan kökenli çörekotu yağının yağ asidi kompozisyonunu inceleyen çalışmada, Etiyopya kökenli çörekotu yağının majör bileşenlerinin linoleik asit (%61.25), oleik asit (%17.63) ve palmitik asit (%11.36) ve Hindistan kökenli çörekotu yağının majör

bileşenlerinin linoleik asit (%50.24), oleik asit (%19.09) ve palmitik asit (%10.83) olarak tespit edildiği görülmektedir.

Çizelge 4.6. Çörekotu yağı yağ asidi kompozisyonu analizi sonuçları

Peak #	Zaman (Dakika)	Bileşen Adı	Miktar (%)
1	3.127	C8:0 Caprylic Acid ME	0.00
3	5.757	C11:0 Undecanoic Acid ME	0.01
4	7.189	C12:0 Lauric Acid	0.00
5	9.201	C13:0 Tridecanoic Acid	0.00
6	11.402	C14:0 Myristic Acid	0.18
7	13.003	C14:1 Myristoleic Acid	0.00
8	14.024	C15:0 Pentadecanoic Acid	0.05
9	16.963	C16:0 Palmitic Acid	12.46
10	18.371	C16:1 Palmitoleic Acid	0.22
11	19.856	C17:0 Heptadecanoic Acid	0.05
12	21.215	C17:1 cis-10-Heptadecanoic Acid	0.03
13	23.244	C18:0 Stearic Acid	2.86
14	24.403	C18:1n9c Oleic Acid	23.33
16	26.690	C18:2n6c Linoleic Acid	57.41
17	29.197	C18:3n3 Alpha Linoleic Acid	0.43
18	30.244	C20:1 cis-11-Eicosenoic Acid	0.33
19	32.435	C20:2 cis-11-14- Eicosenoic Acid	2.40
20	34.712	C22:1n9 Erucic Acid	0.07
22	36.413	C23:0 Tricosanoic Acid	0.09
23	36.748	C20:5n3	0.04
24	36.985	C24:0 Lingoceric Acid	0.00
25	38.801	C24:1 Nervonic Acid	0.01
26	39.609	C22:6n3	0.00
			100

Tez kapsamında gerçekleştirilen nar çekirdeği yağı analizi yağ asidi kompozisyonu sonucu olarak, nar çekirdeği yağının majör bileşenlerinin linoleik asit (%47.97), oleik asit (%25.13), linyokerik asit (%13.57) ve palmitik asit (%7.88) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Rowayshed ve ark. (2013), tarafından yapılan araştırmada nar çekirdeği yağının kimyasal özellikleri incelenmiş ve nar çekirdeği yağının majör bileşenlerinin punikik asit (%59.40), linoleik asit (%9.40) ve oleik asit (%6.50) olarak tespit edildiği görülmektedir.

Çizelge 4.7. Nar çekirdeği yağı yağ asidi kompozisyonu analizi sonuçları

Peak #	Zaman (Dakika)	Bileşen Adı	Miktar (%)
1	3.113	C8:0 Caprylic Acid ME	0.00
2	4.529	C10:0 Capric Acid	0.00
3	5.759	C11:0 Undecanoic Acid ME	0.00
4	7.240	C12:0 Lauric Acid	0.01
5	9.028	C13:0 Tridecanoic Acid	0.00
6	11.482	C14:0 Myristic Acid	0.11
7	13.175	C14:1 Myristoleic Acid	0.00
8	14.097	C15:0 Pentadecanoic Acid	0.02
9	16.978	C16:0 Palmitic Acid	7.88
10	18.172	C16:1 Palmitoleic Acid	0.02
12	19.872	C17:0 Heptadecanoic Acid	0.05
13	21.284	C17:1 cis-10-Heptadecanoic Acid	0.03
14	23.009	C18:0 Stearic Acid	3.34
15	24.339	C18:1n9c Oleic Acid	25.13
17	26.676	C18:2n6c Linoleic Acid	47.97
18	28.905	C20:0 Arachidic Acid	0.33
19	29.190	C18:3n3 Alpha Linoleic Acid	0.93
20	30.116	C20:1 cis-11-Eicosenoic Acid	0.25
21	32.349	C20:2 cis-11-14- Eicosenoic Acid	0.02
23	36.525	C23:0 Tricosanoic Acid	0.00
24	36.712	C20:5n3	0.01
25	37.008	C24:0 Lingoceric Acid	13.57
32	38.495	C24:1 Nervonic Acid	0.30
34	39.733	C22:6n3	0.01
			100

Tez kapsamında gerçekleştirilen zencefil yağı yağ asidi kompozisyonu analizi sonucu olarak, zencefil yağının majör bileşenlerinin linoleik asit (%57.83), oleik asit (%28.89) ve palmitik asit (%8.12) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8). Abitogun ve Badejo (2010), tarafından yapılan zencefil yağının fizikokimyasal özelliklerinin incelendiği araştırmada, zencefil yağının majör bileşenlerinin linoleik asit (%23.91), oleik asit (%22.09) ve palmitik asit (%20.96) olarak tespit edildiği görülmektedir.

Çizelge 4.8. Zencefil yağı yağ asidi kompozisyonu analizi sonuçları

Peak #	Zaman (Dakika)	Bileşen Adı	Miktar (%)
1	3.115	C8:0 Caprylic Acid ME	0.00
2	4.484	C10:0 Capric Acid	0.00
3	5.819	C11:0 Undecanoic Acid ME	0.00
4	7.251	C12:0 Lauric Acid	0.01
5	9.057	C13:0 Tridecanoic Acid	0.00
6	11.473	C14:0 Myristic Acid	0.12
7	13.229	C14:1 Myristoleic Acid	0.01
8	14.084	C15:0 Pentadecanoic Acid	0.01
9	16.976	C16:0 Palmitic Acid	8.12
10	18.156	C16:1 Palmitoleic Acid	0.02
12	19.871	C17:0 Heptadecanoic Acid	0.04
13	21.283	C17:1 cis-10-Heptadecanoic Acid	0.03
14	23.039	C18:0 Stearic Acid	3.49
15	24.364	C18:1n9c Oleic Acid	28.89
17	26.710	C18:2n6c Linoleic Acid	57.83
18	28.873	C20:0 Arachidic Acid	0.28
19	29.189	C18:3n3 Alpha Linoleic Acid	0.84
20	30.093	C20:1 cis-11-Eicosenoic Acid	0.16
21	32.344	C20:2 cis-11-14- Eicosenoic Acid	0.03
23	36.523	C23:0 Tricosanoic Acid	0.00
24	36.719	C20:5n3	0.02
25	37.109	C24:0 Lingoceric Acid	0.00
28	38.720	C24:1 Nervonic Acid	0.08
30	39.541	C22:6n3	0.02
			100

Yapılan serbest yağ asitliği ve yağ asidi kompozisyonu analizi sonuçları benzer çalışmalar ile karşılaştırıldığında sonuçların yakın olduğu gözlemlenmektedir. Farklılıkların araştırmalar kapsamlarında kullanılan yağ örneklerinin yetiştirme koşulları, stres seviyeleri ve kemotipsel nedenlerden kaynaklandığı iddia edilmektedir (Turhan, 2015).

