



T.C.
MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SATUREJA spp. UÇUCU YAĞININ TAVUK
ETİNE İNOKÜLE EDİLEN *Listeria
monocytogenes*'e KARŞI ANTİMİKROBİYAL
AKTİVİTESİ**

Yüstra TOPLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Güvenliği Anabilim Dalı

**Ocak-2026
MUŞ
Her Hakkı Saklıdır**



T.C.
MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SATUREJA spp. UÇUCU YAĞININ TAVUK
ETİNE İNOKÜLE EDİLEN *Listeria
monocytogenes*'e KARŞI ANTİMİKROBİYAL
AKTİVİTESİ**

Yüstra TOPLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Güvenliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Harun ÖNLÜ

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Zeynal TOPALCENGİZ

Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Nurullah DEMİR

**Ocak-2026
MUŞ
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL ve ONAYI

Yüsra TOPLU tarafından hazırlanan “*Satureja* spp. Uçucu Yağının Tavuk Etine İnoküle Edilen *Listeria monocytogenes*'e Karşı Antimikrobiyal Aktivitesi” adlı tez çalışması 19/01/2026 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Güvenliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Doç. Dr. Zeynal TOPALCENGİZ

Muş Alparslan Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Harun ÖNLÜ

Muş Alparslan Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu,
Gıda İşleme Bölümü

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Nurullah DEMİR

Bingöl Üniversitesi,
Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu,
Gıda İşleme Bölümü

Yukarıdaki sonuç;
Enstitü Yönetim Kurulu/...../2025 Tarih ve/..... nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Selçuk SAĞIR
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Yüstra TOPLU

Tarih:29.01.2026

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

***Satureja* spp. UÇUCU YAĞININ TAVUK ETİNE İNOKÜLE EDİLEN *Listeria monocytogenes*'e KARŞI ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTESİ**

Yüstra TOPLU

**Muş Alparslan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Güvenliği Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Harun ÖNLÜ

Listeria monocytogenes, pişmiş tavuk ürünlerinde, özellikle şarküteri ürünleri gibi hazır tüketime uygun ürünlerde önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı, depolama koşullarında hazır tüketime uygun pişmiş tavuk etinde *L. monocytogenes* kontaminasyonuna karşı kekik esansiyel yağının (*Satureja hortensis*: SHEO) antimikrobiyal etkinliğini değerlendirmektir. SHEO'nun antimikrobiyal özellikleri Kirby-Bauer disk difüzyon testleri ile doğrulandı. SHEO'nun koruyucu ve önleyici etkilerini değerlendirmek için, ticari olarak temin edilen tavuk göğüs etleri ile oluşturulan gruplar, daldırma tekniği kullanılarak 2×10^7 KOB/mL *L. monocytogenes* NCTC 5348 ile aşılandı. Oluşturulan gruplar, geleneksel ve vakumlu ambalajlama koşullarında 28 gün boyunca -20°C , $+4^\circ\text{C}$ ve $+10^\circ\text{C}$ 'de depolandı. 0, 1, 3, 5, 7, 14 ve 28. Günlerde alınan numuneler seri dilisyon işlemine tabi tutularak palcam besiyerlerine ekimleri gerçekleştirildi ve gelişen bakteri sayısı KOB/mL olarak hesaplandı. Sonuçlar, SHEO'nun *L. monocytogenes*'in büyümesini (yaklaşık 1 log KOB/mL) özellikle her iki ambalaj türünde $+4^\circ\text{C}$ 'de ilk 5-7 gün boyunca önemli ölçüde bastırdığını gösterdi. Vakumlu ambalajlama, $+4^\circ\text{C}$ ve $+10^\circ\text{C}$ 'de geleneksel ambalajlamaya kıyasla SHEO'nun antimikrobiyal etkisini 14 gün boyunca yaklaşık 1,1-1,3 log KOB/mL oranında uzattı. SHEO'nun antimikrobiyal aktivitesi, kontrol grubuna kıyasla -20°C 'de yaklaşık 0,1-0,5 log KOB/mL aralığıyla sınırlıydı. Bu sonuçlar, uçucu yağların modern paketleme yöntemleriyle birleştirilmesinin, *L. monocytogenes* gibi soğuğa dayanıklı patojenleri kontrol etmek için etkili bir yaklaşım sağlayabileceğini ve böylece hazır et ürünlerinin raf ömrünü ve güvenliğini artırabileceğini göstermektedir.

2026, 47 Sayfa

Anahtar Kelimeler: *Listeria monocytogenes*, *Satureja hortensis*, antimikrobiyal aktivite, tavuk göğüs eti, güvenilir gıda

ABSTRACT

MS THESIS

ANTIMICROBIAL ACTIVITY of *Satureja* spp. ESSENTIAL OIL AGAINST *Listeria monocytogenes* INOCULATED INTO CHICKEN MEAT

Yüstra TOPLU

Muş Alparslan University
Natural and Applied Science
Department of Food Safety

Advisor: Assist. Prof. Dr. Harun ÖNLÜ

Listeria monocytogenes poses a significant threat in cooked poultry products, particularly in ready-to-eat products such as deli meats. The aim of this study was to evaluate the antimicrobial efficacy of thyme essential oil (*Satureja hortensis*: SHEO) against *L. monocytogenes* contamination in ready-to-eat cooked poultry meat under storage conditions. The antimicrobial properties of SHEO were confirmed using Kirby-Bauer disk diffusion tests. To evaluate the protective and preventive effects of SHEO, groups created with commercially available chicken breast meat were inoculated with 2×10^7 CFU/mL *L. monocytogenes* NCTC 5348 using the immersion technique. The groups were stored for 28 days at -20° C, +4° C, and +10° C under conventional and vacuum packaging conditions. 0, 1, 3, 5, 7, 14, and 28. Samples taken daily were subjected to serial dilution and inoculated onto agar plates, and the number of bacteria developed was calculated as CFU/mL. The results showed that SHEO significantly suppressed the growth of *L. monocytogenes* (approximately 1 log CFU/mL), particularly in both packaging types at +4° C during the first 5-7 days. Vacuum packaging extended the antimicrobial effect of SHEO by approximately 1.1-1.3 log CFU/mL for 14 days at +4° C and +10° C compared to conventional packaging. The antimicrobial activity of SHEO was limited to a range of approximately 0.1-0.5 log CFU/mL at -20° C compared to the control group. These results indicate that combining essential oils with modern packaging methods may provide an effective approach to controlling cold-resistant pathogens such as *L. monocytogenes*, thereby increasing the shelf life and safety of ready-to-eat meat products.

2026, 47 Pages

Keywords: *Listeria monocytogenes*, *Satureja hortensis*, antimicrobial activity, chicken breast meat, safe food

TEŞEKKÜR

Çalışmamın yürütülmesi sırasında tecrübe ve bilgisini benden asla esirgemeyen, ne yapacağımı bilemediğim zamanlarda bana yol gösteren saygıdeğer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Harun ÖNLÜ' ye, maddi ve manevi desteğini hep hissettiren kıymetli aile üyelerime ve laboratuvar çalışmalarım esnasında bana rehberlik eden Dr. Öğr. Üyesi Halil İbrahim UZUN ve Dr. Öğr. Üyesi Hasan IŞIK hocalarıma, teşekkürü borç bilirim. Yürüttüğüm çalışmanın gıda güvenliği alanında çalışma yapacaklara katkı sağlamasını temenni ederim.