Tez kapsamında kullanılan yağ örneklerinin tümünde majör bileşenler linoleik asit, oleik asit ve palmitik asit olarak tespit edilmiştir.

4.3. Çalışmada Kullanılan Yağların MİK Değerlerinin Belirlenmesi

Tez kapsamında *Staphylococcus aureus* üzerinde antimikrobiyel etkisi incelenen beş yağ örneğinden, çörekotu yağının %0.10'luk konsantrasyonda, antibakteriyel etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.9; Çizelge 4.10). Arici ve ark. (2005), Türkiye'nin beş farklı yöresinden temin ettiği örneklerini *S. aureus* üzerinde disk difüzyon yöntemi ile test etmiş ve sonuç olarak %0.50'lik yağ konsantrasyonun,

ortalama 16.16 mm inhibisyon alanı oluşturduğu tespit edilmiştir. Tez kapsamında elde edilen sonuç kaynak özeti bölümünde incelenen benzer araştırmalar ile uyum göstermektedir. Çörekotu yağının gösterdiği inhibisyon etkisinin, çörekotu yağında bulunan terpenik bileşenlerden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Bunun yanı sıra *S. aureus* Gram pozitif bir bakteridir. Gram pozitif bakteriler, aromatik yağlara karşı Gram negatif bakterilere kıyasla daha az direnç göstermektedir. Bunun sebebinin hücre duvarı yapısındaki farklılıktan kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Bergamot yağı, ikinci tekerrür birinci paralelde, ikinci kuyucukta inhibisyon gösterse de diğer üç paralelde benzer sonuçlar gözlemlenmediği için istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.9; Çizelge 4.10).

Tez kapsamında incelenen argan, bergamot, nar çekirdeği ve zencefil yağının inhibisyon etkisi tespit edilmemiştir. Fisher ve Philips (2005), tarafından yapılan araştırmada, bergamot yağı *S. aureus* üzerinde, disk difüzyon yöntemi ile test edilmiş ve 46.00 mm inhibisyon alanı oluşturduğu tespit edilmiştir. Mesomo ve ark. (2012), tarafından yapılan araştırmada, su distilasyonu ile elde edilmiş zencefil yağı, *S. aureus* üzerinde disk difüzyon yöntemi ile test edilmiş ve 8.15 mm inhibisyon alanı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar kaynak özeti kısmında atfedilen çalışmaların sonuçları ile uyum göstermemektedir. Bu durumun, çalışmalarda kullanılan yağ örnekleri ve yöntem çeşitliliği sebebiyle oluştuğu tahmin edilmektedir (Turhan, 2015).

Çizelge 4.9. *Staphylococcus aureus* minimum inhibisyon konsantrasyon sonuçları (1. tekerrür)

	Yağ	Kuyucuk											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Staphylococcus aureus</i>	Argan	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Bergamot	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Çörekotu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Nar Çekirdeği	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Zencefil	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Çizelge 4.10. *Staphylococcus aureus* minimum inhibisyon konsantrasyon sonuçları (2. tekerrür)

	Yağ	Kuyucuk											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Staphylococcus aureus</i>	Argan	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Bergamot	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Çörekotu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	Nar	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Çekirdeği	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Zencefil	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Tez kapsamında test kültürü olarak kullanılan bir diğer mikroorganizma olan *Bacillus cereus* diğerlerinden farklı olarak spor oluşturan bir mikroorganizmadır. Çörekotu yağının, *B. cereus* üzerinde %0.10'luk konsantrasyonda antimikrobiyel etkisi tespit edilmiştir (Çizelge 4.11; Çizelge 4.12). Arici ve ark. (2005), tarafından yapılan çalışmada Türkiye'nin çeşitli yörelerinden temin edilen örnekler, %0.5'lik yağ konsantrasyonlarında *B. cereus* üzerinde disk difüzyon yöntemi ile test edilmiş ve ortalama 11.74 mm inhibisyon alanı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar literatür taraması kapsamında incelenen çalışmaların sonuçları ile uyumludur. İnhibisyon etkisinin çörekotu yağının barındırdığı timokinon gibi bileşenlerden kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Sivasothy ve ark., 2011). Bunun yanısıra *B. cereus* spor oluşturan bir mikroorganizmadır. Bundan dolayı; *B. cereus*'un antimikrobiyel etkiye karşı sporlanması beklenmektedir. Ancak inkübasyon sonucunda böyle bir tepki tespit edilmemiştir.

Tez kapsamında incelenen argan, bergamot, nar çekirdeği ve zencefil yağının test kültürleri üzerinde, inhibisyon etkisi tespit edilmemiştir. Fisher ve Philips (2005), tarafından, disk difüzyon yöntemi ile yapılan çalışmada, bergamot yağının *B. cereus* üzerinde 36.00 mm inhibisyon alanı oluşturduğu tespit edilmiştir. Literatür ile kıyaslandığında, tez kapsamında elde edilen sonuç uyumlu gözükmemektedir. Bunun sebebinin çalışmalarda kullanılan yağ örneklerinin doğal kaynakları ve elde edilme yöntemleri olabileceği tahmin edilmektedir (Turhan, 2015).

Çizelge 4.11. *Bacillus cereus* minimum inhibisyon konsantrasyon sonuçları (1. tekerrür)

	Yağ	Kuyucuk											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Bacillus cereus</i>	Argan	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Bergamot	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Çörekotu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Nar	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Çekirdeği	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Zencefil	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Çizelge 4.12. *Bacillus cereus* minimum inhibisyon konsantrasyon sonuçları (2. tekerrür)

	Yağ	Kuyucuk											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Bacillus cereus</i>	Argan	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Bergamot	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
	Çörekotu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Nar	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Çekirdeği	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Zencefil	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Argan, bergamot, çörekotu, nar çekirdeği ve zencefil yağının *Listeria monocytogenes* üzerinde inhibisyon etkisi tespit edilmemiştir (Çizelge 4.13; Çizelge 4.14). Nair ve ark. (2004), tarafından yapılan çalışmada çörekotu yağının *L. monocytogenes* üzerindeki antimikrobiyel etkisi disk difüzyon yöntemi ile incelenmiş ve 31.50 mm inhibisyon alanı tespit edilmiştir. Mesomo ve ark. (2013), tarafından yapılan çalışmada su distilasyonu ile elde edilmiş zencefil yağının antimikrobiyel etkisi, disk difüzyon yöntemi ile *L. monocytogenes* üzerinde incelenmiş ve 8.66 mm inhibisyon alanı tespit edilmiştir. Tez kapsamında elde edilen sonuçlar, bu çalışmalar ile kıyaslandığında uyumsuzluk gözlemlenmektedir. Bu uyumsuzluğun kullanılan yöntem ve materyalde bulunan farklılıklardan kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Turhan, 2015).

Çizelge 4.13. *Listeria monocytogenes* minimum inhibisyon konsantrasyon sonuçları (1. tekerrür)

	Yağ	Kuyucuk											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Listeria monocytogenes</i>	Argan	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Bergamot	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Çörekotu	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Nar	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Çekirdeği	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Zencefil	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Çizelge 4.14. *Listeria monocytogenes* minimum inhibisyon konsantrasyon sonuçları (2. tekerrür)

	Yağ	Kuyucuk											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Listeria monocytogenes</i>	Argan	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Bergamot	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Çörekotu	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Nar	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Çekirdeği	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Zencefil	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Gram negatif bir bakteri olan *Salmonella* Typhimurium tez kapsamında test kültürü olarak kullanılmış ve argan, bergamot, çörekotu, nar çekirdeği ve zencefil yağının *Salmonella* Typhimurium üzerinde inhibisyon etkisi tespit edilmemiştir (Çizelge 4.15; Çizelge 4.16). Mesomo ve ark. (2013), tarafından disk difüzyon yöntemi ile, su distilasyonu ile elde edilmiş zencefil yağının *S. Typhimurium* üzerindeki inhibisyon etkisi incelenmiş ve 2.45 mm inhibisyon alanı gözlemlenmiştir. Arici ve ark. (2005), tarafından disk difüzyon yöntemi ile yapılan çalışmada Türkiye'nin beş farklı yöresinden temin edilen örneklerin *S. Typhimurium* üzerindeki inhibisyon etkisi araştırılmış ve çörekotu yağının %2.00'lik konsantrasyonda ortalama 24.04 mm inhibisyon alanı tespit edilmiştir. Tez kapsamında elde edilen sonuçlar ve incelenen

kaynak özetleri sonuçları kıyaslandığında, uyumsuzluk gözlemlenmektedir. Bu durumun kaynağının, kullanılan yağların ve çalışma yöntemlerinin arasındaki farklılıklar olduğu tahmin edilmektedir (Turhan, 2015).

Çizelge 4.15. *Salmonella Typhimurium* minimum inhibisyon konsantrasyon sonuçları (1. tekerrür)

	Yağ	Kuyucuk											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Salmonella Typhimurium</i>	Argan	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Bergamot	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Çörekotu	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Nar	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Çekirdeği	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Zencefil	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Çizelge 4.16. *Salmonella Typhimurium* minimum inhibisyon konsantrasyon sonuçları (2. tekerrür)

	Yağ	Kuyucuk											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Salmonella Typhimurium</i>	Argan	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Bergamot	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Çörekotu	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Nar	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Çekirdeği	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Zencefil	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Tez kapsamında test kültürü olarak kullanılan bir diğer Gram negatif bakteri olan *Escherichia coli* üzerinde, yağ örneklerinin hiçbirinin inhibisyon etkisi gözlemlenmemiştir (Çizelge 4.17; Çizelge 4.18). Bergamot yağı birinci tekerrür, ikinci paralelde dördüncü kuyucuğa kadar inhibisyon etkisi göstermiştir. Ancak diğer paralellerde benzer etki tespit edilmediği için bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Sivasothy ve ark. (2011), tarafından MİK yöntemi ile yapılan çalışmada

tohumdan ve yapraktan elde edilen zencefil yağının *E. coli* üzerindeki inhibisyon etkisi incelenmiş ve yapraktan elde edilen yağ örneğinin MİK değeri, 0.63 mg/ml; tohumdan elde edilen yağ örneğinin MİK değeri, 0.31 mg/ml olarak tespit edilmiştir. Arıcı ve ark. (2005) tarafından disk difüzyon yöntemi ile yapılan çalışmada Türkiye'nin beş farklı yöresinden temin edilmiş çörekotu yağı örneklerinin, *E. coli* üzerinde antimikrobiyel etkisi incelenmiş ve %2.00'lik çörekotu yağı konsantrasyonunun ortalama 19.42 mm inhibisyon alanı oluşturduğu tespit edilmiştir. Tez kapsamında elde edilen sonuçların, kaynak özeti kısmında atıf yapılan çalışmaların sonuçları ile uyumsuz olduğu gözlemlenmektedir. Bu uyumsuzluğun kullanılan yöntem ve yağ örnekleri arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Turhan, 2015).

Çizelge 4.17. *Escherichia coli* minimum inhibisyon konsantrasyon sonuçları (1. tekerrür)

	Yağ	Kuyucuk											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Escherichia coli</i>	Argan	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Bergamot	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Çörekotu	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Nar	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Çekirdeği	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Zencefil	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Çizelge 4.18. *Escherichia coli* minimum inhibisyon konsantrasyon sonuçları (2. tekerrür)

	Yağ	Kuyucuk											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Escherichia coli</i>	Argan	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Bergamot	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Çörekotu	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Nar	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Çekirdeği	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Zencefil	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