Yüstra TOPLU
MUŞ-2026

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1 Listeriozis	5
2.2 <i>Listeria</i> ile Mücadelede Kullanılan Yöntemler	7
2.3 <i>Listeria</i> ile Mücadelede Uçucu Yağların Rolü	7
2.4 Uçucu Yağların Antibakteriyal Etki Şekilleri	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	22
3.1 Uçucu Yağların Eldesi	22
3.2 Mikroorganizmaların Hazırlanması	22
3.3 Uçucu Yağın Anti-Listerial Aktivitesinin Belirlenmesi	22
3.4 Geleneksel Ambalajda Saklanan Pişmiş Tavuk Etinde <i>Listeria monocytogenes</i> 'e Karşı SHEO'nun Antimikrobiyal Aktivitesinin Değerlendirilmesi	23
3.5 Tavuk Etinin Hazırlanması	23
3.6 Vakumlu Ambalaj koşullarında saklanan pişmiş tavuk etinde <i>Listeria monocytogenes</i> 'e karşı SHEO'nun antimikrobiyal aktivitesinin değerlendirilmesi	24
3.7 İstatistiksel Analiz.....	25
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA	26
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	33
5.1 Sonuçlar	33
5.2 Öneriler	33
KAYNAKLAR	34
ÖZGEÇMİŞ	47

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler

%	:	Yüzde
±	:	Eksiği veya fazlası
<	:	Küçüktür
Log	:	Logaritma
μ	:	Mikron
ml	:	Mililitre
mm	:	Milimetre
rpm	:	Dakika başına devir
g	:	Gram

Kısaltmalar

AB	:	Avrupa Birliği
CDC	:	Hastalık Kontrol ve Korunma Merkezleri
ECDC	:	Avrupa Hastalık Önleme ve Kontrol Merkezi
EDTA	:	Etilendiamintetraasetik asit
EFSA	:	Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
EO	:	Uçucu yağ
GMP	:	İyi Üretim Uygulamaları
HACCP	:	Tehlike Analizi Kritik Kontrol Noktası
KOB	:	Koloni Oluşturan Birim
LPS	:	Lipopolisakkarit
MAP	:	Modifiye gaz atmosfer paketlenme
pH	:	Hidrojen konsantrasyonunun logaritması
RTE	:	Hazır Tüketime Uygun
SHEO	:	Satureja Hortensis Uçucu Yağı

TSB : Triptik Soya Besiyeri

UV : Ultraviyole



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1 <i>Satureja hortensis</i> 'in uçucu yağ bileşenleri (Bozari ve ark., 2017).....	9
Tablo 2.2 Farklı EO'ların Antilisteriyal Etkilerinin Özeti(Schneider ve ark., 2023).....	14
Tablo 2.3 Farklı gıdalarda ve gıdaların üzerinde incelenen uçucu yağların ve bazı uçucu yağ bileşiklerinin antilisteriyel etkileri. (Schneider ve ark., 2023).....	19
Tablo 4.1 ANOVA-Tukey Testleri Kullanılarak SHEO'nun <i>L. monocytogenes</i> İnhibisyonunda Ambalajlama Yöntemlerinin İstatistiksel Değerlendirmesi.....	29

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1 Disk difüzyon yöntemi ile <i>Listeria monocytogenes</i> NCTC 5348'e karşı <i>Satureja hortensis</i> uçucu yağının in vitro değerlendirmesi:	29
Şekil 4.2 Geleneksel ambalajlarda SHEO'nun Anti- <i>Listeria</i> etkisi:.....	31
Şekil 4.3 SHEO'nun Vakumlu Ambalajlamada Anti- <i>Listeria</i> Etkisi:	32



1. GİRİŞ

Listeria monocytogenes gıda kaynaklı patojenik bir bakteridir. Genel olarak insan popülasyonunda nadiren semptomatik hastalığa neden olur; ancak yüksek risk gruplarında hastalık ciddi ve yaşamı tehdit edici olabilir ve dünya çapında tüm gıda kaynaklı enfeksiyonlar arasında en yüksek ölüm oranlarından birine (~%20) sahiptir. Avrupa Hastalık Önleme ve Kontrol Merkezi (ECDC) ve Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA), listeriyozu 100.000 nüfus başına 0,49 insidans oranı ile en sık bildirilen beşinci insan zoonozu olarak sıralamıştır. En son AB Tek Sağlık Zoonozları Raporuna göre, 2021 yılında AB'den 2183 invaziv insan vakası bildirilmiş ve bu vakalar 923 hastaneye yatış ve 196 ölümle sonuçlanmış olup vaka ölüm oranı %13,7'dir. Bu sebeple *L. monocytogenes* kaynaklı gıda enfeksiyonlarının önlenmesi önem arz etmektedir.

L. monocytogenes gıda endüstrisi için ciddi bir sorundur, çünkü bu bakteri çok çeşitli çevresel streslere karşı yüksek toleransı nedeniyle gıda üretimi sırasında birçok ekstrem koşulda (yüksek tuzluluk (%10), düşük su aktivitesi (<0,9), düşük sıcaklık (4°C) ve 4,1-9,6 pH aralığında) hayatta kalabilir. Diğer birçok patojenin aksine *Listeria*, soğutma koşullarının yanı sıra +1°C ila 45°C arasında değişen daha yüksek sıcaklıklarda da büyüyebilir. *L. monocytogenes* kümes hayvanları, domuz eti, sığır eti, süt ürünleri, ekmek, balık, hazır gıdalar ve taze ürünler gibi çeşitli gıda ürünlerinde bulunabilir. Bu bakterinin biyofilm oluşturma yeteneği, yüzeylerden, taşıma araçlarından ve paslanmaz çelik cihazlardan enfeksiyonu kolaylaştırır. Et ve et ürünlerinin *L. monocytogenes* ile kontaminasyonu çeşitli gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde rapor edilmiştir. Üretilen hazır gıdaların artan miktarlarda tüketilmesiyle birlikte, *L. monocytogenes* zorunlu fırsatçı insan gıda kaynaklı patojeni olarak kabul edilmiştir. *L. monocytogenes* tüm insan popülasyonları için enfektif olmasına rağmen, özellikle hamile kadınlar, yenidoğanlar, yaşlılar ve bağışıklık sistemi baskılanmış bireylerde ciddi sorunlara yol açma eğilimindedir.

L. monocytogenes'in neden olduğu önemli sağlık riski nedeniyle, *L. monocytogenes* kontaminasyonu riski taşıyan gıdaların işlenmesi ve muamelesine odaklanan düzenlemeler bulunmaktadır. Kişisel hijyene ek olarak, gıda güvenliği düzenlemelerinin can alıcı noktaları çalışma yüzeylerini ve paketlenme teknolojisini etkilemektedir. Günümüzde yüzeylerin temizliği, biyofilm oluşumunun kontrolünde de

etkili olan hidrojen peroksit ve EDTA bazlı dezenfektanlarla sağlanmaktadır. Et ürünlerinin *L. monocytogenes* ile kontaminasyonun engellenmesi ve depolama süresi boyunca ürünleri kontrol altında tutmak için faj terapi ve bitkisel uçucu yağların (EOs) kullanımı gibi yöntem kullanılmaktadır. Potansiyel tıbbi, tarımsal ve endüstriyel uygulamaları nedeniyle, EOs'ların antibakteriyel etkisi çeşitli araştırma gruplarının odak noktası olmuştur. Daha önceki çalışmalarda *Achillea millefolium*, *Allium sativum* L., *Cinnamomum zeylanicum*, *Citrus sinensis*, *Melissa officinalis* ve *Satureja horvatii* gibi bitkilerin uçucu yağları *L. monocytogenes* kontaminasyonun önlenmesi için kullanılmıştır. Gıdaların raf ömrünün iyileştirilmesi, bozulmadan kaynaklanan kayıpları azaltarak önemli bir ekonomik etkiye sahip olabilir. Bu bağlamda, daha önceki çalışmalarda EOs doğal koruyucu olarak tek başına veya kombinasyon halinde kullanılmış ve kullanımları deneysel olarak aşılansın *L. monocytogenes*'in azaltılmasına ve ortadan kaldırılmasına katkıda bulunduğuna dair sonuçlar elde edilmiştir.

Yapılacak olan bu çalışma *L. monocytogenes* kaynaklı gıda bozulmalarının engellenmesi, ortaya çıkan ekonomik ve sağlık problemlerinin aşılabilmesi için önem arz etmektedir. Bu araştırmada, *Satureja hortensis*'ten elde edilen uçucu yağ (SHEO), pişmiş tavuk etinde *L. monocytogenes* kontaminasyonunu önlemek için kullanılmıştır. Bu çalışmanın amacı, çeşitli sıcaklıklarda (-20°C , $+4^{\circ}\text{C}$ ve $+10^{\circ}\text{C}$) 28 gün boyunca saklanan hazır tavuk etinde SHEO'nun *Listeria*'ya karşı etkilerini değerlendirmektir. Bu araştırma, bitki kaynaklı biyoaktif bileşiklerin kullanımıyla güvenli gıda üretimine katkıda bulunmayı ve sürdürülebilir antimikrobiyal stratejileri teşvik etmeyi amaçlamaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Gıda, “doğrudan insan tüketimine sunulmayan canlı hayvanlar, yem, hasat edilmemiş bitkiler, tedavi amaçlı kullanılan tıbbi ürünler, kozmetikler, tütün ve tütün mamulleri hariç insanlar tarafından yenilen, içilen ve yenilmesi, içilmesi beklenen işlenmiş, kısmen işlenmiş veya işlenmemiş her türlü maddeyi ifade eder”(Badem, 2023). İnsanoğlu, yaşamını devam ettirebilmek amacıyla yüzyıllarca çeşitli gıdalar tüketmiştir fakat bu gıdaların tüketimi esnasında bazı sağlık riskleriyle karşı karşıya kalmışlardır.

Günümüzde en yaygın görülen sağlık sorunlarının başında kontamine olmuş gıdaların tüketimi gelmektedir. Kontaminasyona maruz kalan gıdalar iki çeşit ekonomik kayıp getirmektedir. Birincisi kontamine olan gıdaların raflardan toplanıp olası tazminat bedelinin ödenmesi iken ikincisi kontaminasyon nedeniyle müşterinin güven kaybı sonucu üreticinin ürettiği gıdalardan hatta üreticinin kendisinden vazgeçmesidir. Bu kontaminasyon sağlığa zarar vermekle kalmayıp gıda işletmelerinde de ekonomik verimliliğin düşmesine neden olurken gıda kontaminasyonu sebebiyle ortaya çıkan sağlık riskleri için ayrılan zamanın artıp bakım harcamalarının yükselmesine de neden olabilmektedir. HACCP (tehlike analizi kritik kontrol noktası) yöntemi (sunuma hazırlanan gıdaların güvenliğinin sağlanması ve güvenilir ürünlerin üretimden müşteriye ulaşana dek düzgün şekilde işleyen bir sistemden geçip korunmasını temel alan, malzeme temininden başlayarak ürünlerin hazırlık, işleme, ambalajlanma, nakledilme ve depolanma gibi tüm aşamalarında tehlikeleri belirleyip gerekli görülen yerlerde kritik kontrol noktaları belirleyip bu noktaları izleyip önlem alan bir gıda güvenliği uygulamasıdır. Bu sistem uygulanacağı işletmenin fiziki şartlarına, çalıştırılan personelin eğitim durumuna, işletme büyüklüğüne göre değişiklik gösterebilmektedir. Aynı zamanda sistemin bir diğer adı literatürde ‘iyi üretim uygulamaları (Good Manufacturing Paractice / GMP)’ olarak da geçmektedir (Türksoy ve Altınığne, 2008) standartlarına bağlı kalmak, tüketicilerin eğitilmesi ve güvenli gıda işleme alanlarının oluşturulması kontamine gıdaların sebebiyet vereceği ekonomik zararları azaltmada/önlemede çözüm yolu sunmaktadır.

Gıda kaynaklı tehlikeler iki grupta toplanabilir:

Birincisi (mikro-) biyolojik tehlikelerdir: patojenik bakteriler, virüsler ve parazitler

İkincisi kimyasal tehlikelerdir: pestisit ve veteriner ilaçlarının kalıntıları, sığırlarda hormon kullanımı, yasadışı gıda katkı maddeleri, mikotoksinler, biyotoksinler ve radyonüklidler.

Bu tehlike kategorileri arasında mikrobiyolojik kontaminasyon açık ara farkla daha önemlidir (Organization, 1999).

CDC raporları incelendiğinde; ölümlerle sonuçlanan gıda kaynaklı hastalıklar arasında listeriyoz üçüncü sırada yer almakta ve her yıl yaklaşık olarak 260 ölüm vakası görülmektedir. Listeriyoz vakalarının genel mortalite oranı yaklaşık %20 iken, vakaların neredeyse tamamı hastane yatışı gerektirmektedir. Gebelikle ilişkili vakalar incelendiğinde ise bu oran daha yüksek bulunup; vakaların yaklaşık %25'i yenidoğan ölümüyle veya fetal kayıp ile sonuçlanmaktadır (Liatsos ve ark., 2012).

L. monocytogenes, her türlü ortamda var olabilen, zorlu şartlarda dahi hayatta kalma yeteneğine sahip, insanlara kontamine gıdaların tüketilmesi veya enfekte olmuş hayvanlar aracılığı ile bulaşıp insan hayatını ciddi anlamda tehdit eden (Barel, 2023) gram pozitif, fakültatif anaerob, kapsülsüz bir bakteri türüdür (Yavuz, 2010).

L. monocytogenes, virülansı, yüksek ölüm oranı, işleme sırasında çapraz kontaminasyon eğilimi ve soğutma sıcaklıklarında hayatta kalma kabiliyeti nedeniyle gıda kaynaklı bir patojen olarak insan sağlığı için büyük bir tehdit oluşturmaktadır (Arthur ve ark., 2025). *L. monocytogenes* 30° C'de hareket kabiliyeti gösterir ve saprofit olarak geniş bir sıcaklık aralığında gelişebilir. Çoğunlukla çiftlik veya tesis düzeyinde meydana gelen kontaminasyon nedeniyle, gıda işleme ortamlarında uzun süre kalıcıdır (Linke ve ark., 2014). *L. monocytogenes*, doğada yaygın olarak bulunur ve çeşitli ortamlarda gelişir. Bunlar arasında toprak, su, peynir ve süt gibi süt ürünleri, hazır ve çiğ et ürünleri, gıda üretim alanları, taze sebzeler ve çürüyen bitki maddeleri bulunur ve burada saprofit olarak işlev görür (Hafner ve ark., 2021). Hazır veya çiğ et ürünlerinin bu bakteri ile kontamine olması sonucu ortaya çıkan listeriyoz hastalığına yol açtığı için, önemli halk sağlığı ve ekonomik sonuçlarla bağlantılıdır. Amerika Birleşik Devletleri'nde, 2022 ile 2023 yılları arasında *L. monocytogenes* ile kontaminasyon nedeniyle 90 adet gıda ve içecek ürünü geri çağırma vakası meydana gelmiştir. Ayrıca, son yıllarda listeriyozis vakalarıyla ilgili çok sayıda belgelenmiş vaka bulunmaktadır (Zhang ve ark., 2021; Belias ve ark., 2024). Bu bakteri, gıda işleme ve üretim tesislerinde

uzun süre hayatta kalabildiğinden, gıda endüstrisi için kalıcı bir sorun teşkil etmektedir. Bu sorunun ortaya çıkmasındaki temel neden benzersiz büyüme ve hayatta kalabilme yeteneğine, gıda ile temas eden yüzeylere yapışabilmesine, temizlik ve sanitasyon çalışmaları sırasında çevresel mikropları ortadan kaldırmak için kullanılan dezenfektanlara ve antimikrobiyallere karşı dirençli olmasına atfedilmektedir (Zahid ve ark., 2023).