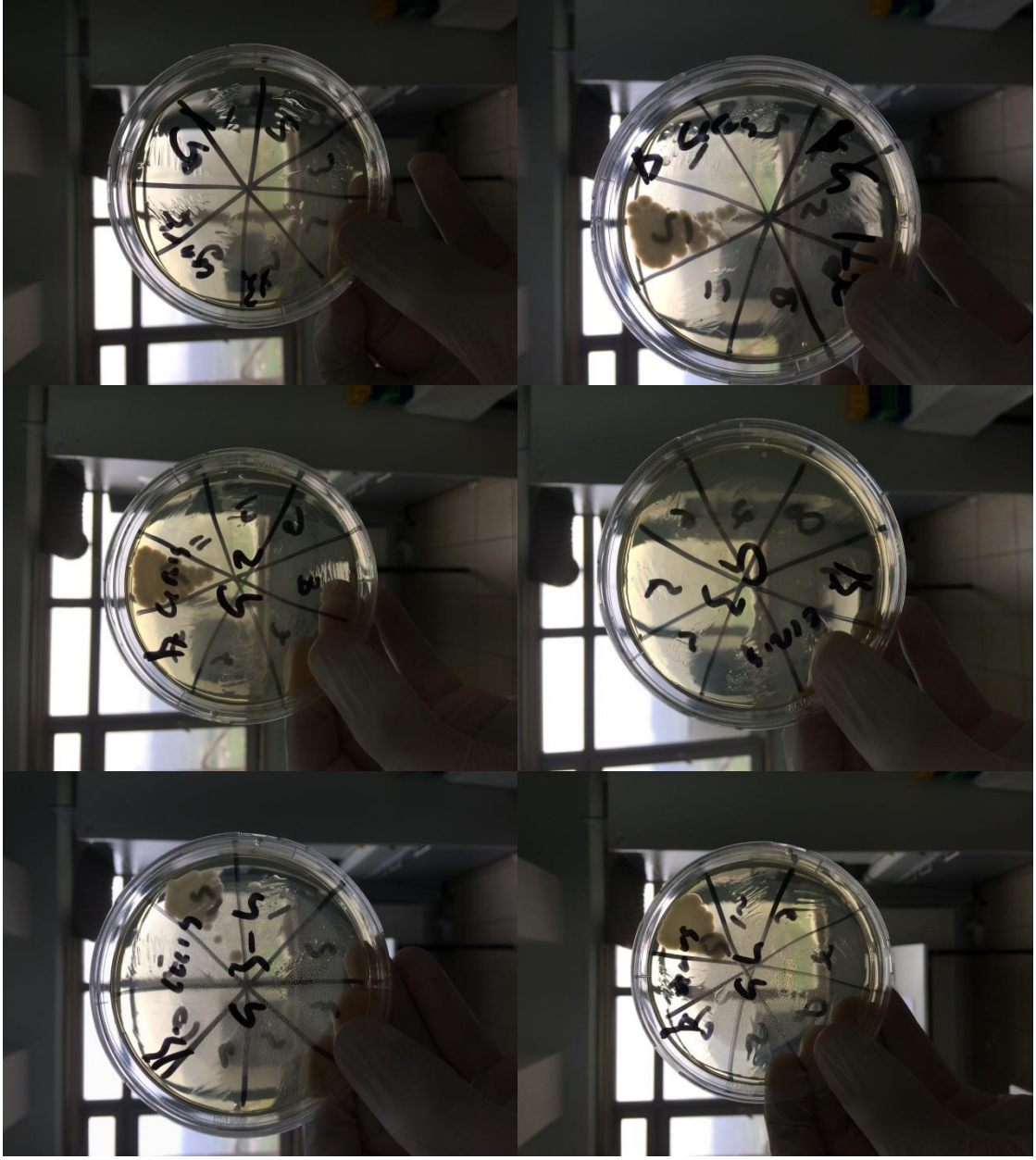
Minimum inhibisyon konsantrasyonu testi sonucu olarak, çörekotu yağının Gram pozitif olan *B. cereus* ve *S. aureus* üzerinde inhibisyon etkisi tespit edilmiştir (Çizelge 4.19; Şekil 4.1; Şekil 4.2). Bununla birlikte diğer yağ örneklerinde üremeyi durdurmasa bile, mikroorganizmaların üreme yoğunluğunu azalttığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.3, Şekil 4.4).

Baba ve ark. (2016), tarafından yapılan çalışmada argan yağının balık patojenlerine karşı inhibisyon etkisi tespit edilmiştir. Russo ve ark. (2016), tarafından yapılan bir diğer çalışmada, bergamot meyvesinin çeşitli kısımlarından elde edilmiş olan bileşenlerin farklı kimyasal yapıda oldukları gözlemlenmiştir. Mahmoudvand ve ark. (2014), tarafından yapılan çalışmada, çörekotu yağının ve değişik ekstratlarının inhibisyon etkisi tespit edilmiştir. Gullon ve ark. (2016), tarafından yapılan çalışmada nar kabuğundan elde edilmiş olan unun *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Salmonella* spp., *S. aureus*, *L. monocytogenes* ve *L. innocua* üzerinde inhibisyon etkisi tespit edilmiştir. Mesomo ve ark. (2013), tarafından yapılan çalışmada ise Zencefil yağının, *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *P. aeruginosa*, *S. Typhimurium* ve *S. flexneri* üzerinde inhibisyon etkisi tespit edilmiştir.

Yukarıdaki paragrafta ve kaynak özetleri kısmında atıf yapılan çalışmaların sonuçları ile tez kapsamında elde edilen sonuçlar kıyaslandığında, sonuçlar arasında uyumsuzluk olduğu görülmektedir. Bu uyumsuzluğun sebeplerinin, çalışma yöntemleri ve çalışmalar kapsamında kullanılan yağ örneklerinin arasındaki farklılıklar olduğu tahmin edilmektedir.

Çizelge 4.19. MİK sonuçlarının genel değerlendirmesi (%)

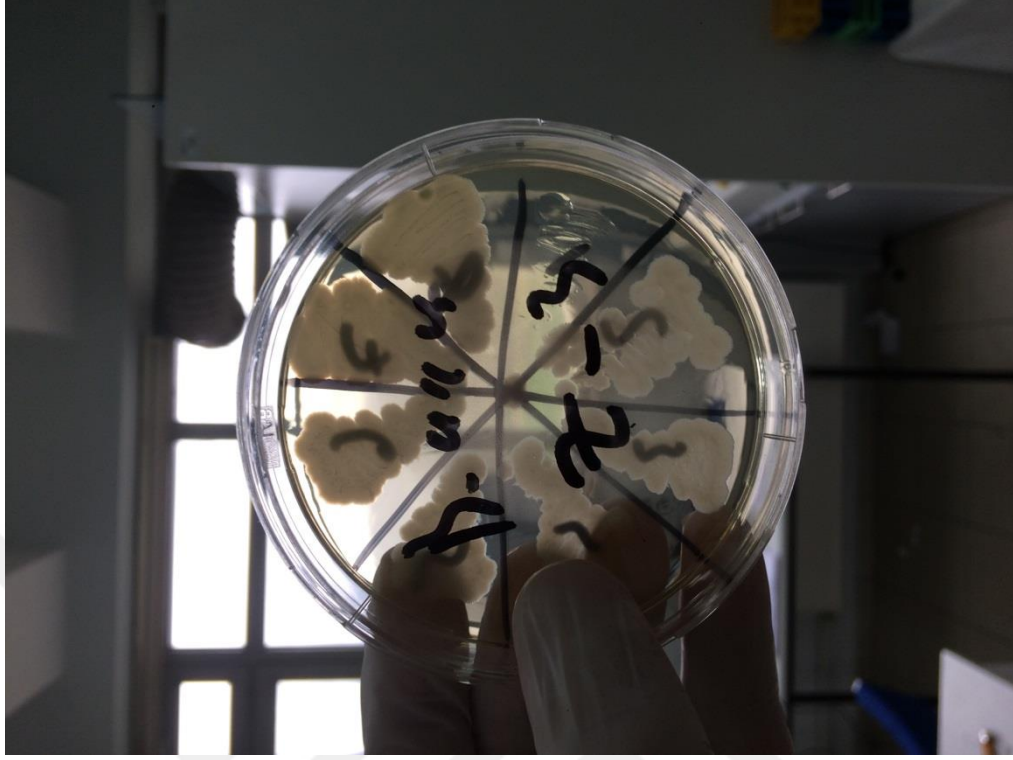
Yağ Cinsi	Mikroorganizma				
	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>S. aureus</i>	<i>Salmonella</i>
Argan	-	-	-	-	-
Bergamot	-	-	-	-	-
Çörekotu	0.10	-	-	0.10	-
Nar Çekirdeği	-	-	-	-	-
Zencefil	-	-	-	-	-