2.1 Listeriosis

Listeriosis, ilk kez 1980'lerin başında gıda kaynaklı bir patojen olarak tanınan Gram-pozitif *L. monocytogenes* bakterisinden kaynaklanır. Keşfedilmesinden bu yana, gıda kaynaklı büyük salgınların bir nedeni olarak tanımlanmıştır (de Noordhout ve ark., 2014). Yapılan çalışmalarda enfeksiyonun öncelikle kontamine olmuş gıdaların (gıdalar, tarladan çatala tüm gıda işleme adımlarında kontamine olabilirler (Matle ve ark., 2020) tüketimi sonucu meydana geldiği sonucuna varılmıştır. Enfeksiyona en çok neden olan gıda türleri ise pişirilmeden tüketilen ve yeniden ısıtılmadan yenen et ürünleri (ezmeler, sosisler vb), süt ürünleri (yoğurtlar ve yumuşak peynirler) ve çeşitli balıkçılık ürünleridir (EFSA, 2022).

Sporadik vakalar ve Listeriyoz salgınları dünya genelinde rapor edilmiş olup çoğunlukla kontamine olmuş et, balık, peynir ve sebze çeşitleriyle ilişkilendirilmektedir. 2014–2019 yılları arasında birçok uluslu salgın yaşanmıştır ve bu salgınlar soğuk tütülenmiş balık ürünlerinin tüketimiyle bağlantılı bulunmuştur. 2009–2010'da Çek Cumhuriyeti, Almanya ve Avusturya'da görülen bir diğer salgının nedeni ise kontamine olmuş ekşi bir peynir türü olan "Quargel" olarak belirlenmiştir. 2021'de ABD'de görülen bir salgın da yumuşak bir peynirle ilişkilendirilmiştir. Güney Afrika'da hazır tüketime uygun (ready-to-eat, RTE) sosis ürünleri ile bağlantılı olarak bildirilen ve 1060 doğrulanmış vaka ile 216 ölümle sonuçlanan salgın, bugüne kadar bildirilen en büyük listeriyoz salgını olarak kayıtlara geçmiştir (Pracser ve ark., 2025). Fransa, Almanya ve İsviçre gibi listeriyozun bildirim zorunluluğu bulunan ülkelerde, listeriyoz insidansı yılda yaklaşık milyon kişi başına 5 vaka olarak rapor edilmektedir (Eroğlu ve Çakıcı, 2024).

Noninvaziv listeriyozda enfeksiyon gastrointestinal sistemle sınırlı iken görülen semptomlar genellikle hafif ve asemptomatiktir. İnvazif listeriyozda ise çoğunlukla enfeksiyon yayılarak miyokardit, pnömoni, sepsis, kornea ülseri veya menenjit gibi

hastalıklara neden olabilmektedir (Schoder ve ark., 2022). Avrupa Hastalık Önleme ve Kontrol Merkezi (ECDC) ve Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA), listeriyozu 100.000 nüfus başına 0,49 insidans oranıyla en sık bildirilen beşinci insan zoonozu olarak sıralamıştır. En son AB Tek Sağlık Zoonozları Raporuna göre, 2021 yılında AB'den 923 hastaneye yatış ve 196 ölümle sonuçlanan 2183 invaziv insan vakası bildirilmiştir ve vaka ölüm oranı %13,7'dir (EFSA, 2022). Gıda patojenlerinin aksine, *L. monocytogenes* oldukça yüksek tuz konsantrasyonuna ve düşük nem içeriğine sahip gıdalarda büyüyebilir. En önemlisi, *L. monocytogenes*, diğer birçok gıda kaynaklı patojenin aksine, soğutma sıcaklıklarında üreyebilmektedir. Gıda ortamında varlığını sürdürme ve çoğalma yeteneği, *L. monocytogenes*'in kontrol edilmesini özellikle zorlaştırmaktadır (de Noordhout ve ark., 2014).

L. monocytogenes enfeksiyonu, çoğunlukla işlenmiş etler, süt ürünleri, hazır meyve ve sebzeler, önceden paketlenmiş sandviçler ve soğuk tütsülenmiş balık gibi kontamine olmuş gıda ürünlerinin tüketilmesinden kaynaklanır (Koopmans ve ark., 2023). Dünya çapında, hazır gıdalar, genellikle ek dekontaminasyon işlemlerinden geçirilmeden tüketildikleri için listeriyozun başlıca nedenleri olarak kabul edilmektedir (Wang ve ark., 2025). Taze veya dondurulmuş hayvancılık ve kümes hayvanlarından elde edilen pişmiş et ürünleri, marine edilmiş etler, tütsülenmiş et, kızartılmış et, ızgara et, kavrulmuş et, batı tarzı jambon, et sosisleri, fermente etler, pişmiş et kurutulmuş eti ve diğer ilgili ürünler dahil olmak üzere çeşitli ürünler sunmaktadır (Koopmans ve ark., 2023; Wang ve ark., 2025). Bu ürünler besin açısından zengindir ve mikrobiyal üreme için ideal bir ortam sağlar, bu da onları üretim ve tüketim aşamalarında patojen kontaminasyonuna karşı savunmasız hale getirir ve bu da gıda kaynaklı hastalıklara yol açabilir (Bumunang ve ark., 2023).

Bunlar arasında tavuk eti, düşük yağ içeriği, yüksek kaliteli protein, uygun fiyat ve kültürel veya dini kısıtlamaların az olması nedeniyle son on yılda küresel tüketiminde önemli bir artış kaydetmiştir. Dünya çapında kümes hayvanı eti en çok tüketilen et türüdür ve 2023 yılında yaklaşık 140 milyon ton tüketilmiştir. Ancak tavuk eti, mikrobiyal üreme için ideal bir ortam sağladığından, gıda güvenliği açısından büyük sorunlar yaratmaktadır. 4° C'lik buzdolabı sıcaklıklarında uzun süreli saklama için ideal değildir. Ancak düzensiz veya yetersiz saklama sıcaklıkları, tavuk eti ve ürünlerini halk sağlığı ve gıda güvenliği açısından riskli hale getirebilir (Serter ve ark., 2024; Göçmez ve İlhak, 2025). Ayrıca,

hazır sandviçler gibi gıdalarda kullanılan pişmiş tavuk eti, *L. monocytogenes* kontaminasyonu riski taşımaktadır.

2.2 *Listeria* ile Mücadelede Kullanılan Yöntemler

L. monocytogenes'den korunma yolları gıdalara göre farklılık göstermektedir. Örneğin sebze ve meyveler için önerilen korunma yöntemi sirkeli su ile yıkayıp durulamak iken, süt için önerilen korunma yöntemi pastörizasyondur (Organization, 2004; Heir ve ark., 2019).

Modifiye gaz atmosfer paketlenme (MAP) , UV işlemi (Govaris ve ark., 2011) (Brown ve ark., 2018) ve kimyasal yıkamalar(organik asitler ve klor) da bakterinin büyümesini engelleme yeteneğine sahip olsa dahi gıdalarda kimyasal koruyucuların kullanımı insan sağlığını tehdit ettiğinden çalışmalar gün geçtikçe doğal çözüm yollarına yönelmektedir (Novais ve ark., 2022).

Sodyum nitrit, sodyum benzoat, күкүрт диоксид vb. gibi farklı kimyasallar da gıdaların mikrobiyal kontaminasyonunu kontrol altında tutmada etkilidirler (Gutiérrez-del-Río ve ark., 2018). Bu etkilerinin yanı sıra bu koruyucu kimyasallar insan ve hayvanlar için potansiyel teratojen ve kanserojen riskler içerdiklerinden tüketiciler açısından endişeye neden olabilmektedirler (Basak ve Guha, 2018; Falleh ve ark., 2020). Bu sebeple, bitkisel bazlı koruyucular, özellikle de aromatik ve tıbbi açıdan önem arz eden bitkilerden elde edilmiş esansiyel yağlar ve bunların aktif bileşenleri antioksidan, antifungal, antibakteriyel özellikleri sayesinde gıda sektöründe giderek yoğun bir ilgi görmektedir (Pisoschi ve ark., 2018; Bhavaniramy ve ark., 2019).

Dünya genelinde de tıbbi-aromatik bitkilere olan ilgi son yıllarda ciddi artış göstermiştir (Temel ve ark., 2018). Tıbbi-aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağlardan kozmetik, parfümeri ve eczacılık alanlarında yararlanılmasının yanı sıra bu yağlar gıda endüstrisinde de yoğun talep görmektedir (Chambre ve ark., 2020).

2.3 *Listeria* ile Mücadelede Uçucu Yağların Rolü

Şifalı bitkiler, tarih öncesi çağlardan beri hastalıkları tedavi etmede kullanılan terapötik bileşiklerin ana kaynaklarındandır. Yapılan çalışmalar bitkilerin şifalı olma özelliğinin ikincil metabolitleri ile ilişkili olduğunu göstermiştir. İkincil metabolitler,

bitkinin hayatta kalmasını sağlayıp savunma işlemini gerçekleştiren fakat bitki büyümesine doğrudan etki etmeyen çok çeşitli bileşiklerdir (Shariatzadeh ve ark., 2025).

Uçucu Yağlar; farklı aromatik bitkilerin yaprak, kabuk, çiçek, tomurcuk, tohum, kök, gövde ve meyvelerinden izole edilen başlıca ikincil metabolik ürünlerdir. “Uçucu yağ” ismi ‘esans’ kelimesinden, yani kokunun yanı sıra aromaların varlığından gelmektedir. Uçucu yağlarda yapısal olarak ilişkili düşük molekül ağırlıklı lipofilik kısa zincirli alifatik hidrokarbonlar, fenil propanoidler, terpenoidler ve fenolik bileşenlerin çokluğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, aldehitler, ketonlar, esterler, oksitler ve alkoller gibi hidrokarbonlar ve oksijenli bileşikler de farklı aromatik bitkilerde uçucu yağların üretimine aktif olarak katılmaktadır (Maurya ve ark., 2021). Uçucu yağların biyoaktif bileşenleri doğada uçucudur, keskin bir koku sağlar ve aroma veya lezzet verme yeteneklerine sahiptir (Sharma ve Chand, 2015). Uçucu yağlar, örneğin çevresel stresi tolere etme, mükemmel antifungal - antimikrobiyal aktiviteler, gıda ve ilaç endüstrilerinde potansiyel önem gibi çevrede bitki savunması için bazı yararlı roller sergiler (Maurya ve ark., 2021).

Ülkemizin birçok şehrinde doğal olarak yetişen ve nadir de olsa Ege Bölgesinde de görülen, Sater olarak da adlandırılan *Satureja hortensis* bitkisi de *Lamiaceae* familyasında yer alır ve uçucu yağ içeriği bakımından oldukça zengindir. *Satureja hortensis* L. (yaz kekiği), cinsin önemli farmakolojik türlerinden biri olup (Wei ve ark., 2025), ikincil metabolitlerinin kimyasal özellikleri nedeniyle küresel ölçekte tıbbi bitki olarak yaygın kullanım alanı bulmaktadır (Askın ve ark., 2025).

Satureja hortensis bitkisinden elde edilen drogların idrar artırıcı, iştah açıcı, terletici, gaz giderici gibi özelliklere sahip olduğu yapılan çalışmalar sonucu bulunmuştur (Arslan, 2011).

Farmakolojik açıdan incelendiğinde yaz kekiğinin uçucu yağları; antimikrobiyal, antioksidan, antibakteriyel, antiinflamatuvar ve antifungal aktivitelerle birlikte antiülser, antidiarreal ve antispazmodik özellikler göstererek geniş bir terapötik potansiyel sunduğu gözlenmiştir (Shariatzadeh ve ark., 2025). Nitekim, Seyedtaghiya ve arkadaşları tarafından yürütülen çalışmada, *S. hortensis* uçucu yağının temel bileşenleri olarak timol (%41,28), γ -terpinen (%37,63), p-simen (%12,2) ve α -terpinen (%3,52) saptanmış ve bu

bileşenlerin *Escherichia coli* ile *Salmonella* gibi mikroorganizmaların proliferasyonunu güçlü bir şekilde inhibe ettiği ortaya konmuştur (Saghabashi ve ark., 2025).

Tablo 2.1 *Satureja hortensis*'in uçucu yağ bileşenleri (Bozari ve ark., 2017).

İçeriğin Adı	(%) Oranı
Naftil Asetamit	0.22
Borneol L	0.17
Terpineol	0.19
3-Siklohegzan	0.06
Timol	10.61
Fenol-2-Metil	11.86
Bifenil	0.64
Fenol-5Metil Asetat	0.5
Karvakril asetat	0.49
Omethoat	0.11
Metilfenoksi asetik asit	0.11
Karyofilen	0.09
Aromadendren	0.03
Jasmolin II	0.53
Pyretrin I	0.04
Sinerin II	0.62
Pyretrin II	1.19
Kaptafol	0.05
Karyofilen Oksid	0.54
Alletrin	0.07
Limonen	3.82
Beta-Pinene	2.98
Simen	13.03
Gamma Terpinen	9.19
Izoprokarb	0.32
Trans-Sabinen Hidrat	0.25
Cinmetilin	1.81
Karvakrol	14.69
Siklohegzonen	15.36
Fenol Asetat	1.63
Karvakril Asetat	1.27
Jasmolin I	0.14
Trans Karyofillen	1.63
Beta Bisabolen	0.89
Leden	0.61
(-)Karyofilen Oksid	1.65
Pirohidrojasmon-1	0.1
Promekarb	0.03