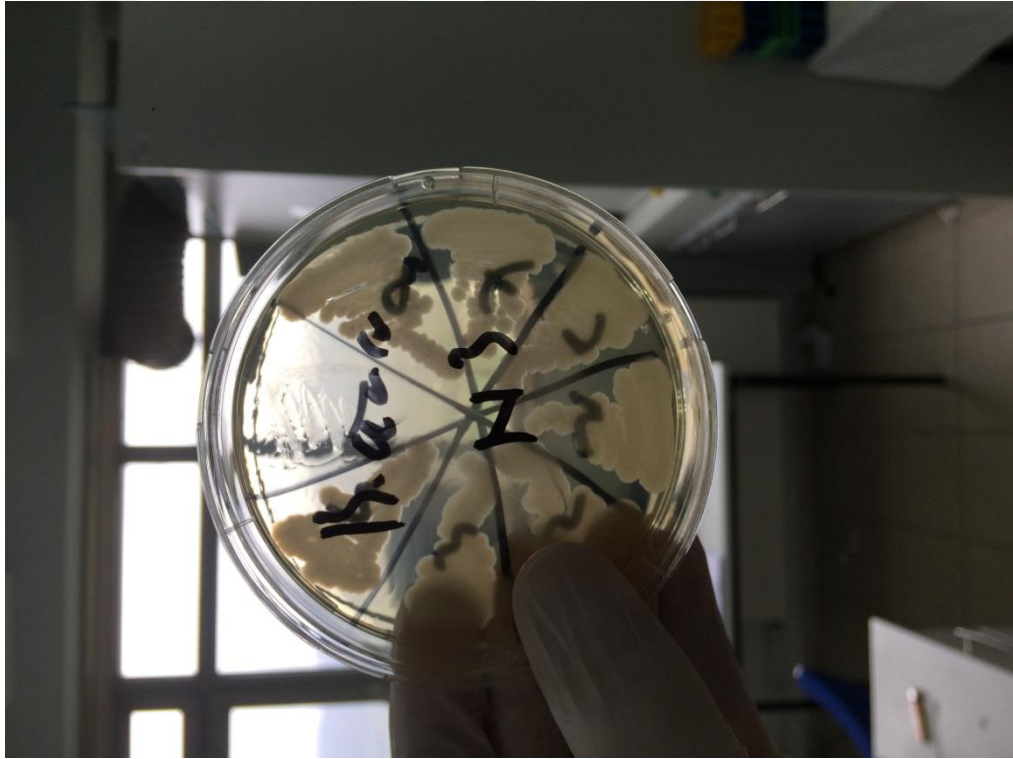
Şekil 4.1. Çörekotu yağının *B. cereus* üzerindeki inhibisyon etkisi



Şekil 4.2. Çörekotu yağının *S. aureus* üzerindeki inhibisyon etkisi



Şekil 4.3. Zencefil yağının *B. cereus* üzerindeki etkisi (1. kuyucuktan 8. kuyucuğa)



Şekil 4.4. Nar yağının *B. cereus* üzerindeki etkisi (1. Kuyucuktan 8. kuyucuğa)

5. SONUÇ

Yapılan çalışmada argan, bergamot, çörekotu, nar çekirdeği ve zencefil yağlarının Gram-negatif *E. coli*, *Salmonella* Typhimurium ve Gram-pozitif *B. cereus*, *L. monocytogenes* ve *S. aureus*'a karşı antibakteriyel etkisi incelenmiştir. İncelenen yağların 10 farklı konsantrasyonununun 1:2 (%50), 1:4 (%25), 1:8 (%12.5), 1:16 (%6.25), 1:32 (%3.13), 1:64 (%1.56), 1:128 (%0.78), 1:256 (%0.39), 1:512 (%0.20), 1:1024 (%0.10), *B. cereus*, *E. coli*, *L. monocytogenes*, *Salmonella* Typhimurium ve *S. aureus* üzerindeki etkisi izlenmiştir. MİK değerleri tespit edilmiştir.

Çalışmada argan, bergamot, nar çekirdeği ve zencefil yağları, test kültürleri üzerinde antibakteriyel etki göstermemiştir. Çörekotu yağının, *B. cereus* ve *S. aureus* üzerinde en seyreltik konsantrasyonda (1:1024 (%0.10)) bakteri gelişimini inhibe ettiği tespit edilmiştir. İnhibisyonun gerçekleştiği mikroorganizmalar Gram pozitif bakterilerdir. Gram pozitif bakteriler, Gram negatif bakterilere kıyasla, aromatik yağlara karşı daha az direnç gösterir. Bunun sebebinin hücre duvarı yapısındaki değişiklik olduğu ileri sürülmektedir. Tez kapsamında incelenen diğer yağ cinslerinin inhibisyon etkisi gözlemlenirse de üreme yoğunluğunu azalttığı tespit edilmiştir.

Aromatik yağların antibakteriyel etkilerini belirlemek zordur. Bunun sebebi yağların elde edildiği kaynak bitkilerin toplanma zamanı, elde edilme yöntemi, kaynak bitkinin veya tohumun hasat edildiği coğrafya, sıvı besiyerleri ve dilüsyon sıvılarında kullanılan emülsifiyer ajanın aktivitesi, antibakteriyel incelemede kullanılan metot farklılıkları gibi birçok değişken elde edilen bulgularda farklılıklara neden olabilmektedir. Bundan dolayı literatürde, aromatik yağların, inhibisyon çapı, MİK ve MBK değerleri değişiklik gösterebilmektedir. Yapılan çalışmada literatür çalışmaları ile birebir uyuşmayan fakat benzer MİK sonuçları elde edilmiştir.

Tez sonucu olarak çörekotu yağının gıda ürünleri ve gıda aktif paketleme sistemlerinde antibakteriyel katkı maddesi olarak kullanılabileceği ileri sürülebilir. Kullanım alanlarının, duyu analizler, fenolik/terpenik madde analizi ve kritik kullanım sınırı (doz) tespiti gibi çalışmalarla desteklenmesi tavsiye edilmektedir.