Et işleme tesislerinde sıkı temizlik ve dezenfeksiyon önlemleri alınmasına rağmen, *L. monocytogenes*, kalıcı bir kontaminasyon kaynağı olarak işlev gören biyofilmler oluşturarak zeminler, drenajlar ve ekipmanlar gibi yüzeylerde çoğalmaya ve yayılmaya devam etmektedir (Fagerlund ve ark., 2021). Et ve et ürünlerinde bu patojeni başarılı bir şekilde kontrol etmek için yeni stratejiler gereklidir. Tüketicilerin sağlıklı ve güvenli gıdalara olan ilgisinden hareketle, son zamanlarda yapılan araştırmalar, bakteriyofajların uygulanması, mikroplar arasındaki rekabetçi etkileşimler ve anti-*Listeria* etkisi olan bitki veya mikroplardan elde edilen maddeler dahil olmak üzere

biyolojik kontrol yöntemlerine odaklanmıştır (Grigore-Gurgu ve ark., 2024; Rani ve ark., 2025). Daha sağlıklı ve sürdürülebilir gıda seçeneklerine olan talep artmaya devam ederken, doğal alternatifleri araştırmak, et üretimi ve muhafazasında kimyasal katkı maddelerine olan bağımlılığı azaltmak için umut verici bir yaklaşım haline gelmiştir. Sonuç olarak, bitki bazlı bileşikler, et sektöründeki araştırmacılar ve endüstri profesyonellerinin büyük ilgisini çekmiştir. Bunlar arasında, bitkilerden elde edilen uçucu yağlar özellikle dikkat çekicidir (Valarezo ve ark., 2025). Bitkilerin antimikrobiyal özellikleri uzun yıllardır bilinmekte ve bu bitkilerden elde edilen bitkisel ilaçlar, dünya çapında birçok ülkede geleneksel tedavi yöntemleri olarak kullanılmaktadır. Öte yandan, modern tekniklerin kullanımı bu bitkilerin terapötik etkinliğinin değerlendirilmesini mümkün kılmıştır. *L. monocytogenes*'i kontrol etmek için doğal antimikrobiyal ajanlar olarak uçucu yağların (EO) kullanımı, akademik çevrelerde büyük ilgi görmüştür. Bu bitki bazlı maddeler, geniş kapsamlı antimikrobiyal etkileriyle bilinir ve gıda ürünlerinde kimyasal koruyuculara alternatif olarak kullanılabilir. Özellikle *Listeria* gibi psikrotrofik patojenler için, EO'ları doğrudan gıdalara uygulamak veya aktif ambalaj sistemlerine dahil etmek, kontaminasyon risklerini en aza indirmek için etkili bir yöntem olarak görülmektedir (Vidaković Knežević ve ark., 2023; Vale ve ark., 2024). Bu nedenle, bu çalışma SHEO'nun *Listeria* kontaminasyonunu önlemedeki etkinliğini araştırmak için tasarlanmıştır.

2.4 Uçucu Yağların Antibakteriyal Etki Şekilleri

EO'ların antibakteriyal aktivitesi günümüze kadar birçok çalışmaya konu olmuştur. Araştırmalar, doğal bileşiklerin hücresel biyokimyasal mekanizmalar üzerinde doğrudan veya dolaylı etkiler oluşturarak hücrenin fizikokimyasal bütünlüğünde bozulmalara yol açtığını ortaya koymaktadır. Hidrofobik karaktere sahip terpenlerin, hücre duvarı ile etkileşime girerek zar yapısında yapısal hasar meydana getirdiği bildirilmektedir. Terpenlerin hidrofobik özellikleri, hücre duvarında yer alan lipidlerle etkileşimlerini kolaylaştırmakta; bu durum lipidlerin kümelenmesine ve hücre zarının geçirgenliğinin artmasına neden olmaktadır. Hücresel fizikokimyasal dengenin bozulması sonucunda proton gradyenti ve elektron taşınımı olumsuz etkilenmekte, buna bağlı olarak hücre içi taşınım süreçlerinde aksamalar ve hücre içeriğinde koagülasyon oluşmaktadır. Ayrıca, doğal bir bileşiğin belirli bir hedef bölge üzerindeki etkisinin zincirleme reaksiyonlar aracılığıyla hücrenin diğer bölümlerinde de benzer yapısal ve

işlevsel hasarlara yol açabildiği ve hücre duvarında bulunan proteinlerin de bu süreçten etkilendiği belirlenmiştir (Erdoğan, 2014).

Uçucu yağların (EO) antibakteriyel etkisi, büyük ölçüde lipofilik karakterleriyle ilişkilidir. Literatürde, EO'ların ve bunların biyoaktif bileşenlerinin başlıca hedefinin bakteri hücre duvarı ve plazma membranı olduğu; bu yapıların hücresel polisakkaritler, yağ asitleri ve fosfolipitlerle etkileşime girerek hücresel bütünlüğü bozduğu bildirilmektedir (Burt, 2004; Macit ve ark., 2017; Taşar ve ark., 2022). Yapılan çalışmalarda, EO'ların gram negatif bakterilere kıyasla gram pozitif gıda kaynaklı kontaminant bakteriler üzerinde daha yüksek toksik etki gösterdiği ortaya konmuştur (Djihane ve ark., 2017). Bu durum, gram negatif bakterilerin hücre duvarının gram pozitif bakterilere göre daha karmaşık bir yapıya sahip olması ve kalın bir lipopolisakkarit (LPS) tabakası ile çevrili olmasına bağlanmaktadır. Söz konusu LPS tabakası, EO'ların lipofilik yapısına karşı ek bir bariyer oluştururken, gram pozitif bakterilerde hücre duvarının esas olarak peptidoglikanlardan oluşması, bu mikroorganizmaları EO'lara ve bileşenlerine karşı daha duyarlı hâle getirmektedir (Hsouna ve ark., 2011; Semeniuc ve ark., 2017). Bununla birlikte, gram negatif bakterilerde EO'ların dış zar üzerinden porin proteinleri aracılığıyla sınırlı ve yavaş bir şekilde hücre içine geçtiği bildirilmiştir (Helander ve ark., 1998).

Zhang ve ark., (2016), gıda kaynaklı patojenler olan *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* üzerinde tarçın EO'nun antibakteriyel etkilerini incelemiş ve maksimum 1,0 mg/ml tarçın yağı konsantrasyonunun, tarama elektron mikroskobu gözlemleriyle de doğrulandığı üzere, hücre duvarı biyogenezinde görev alan temel bileşenlerin sentezinde belirgin değişikliklere yol açtığını rapor etmiştir. EO'ların, plazma membranının bütünlüğünü ve geçirgenliğini bozarak hücresel membran potansiyelini dengesizleştirdiği; EO fumigasyonu sonrasında membran bütünlüğü ve geçirgenliğinde önemli bozulmalar meydana geldiği ve bunun sonucunda Na^+ , H^+ ve K^+ gibi iyonların hücre dışına sızdığı belirtilmektedir. Bu iyon kaybının, hücresel solunum ve ATP sentezi gibi yaşamsal metabolik süreçlerin inhibisyonuna yol açtığı düşünülmektedir.

Sokolik ve ark. (2018) timolün 0,25 mg/ml konsantrasyonda membran lipid fraksiyonlarında ciddi düzensizliklere neden olarak membran geçirgenliğini bozduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde, Bouhdid ve ark. (2010), propidyum iyodür ve bis-oksonol

boyama tekniklerini kullanarak tarçın EO'nun minimum inhibitör konsantrasyonunda (MIC), *Pseudomonas aeruginosa* ve *S. aureus*'ta membran geçirgenliği ve membran potansiyelinde anlamlı değişikliklere yol açtığını göstermiştir. Diao ve ark. (2014) ise *Foeniculum vulgare* EO'nun 0,125 mg/ml düzeyinde bakteri hücre duvarı ve sitoplazmik membran üzerinde ciddi yapısal hasar oluşturarak membran bütünlüğü ve geçirgenliğini belirgin şekilde bozduğunu rapor etmiştir.

Bazı çalışmalarda, linalil asetat, mentol ve timol gibi EO'ların majör bileşenlerinin, bakteri hücre zarındaki lipit moleküllerini parçalama kapasitelerinin daha yüksek olması nedeniyle, saf EO'lara kıyasla daha güçlü antimikrobiyal etki sergileyebildiği ifade edilmiştir (Trombetta ve ark., 2005). Bu doğrultuda, lipofilik bir bileşik olan karvakrolün, farklı patojen bakterilerde membran yağ asidi bileşiminde değişikliklere neden olarak membran geçirgenliği ve akışkanlığını bozduğunu ortaya koymuştur (Rudramurthy ve ark., 2016).

Yapılan çalışmaların bütüncül değerlendirilmesi, uçucu yağların antibakteriyel etkilerinin tek bir hedef yapı üzerinden değil, birden fazla hücresel bileşeni kapsayan ve birbirini tetikleyen mekanizmalar aracılığıyla gerçekleştiğini göstermektedir. EO'ların lipofilik bileşenlerinin öncelikle bakteri hücre duvarı ve plazma membranı ile etkileşime girerek bu yapıların bütünlüğünü bozduğu; bu etkileşimlerin membran geçirgenliğinde artışa ve membran potansiyelinde dengesizliğe yol açtığı bildirilmektedir (Burt, 2004; Macit ve ark., 2017). Membran bütünlüğünün bozulmasına bağlı olarak Na^+ , H^+ ve K^+ gibi iyonların hücre dışına sızdığı, bunun sonucunda proton gradyentinin çöktüğü ve hücre solunum ile ATP sentezinin inhibe edildiği ifade edilmektedir (Zhang ve ark., 2016; Sokolik ve ark., 2018). Ayrıca, bazı EO bileşenlerinin hücre içi metabolik yolları ve genetik materyali dolaylı olarak etkileyebildiği; bu etkinin zincirleme reaksiyonlar aracılığıyla hücrenin farklı bölümlerinde yapısal ve işlevsel hasarlara neden olabildiği belirtilmiştir (Hyldgaard ve ark., 2012; Erdoğan, 2014).

Bu mekanizmaların etkinliği, bakteri hücre duvarının yapısal özelliklerine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Gram negatif bakterilerde lipopolisakkarit (LPS) bakımından zengin dış zarın EO'ların hücre içine difüzyonunu sınırlandırdığı ve porin proteinleri aracılığıyla geçişin yavaş ve sınırlı olduğu bildirilmektedir (Helander ve ark., 1998; Hyldgaard ve ark., 2012; Wang ve ark., 2019). Buna karşılık, gram pozitif bakterilerde hücre duvarının esas olarak peptidoglikanlardan oluşması, EO'lara karşı

daha yüksek duyarlılığa neden olmakta ve antibakteriyel etkinin bu grupta daha belirgin olmasını sağlamaktadır (Hsouna ve ark., 2011; Semeniuc ve ark., 2017; Schneider ve ark., 2023). Bu bulgular, uçucu yağların antibakteriyel etkinliğinin bakteri türüne, hücre duvarı yapısına ve EO'nun kimyasal bileşimine bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Thymol, *Thymus vulgaris* L. başta olmak üzere çeşitli bitki türlerinin uçucu yağlarında doğal olarak bulunan fenolik yapıli bir monoterpendir ve geniş bir farmakolojik etki spektrumuna sahiptir. Thymol'ün antibakteriyel etkisi, bakteriyel hücre zarının yapısal bütünlüğünü bozarak hücre içi bileşenlerin dışarı sızmasına yol açması ve sonuçta bakteri hücresinin ölümünü indüklemesiyle ilişkilendirilmektedir (Liang ve ark., 2022). Timolün fenolik yapıli siklik monoterpenoid izomeri olan karvakrol, çeşitli bitki türlerine ait uçucu yağların bileşiminde de yer almaktadır (Tablo 1). Her iki izomerin antibakteriyel etkinliğinde temel rol oynayan mekanizma, bakteriyel hücre membranının bütünlüğünün bozulmasıdır. Membran yapısındaki bu hasar, hücreli lize ve hücre içi bileşenlerin dış ortama sızmasına yol açarak sonuçta bakteri hücresinin ölümle sonuçlanmasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, karvakrol ve timolün antibakteriyel etkisine katkıda bulunan diğeri olası mekanizmalar arasında effluks pompa sistemlerinin baskılanması, biyofilm oluşumunun engellenmesi ve mevcut biyofilm yapılarının destabilizasyonu, bakteriyel motilitenin inhibisyonu ile membrana bağıli ATPaz enzimlerinin inhibisyonu yer almaktadır (Kachur ve Suntres, 2020).

Sharifi-Rad ve çalışma arkadaşları, karvakrolün insan sağıliğı üzerindeki biyolojik etkilerini değeriendirmenin yanı sıra, bu bileşiğinin uçucu yağ bileşenleri arasındaki antimikrobiyal etkinliğini karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Karvakrolün belirgin antimikrobiyal potansiyelinin, fenolik çekirdeğinde yer alan serbest hidroksil fonksiyonu, lipofilik karakteri ve kimyasal yapısından kaynaklandığı ileri sürülmektedir. Buna karşılık, Miladi ve ark. tarafından yürütölen güncel bir çalışmada, timol ve karvakrolün *Vibrio* türlerine karşı güçlü bir antibakteriyel yanıt oluşturduğu; özellikle timolün test edilen bakterilerin büyük bir bölümünde daha yüksek inhibisyon kapasitesi sergilediğı ortaya konmuştur (MIC: 32–64 mg/mL). Ayrıca, her iki bileşiğinin tetrasiklin veya benzalkonyum klorür ile birlikte uygulanması, minimum inhibitör konsantrasyon değeriğinde belirgin azalmalarla sonuçlanmış; timol için bu düşüşün 2–8 kat arasında değeriştiğı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, timol ve karvakrolün artan konsantrasyonlarla

ilişkili biçimde etidyum bromürün hücre dışına atılımını baskıladığı ve bu özellikleriyle gıda kaynaklı patojenlerde effluks sistemlerini hedefleyebilecek bileşikler olarak değerlendirilebileceği bildirilmiştir. Her iki fenolik monotерpenin de Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilerin çoğalmasını engellemede etkili olduğu gösterilmiştir (Miladi ve ark., 2016; Sharifi-Rad ve ark., 2018).

Tablo 2.2 Farklı EO'ların Antilisteriyal Etkilerinin Özeti(Schneider ve ark., 2023)