Bunun yanısıra tezin değerlendirilmesi kapsamında; çalışmada kullanılan yağ örneklerinin ihale yoluyla ticari olarak değil; doğal kaynakların temin edilip,

laboratuvar koşullarında ekstrakte edilmesi ve hatta kaynak özetlerinde bilgisi verildiği üzere, yağlardan ziyade yağların majör komponentlerin incelenmesi, konu üzerinde çalışacak araştırmacıların dikkat etmesi gereken hususlardır. Tez konusunun devamı niteliğinde, antimikrobiyel etkisi incelenmiş yağların, antioksidan özelliklerinin de incelenmesi ile elde edilen bulguların gerek medikal gerekse gıda endüstrisinde daha verimli değerlendirilebileceği düşünölmektedir.

Tüketicilerin son yıllarda doğal ürönlere yönelmesi ile birlikte üreticiler sentetik katkı maddelerine muadil olabilecek doğal katkı maddelerini tercih etmektedir. Patojen mikroorganizmalar insan sağlığını tehdit eden mikroorganizmalardır ve kontrol edilmediği sürece ölümlerle sonuçlanabilecek gıda kaynaklı hastalıklara yol açabilmektedir. Yağlar antibakteriyel etkileriyle gıda üretiminde koruyucu olarak kullanılmaya aday bitkisel katkı maddeleri olabilirler. Ancak yoğun koku ve aromaları sebebiyle kullanımları sınırlıdır. Bu nedenle yağlar üzerinde daha çok araştırma yapılması, daha sağlıklı ve sürdürülebilir gıda güvenliği tekniklerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abitogun, A.S. ve Badejo, O.F., 2010. Physicochemical parameters and antimicrobial activities of oil extracted from ginger. *Ethnobotanical Leaflets*, 14, 381-389.
- Afia, L., Salghi, R., Bammou, L., Bazzi, E., Hammouti, B., Bazzi, L. ve Bouyanzer, A., 2011. Anti-corrosive properties of Argan oil on C38 steel in molar HCL solution. *Journal of Saudi Chemical Society*, 18, 19-25.
- Al-Saffar, A.K. ve Al-Dahmoshi, H.O.M., 2015. Effect of Argan Oil-Hydrogen Peroxide Mixture on *Mycobacterium tuberculosis- In Vitro*. *Journal of Medical Microbiology & Diagnosis*, S3.
- Ali, A., Chen, Y., Liu, H., Yu, L., Baloch, Z., Khalid, S., Zhu, J. ve Chen, L., 2019. Starch-based antimicrobial films functionalized by pomegranate peel. *International Journal of Biological Macromolecules*, Volume 129, 1120-1126.
- Altuner, M.E., 2008. Bazı karayosunu türlerinin antimikrobiyel aktivitesinin belirlenmesi. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 26-44.
- Amri, Z., Lazreg-Aref, L., Mekni, M., El-Gharbi, Z., Dabbaghi, O., Mechri, B. ve Hammami, M., 2017. Oil characterization and lipids class composition of pomegranate seeds. *BioMed Research International*, 2017: 2037341.
- Anonim, 2017a. http://www.foodsafety.govt.nz/elibrary/industry/Bacillus_Cereus-Spore_Forming.pdf. (20.09.2017)
- Anonim, 2017b. <http://www.foodsafety.govt.nz/elibrary/industry/e-coli-overview-web-final-13-01-2015.pdf>. (19.09.2017)
- Anonim, 2017c. http://www.foodsafety.govt.nz/elibrary/industry/Listeria_Monocytogenes-Science_Research.pdf. (19.09.2017)
- Anonim, 2017d. http://www.foodsafety.govt.nz/elibrary/industry/Salmonella_Typhi-Science_Research.pdf. (21.09.2017)
- Anonim, 2017e. http://www.foodsafety.govt.nz/elibrary/industry/Staphylococcus_Aureus-Science_Research.htm. (20.09.2017)
- Anonim, 2019a. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/04/20120412-7-1.pdf>. (10.07.2019)
- Anonim, 2019b. http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B19-1981%252FCXS_019e.pdf. (10.07.2019)
- Anonim, 2019c. <https://www.cdc.gov/ecoli/pdfs/CDC-E.-coli-Factsheet.pdf>. (10.07.2019)
- Anonim, 2019d. <https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/cantaloupes-jensen-farms/index.html>. (10.07.2019)
- Anonim, 2019e. <https://www.cdc.gov/salmonella/outbreaks-2019.html>. (11.07.2019)
- Anonim, 2019f. <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm6250a2.htm>. (11.07.2019)
- Anonim, 2019g. <https://www.klimik.org.tr/wp-content/uploads/2012/02/128201112107-49.pdf>. (12.07.2019)
- Arici, M., Sagdic, O. ve Gecgel U., 2005. Antibacterial effect of Turkish black cumin (*Nigella sativa L.*) oils. *Grasas y Aceites*, Volume 56, Fasc. 4, 259-262.
- Ashraf, S., Anjum, A.A., Ahmad, A., Firyal, S., Sana, S. ve Latif, A.A., 2018. In vitro activity of *Nigella sativa* against antibiotic resistant *Salmonella enterica*. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, Volume 58, 54-58.

- Baba, E., Öntaş, C., Küçükaydın, S., Öztürk, M., Kalpaner, E. ve Ercan, M.D., 2016. Antibacterial Activity of *Citrus limon* Peel Essential Oil and *Argania spinosa* Oil Against Fish Pathogenic Bacteria. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 22 (5), 741-749.
- Bekpınar, E., 2012. Bazı laktik asit suşlarının *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella Typhimurium*'a karşı antimikrobiyel özelliklerinin araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Burt, S., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. *International Journal of Food Microbiology*, Volume 94, 223 – 253.
- Camero, M., Lanave, G., Catella, C., Capozza, P., Gentile, A., Fracchiolla, G., Britti, D., Martella, V., Buonavoglia, C. and Tempesta, M., 2019. Virucidal activity of ginger essential oil against caprine alphaherpesvirus-1. *Veterinary Microbiology*, Volume 230, 150-155.
- Celia, C., Trapasso, E., Locatelli, M., Navarra, M., Ventura, C.A., Wolfram, J., Carafa, M., Morittu, V.M., Britti, D., Marzia, L.D. ve Paolino, D., 2013. Anticancer activity of liposomal bergamot essential oil (BEO) on human neuroblastoma cells. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 112, 548-553.
- Cemeroğlu, B., 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları, Biltav Yayınları, Ankara.
- Cirmi, S., Bisignano, C., Mandalari, G. ve Navarra, M., 2016. Anti-infective Potential of *Citrus bergamia* Risso et Poiteau (Bergamot) Derivatives: A Systematic Review. *Phytotherapy Research*, 30 (9), 1404-1411.
- Dinagaran, S., Sridhar, S. ve Eganathan P., 2016. Chemical composition and antioxidant activities of black seed oil (*Nigella sativa* L.). *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 7 (11), 4473-4479.
- Dorman, H.J.D. ve Deans, S.G., 2000. Antimicrobial agents from plants, antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88, 308-316.
- Ercoli, L., Gallina, S., Nia, Y., Auvray, F., Primavilla, S., Guidi, F., Pierucci, B., Graziotti, C., Decastelli, L. ve Scuota, S., 2017. Investigation of a Staphylococcal Food Poisoning Outbreak from a Chantilly Cream Dessert, in Umbria (Italy). *Foodborne Pathogens and Disease*, 14 (7), 407-413.
- FDA-BAM online, 2001a. Aerobic Plate Count. In “FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 3, <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm063346.htm>. (19.07.2018)
- FDA-BAM online, 2001b. Yeasts, Molds and Mycotoxins .In “FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 18, <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm071435.htm>. (19.07.2018)
- FDA-BAM online,, 2013. Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. In “FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 4, <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm>. (19.07.2018)

- Fisher, K. ve Phillips, C.A., 2006. The effect of lemon, orange and bergamot essential oils and their component on the survival of *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* O157, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* and *Staphylococcus aureus* in vitro and in food systems. *Journal of Applied Microbiology*, 101 (6), 1232-1240.
- Gharbi, S., Harhar, H., Guillaume, D., Roudani, A., Boulbaroud, S., Ibrahimi, M., Ahmad, M., Sultana, S., Hadda, T.B., Chafchaoui-Moussaoui, I. ve Charrouf, Z., 2015. Chemical investigation of *Nigella sativa* L. seed oil produced in Morocco. *Journal of Saudi Society of Agriculture Sciences*, Volume 14, 172-177.
- Gloud, D. ve Chamberlaine, A., 1995. *Staphylococcus aureus*: a review of the literature. *Journal of Clinical Nursery*, 4 (1), 5-12.
- Gopinathan, A., Kumar, A., Sen, A.C., Sudha, S., Varma, P., Sunil, G.S., Eapen, M. ve Dinesh, K.R., 2018. A case series and review of *Bacillus cereus* endocarditis from India. *The Open Microbiology Journal*, 12, 28-33.
- Gullon, B., Pintado, M.E., Perez-Alvarez, J.A. ve Viuda-Martos, M., 2016. Assessment of polyphenolic profile and antibacterial activity of pomegranate peel (*Punica granatum*) flour obtained from co-product of juice extraction. *Food Control*, Volume 59, 94-98.
- Hanana, M., Mezghenni, H., Ayed, R.B., Jarradi, S., Jamoussi, B. ve Hamrouni, L., 2018. Nutraceutical potentialities of Tunisian Argan oil based on its physicochemical properties and fatty acid content as assessed through Bayesian network analyses. *Lipids in Health and Disease*, 17, 138.
- Hassanien, M.F.R.R., Mahgoup, S.A. ve El-Zahar, K.M., 2014. Soft cheese supplemented with black cumin oil: Impact on food borne pathogens and quality during storage. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 21 (3), 280-288.
- Holley, R.A. ve Patel, D., 2005. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiology*, 22, 273-292.
- ISO 11290, 1996. International Organization for Standardization, Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes*, ISO 11290, İsviçre.
- ISO 6888, 2004. International Organization for Standardization, Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species), ISO 6888, İsviçre.
- Jajere, S.M., 2019. A review of *Salmonella enterica* with particular focus on the pathogenicity and virulence factors, host specificity and antimicrobial resistance including multidrug resistance. *Veterinary World*, 12 (4), 504-521.
- Jang, J., Hur, H.G., Sadowsky, M.J., Byappanahalli, M.N., Yan, T. ve Ishii, S., 2017. Environmental *Escherichia coli*: ecology and public health implications-a review. *Journal of Applied Microbiology*, 123, 570-581.
- Karabıyıklı, Ş. ve Kışla, D., 2012. Inhibitory effect of sour pomegranate sauces on some green vegetables and kisir. *International Journal of Food Microbiology*, 155 (3), 211-216.
- Karapınar, M. ve Gönül, Ş.A., 2015. Gıda Kaynaklı Mikrobiyel Hastalıklar. Gıda Mikrobiyolojisi, Editörler: Ünlütürk, A. ve Turantaş, F. Meta Basım, İzmir, 107-163.

- Li, Z.H., Cai, M., Liu, Y.S. ve Luo S.L., 2019. Antibacterial Activity and Mechanism of Essential Oil from *Citrus medica* L. var. *sarcodactylis*. *Molecules*, Volume 24, 1577.
- Mahmoudvand, H., Sepahvand, A., Jahanbakhsh, S., Ezarpour, B. ve Ayatollahi, M.S.A., 2014. Evaluation of antifungal activities of the essential oil and various extracts of *Nigella sativa* and its main component, thymoquinone against pathogenic dermatophyte strains. *Journal de Mycologie Medicale*, Volume 24, Issue 4, 155-161.
- Mcdowell, R.H., Sands, E.M. ve Friedman, H., 2019. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459121/#>. (19.07.2018)
- Mesomo, M., Corazza, M.L., Ndiaye, P.M., Santa, O.R.D., Cardozo, L. ve Scheer, A.P., 2013. Supercritical CO₂ extracts and essential oil of ginger (*Zingiber officinale* R.): Chemical composition and antibacterial activity. *Journal of Supercritical Fluids*, Volume 80, 44-49.
- Nadaf, N.H., Gawade, S.S., Muniv, A.S., Waghmare, S.R., Jadhav, D.B. ve Sonawane, K.D., 2015. Exploring anti-yeast activity of *Nigella sativa* seed extracts. *Industrial Crops and Products*, Volume 77, 624-630.
- Naher, H.S., Al-Dahmashi, H.O., Al-Khafaji, N.S., Al-Saffar, A.K. ve Al-Saffar, H.K., 2014. Anti-Pseudomonal Effect of Argan Oil on *Pseudomonas aeruginosa* Recovered from Burn Patients in Hilla City, Iraq. *Journal of Infectious Diseases*, Volume 113, 270-276.
- Nair, M.K.M., Vasudevan, P. ve Venkitanarayanan, K., 2004. Antibacterial effect of black seed oil on *Listeria monocytogenes*. *Food Control*, Volume 16, 395-398.
- Palabıyık, G.A. ve Aytacı, Z., 2018. Chemical composition of the fixed and essential oils of *Nigella sativa* L. from Turkey. *Current Perspective on Medicinal & Aromatic Plants*, Volume 1, 19-27.
- Panichayupkaranant, P., Tewtrakul, S. ve Yuenyongsawad, S., 2010. Antibacterial, anti-inflammatory and anti-allergic activities of standartised pomegranate rind extract. *Food Chemistry*, Volume 123, 400-403.
- Rowayshed, G., Salama, A., Abul-Fadl, M., Akila-Hamza, S. ve Emad, A.M., 2013. Nutritional and chemical evaluation for pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peel and seeds powders by products. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 3(4), 169-179.
- Rueda, A., Seiquer, I., Olalla, M., Gimenez, R., Lara, L. ve Cabrera-Vique, C., 2014. Characterization of fatty acid profile of argan oil and other edible vegetable oils by gas chromatography and discriminant analysis. *Journal of Chemistry*, Volume 2014, Article ID 843908.
- Russo, M., Arigo, A., Calabro, M.L., Farnetti, S., Mondello, L. ve Dugo, P., 2016. Bergamot (*Citrus bergamia* Risso) as a source of nutraceuticals: Limonoids and flavonoids. *Journal of Functional Food*, Volume 20, 10-19.
- Sicari, V., Messina, F. ve Pellicano, T.M., 2017. Comparison of physicochemical characteristic and composition of bergamot oil seed extracted from three different cultivars. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 29 (6), 470-475.
- Sivasothy, Y., Chong, W.K., Hamid, A., Eldeen, I.M., Sulaiman, S.F. ve Awang, K., 2011. Essential oils of *Zingiber officinale* var. *rubrum* Theilade and their antibacterial activities. *Food Chemistry*, Volume 124, Issue 2, 514-517.

- Sivasothy, Y., Sulaiman S.F., Ooi, K.L., Ibrahim, H. ve Awang, K., 2013. Antioxidant and antibacterial activities of flavonoids and curcuminoids from *Zingiber spectabile* Griff. *Food Control*, Volume 30, Issue 2, 714-720.
- Souza E.L., Stamford, T.L.M., Lima, E.O., Trajano, V.N. ve Filho, J.M.B., 2005. Antimicrobial effectiveness of spices: an approach for use in food conversation systems. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48, 549-558.
- Takma, D.K. ve Korel, F., 2019. Active packaging films as a carrier of black cumin essential oil: Development and effect on quality and shelf-life of chicken breast meat. *Food Packaging and Shelf Life*, Volume 19, 210-217.
- Tepe, A., 2014. Marmara bölgesinde faaliyet gösteren mezbahalarda *Listeria monocytogenes* varlığı üzerine araştırma. (Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Thilakarathna, R.C.N., Madhusan, G.D.M.P. ve Navaratne, S.B., 2018. Determination of composition of fatty acid profile of Ethiopian and Indian black cumin oil (*Nigella sativa*). *International Journal of Food Science and Nutrition*, Volume 3, 1-3.
- Turhan, D., 2015. Bazı Esansiyel Yağların *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* Üzerine Antimikrobiyel Etkisinin Araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Ultee, A., Bennink, M.H.J. ve Moezalaar, R., 2002. The phenolic hydroxyl group of carvacrol is essential for action against the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. *Applied and Environmental Microbiology*, 68 (4), 1561-1568. PhD thesis, ISBN 90-5808-219-9.
- Ünlütürk, A., Karapınar, M. ve Turantaş, F., 2015. Gıdalarda Önemli Mikroorganizmalar. *Gıda Mikrobiyolojisi*, Editörler: Ünlütürk, A. ve Turantaş, F. Meta Basım, İzmir, 11-45.
- Ünlütürk, A. ve Turantaş, F., 2015. Gıdaların Mikrobiyolojik Analizi. Meta Basım, İzmir.
- Verma, S.K., Goswami, P., Verma, R.S., Padalia, R.C., Chauhan, A., Singh, V.R. ve Darokar, M.P., 2016. Chemical composition and antimicrobial activity of bergamot-mint (*Mentha citrate* Ehrh.) essential oil isolated from herbage and aqueous distillate using different methods. *Industrial Crops and Products*, Volume 91, 152-160.
- WHO, 2002. WHO global strategy for food safety: safer food for better health.
- Xing, C., Qin, C., Li, X., Zhang, F., Linhardt, R.J., Sun, P. ve Zhang, A., 2019. Chemical composition and biological activities of essential oil isolated by HP-SPME and UAHD from fruit of bergamot. *LWT – Food Science and Technology*, Volume 104, 38-44.
- Zeybek, U., 1999. Aromaterapi ve Aroma Kozmetikte Kullanılan Esansiyel Yağlar. Tanıtım Kitabı, 1-17, Antalya.

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İlyas GÜLDAL

Doğum Tarihi : 26.09.1989

Yabancı Dil : İngilizce

E-mail : ilyasguldal@gmail.com; ilyas.guldal4016@gop.edu.tr

Adres : Çakmak Mah. Uzunayna Cad. Yeşim Sok. Yeşim Apart. No 23
Daire 11 Ümraniye İstanbul

Öğrenim Durumu

Lise : Heybeliada Deniz Lisesi (2003-2007)

Arnavutköy Korkmaz Yiğit Anadolu Lisesi (2007-2008)

Lisans : Uludağ Üniversitesi (2008-2013)

Yüksek Lisans : Gaziosmanpaşa Üniversitesi (2017-2020)

İş Deneyimi

Satış Temsilcisi : Yıldız Yapı Gıda A.Ş. (2014-2015)

Gıda Mühendisi : Rafinera Yiyecek İçecek Gıda Hizmetleri San. ve Tic. A.Ş.
(2015- 2015)

Proses Mühendisi : Faruk Güllüoğlu (2015-2016)

Sorumlu Yönetici : Sns Gıda Kozmetik Ltd. Şti. (2016-2018)

Danışman : Tci Gözetim ve Danışmanlık Ltd. Şti. (2018-)

Kongre Sunumları

I. Uluslararası Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Kongresi (2017) / Bazı Esansiyel Yağların Antibakteriyel Etkisi (Poster Sunum)

I. Uluslararası Avrasya Biyoloji ve Kimya Bilimleri Konferansı (2018) / Çörekotu Yağının Antioksidant Etkileri (Poster Sunum)

Uluslararası İnovatif Mühendislik Uygulamaları Konferansı (2018) / Derleme: Kekik Yağının Fonksiyonel Özellikleri (Poster Sunum)

Uluslararası Agronomi ve Gıda Bilimleri & Teknolojileri Konferansı (2019) / Argan, Bergamot, Çörekotu, Nar Çekirdeği ve Zencefil Yağlarının Mikrobiyel Profilinin İncelenmesi (Sözlü Sunum)