Uçuşu Yağ Kaynağı	Çalışmada İncelenen Başlıca Bileşikler	Uygulamalı Yöntem	Deneyisel Koşul	MBC (µL/mL)	Reference
<i>Achillea millefolium</i>	Caryophyllene, 1,8-cineole, bornil asetat, 1-terpinen-4-ol, β-pinen, kafur	Agar disc diffusion assay, MIC, MBC, biofilm assay	96 kuyucuklu yuvarlak tabanlı polistiren mikrotitre plakalarında bir et suyu mikrodilüsyon yöntemi kullanarak BHI et suyu hazırlayın. U tabanlı kuyucuklara sahip 96 kuyucuklu mikro-seyreltme plakaları.	62.5 µL/mL	(Jadhav ve ark., 2013)
<i>Allium sativum</i> L.		Disk difüzyon yöntemi, MIC	Türk Otlı Peyniri		(Rohani ve ark., 2011)
<i>Allium vineale</i>		Disk difüzyon yöntemi, inhibisyon bölgesinin çapı			(Sagun ve ark., 2006)
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>		Nanolipozom, nanokapsül, AOA, SEM, MİK.	BSE nanolipozom, ricotta peyniri		(Azarashkan ve ark., 2022)
<i>Caryophyllorum salisquae</i>		Nanoemülsiyon, MİK, NEs'in karakterizasyonu , agar kuyu difüzyon yöntemi, inhibisyon bölgesi, TEM.	Mısır Talaga peyniri, 96 kuyucuklu plaka.		(ElsherifandShrief, 2021)
<i>Ceratonia siliqua</i>	Nonadekan, heneikosan, naftalin, 1,2 benzendikarboksilik asit dibütilester, heptadekan, heksadekanoik asit, oktadekanoik asit, 1,2-benzendikarboksilik asit, fenil etil tiglat, eikosen, farnesol 3, kafur, nerolidol, n-eikosan	Agar difüzyon yöntemi MIC, MFC, MTT testi, sitotoksiste testi.	96 kuyulu mikro plakalar		(Hsouna ve ark., 2011)
<i>Chaerophyllum' un makropodum</i>		Disk difüzyon yöntemi, inhibisyon bölgesinin çapı	Türk Otlı peyniri		(Sagun ve ark., 2006)
<i>Cinnamomum zeylanicum</i>		Agar disk difüzyon testi MİK, MBC, duyuşal değerlendirme	Çiğ kıyma	7.5 µL/mL	(Pesavento ve ark., 2015)

Tablo 2.2 Devamı

<i>Cinnamomum cassia</i>	Sinnamaldehit, 2-propenal, akrilik asit, benzaldehit.	Agar difüzyonu, MIC, EO mikrokapsüllem e, duyuşal analiz, kapsülleme verimlilięi.	İtalyan salam		(Gottardo ve ark., 2022)
<i>C. Blume</i>	trans-Sinnamaldehit, sinnamil asetat.	Mikrofon, biyofilm, DEM yöntemi	96 kuyulu mikrotiter plakalar		(Bermúdez-Capdevila ve ark., 2022)
<i>C. zeylanicum</i>	Eugenol, sinnamaldehit, sinnamil asetat, β-phelandren.	Mikrofon, biyofilm, DEM yöntemi	96 kuyulu mikrotiter plakalar		(Bermúdez-Capdevila ve ark., 2022)
<i>C. zeylanicum</i>	Sinnamaldehit	MİK, biyofilm, SEM, Box-Behnken deneysel tasarım.	Plaka, Şahin tüpleri		(Vidács ve ark., 2018)
<i>C. zeylanicum</i>		MİK, MBC, biyofilm, eDNS, sitotoksiste, qPCR.	24-kuyu kültür tabağı	50 µL/mL	(Banerji ve ark., 2022)
<i>Citrus Changshan-huyou</i>		Disk difüzyon testi, MİK, öldürme süresi testi, SEM, TEM, RNA-seq, biyofilm testi, SEM, CLSM.	Ribo-Zero rRNA Temizleme Kiti.	80 µL/mL	(Guo ve ark., 2019)
<i>Citrus medica L. var. sarcodactylis Swingle</i>		Agar difüzyon testi (MIC)	96-kuyu doku kültürü plakası		(Guo ve ark., 2021)
<i>Citrus sinensis</i>		Nanoemülsiyonlar (MIC, MBC), disk difüzyon testi, öldürme zamanı testi, antibiyofilm testi.	MHA, 96 kuyulu mikrotitre plakası, 24 kuyulu mikrotitre plakası.		(Das ve ark., 2020)
<i>Citrus limon var. pompia</i>		Disk uçurma yöntemi, öldürme zamanı deneyi, SEM, TEM.	Ricotta salata peyniri		(Fancello ve ark., 2020)
<i>Citrus limon var. prompia</i>	Limonen, g-terpinen, a-terpinol, b-pinen, b-mirsen, sitral.	Raf ömrü değerlendirmesi, hücre bileşenlerinin salınımı, kristal viyole testi, SEM, duyuşal değerlendirmeler	RTE sebze salataları (havuç, domates, yeşil meşe marulu, kırmızı lahana)		(Parichanon ve ark., 2022)
<i>Cuminum cyminum</i>		Nanoemülsiyon, MİK, NEs'in karakterizasyonu, agar kuyu difüzyon yöntemi, inhibisyon bölgesi, TEM.	Mısır Talaga peyniri,		(ElsherifandShrief, 2021)
<i>Cymbopogon citratus</i>		Lipozom sistemi	Peynir		(Cui ve ark., 2016)
<i>C. citratus</i>	Geranial, neral, limonen, geraniol, geranil asetat.	Gen ekspresyonu tahlili	PureLink RNA Mini Kiti		(Hadjilouka ve ark., 2017)
<i>Eugenia spp.</i>	Eugenol, öjenil asetat, karyofilen.	Mikrofon, biyofilm, DEM yöntemi	96 kuyulu mikrotiter plakalar		(Bermúdez-Capdevila ve ark., 2022)
<i>Eugenia caryophyllata</i>		Disk difüzyon yöntemi, MIC	Sığır sosisli sandviç		(Singh ve ark., 2003)

Tablo 2.2 Devamı

<i>E. caryophyllata</i>		MİK, MBC, biyofilm, eDNS, sitotoksiste, qPCR.	24-kuyu kültür tabağı,		(Banerji ve ark., 2022)
<i>Hibiscus surratensis L. calyce</i>	Beta-karyofilen, mentol, metil salisilat, kafur, germakren D.	Disk difüzyon yöntemi, MİK, MBC	Et suyu	0.083 ± 0.04 µL/mL	(Akarca, 2019)
<i>Laurus nobilis</i>		Lipozom kaplı, MİK, MBC, SEM.	Gümüş sazan (Hypophthalmichthys molitrix)	50 µL/mL	(Aala ve ark., 2023)
<i>Melaleuca alternifolia</i>	Terpinen-4-ol, gama-terpinen, alfa-terpinen, alfa-terpineol, terpinolen, alfa-pinen.	Agar disk difüzyon yöntemi, MİK, ölüm-zaman eğrisi, SEM.	Kıyma, 96 gözlü mikrolaka.	0.15 µL/mL	(de Sá Silva ve ark., 2019)
<i>Melissa officinalis</i>	β-karyofilen, cis-1,2-dihidroperilaldehit, aryofilen oksit, geranil asetat, sitronellal, β-sitronellol, fotokitral A, (E)-metil geranat, β-linalool	Agar disk difüzyon testi, MİK, zaman-öldürme eğrilerinin belirlenmesi, qorum algılama.	Karpuz		(Carvalho ve ark., 2023)
<i>Mentha piperita</i>	Pulagone, isomenthone, piperitenone, menthone, piperitone.	Yüksek basınçlı işleme, ayrı ayrı	Ayran (yoğurt)		(EvrendilekandBalasubramani am, 2011)
<i>Moringa oleifera</i>	Palmitik asit, fitol, etil palmitat.	MİK, çift dilüsyon yöntemi, virülans gen aktivitesi, öldürme zamanı eğrisi, LSCM analizi.	Mozzarella peyniri, kaşar peyniri, parmesan peyniri, kamembert peyniri.		(Cui ve ark., 2020)
<i>M. oleifera</i>	Palmitik asit, fitol, etil palmitat, heksadekanal.	MİK, MBC, moringa-kitosan nanopartikülleri, FTIR, SEM, AFM, renk ve duyuşal değerlendirme, öldürme zamanı eğrisi.	Taze sert peynir (kaşar)	10 µL/mL	(Lin ve ark., 2019)
<i>Nigella sativa</i>	Karvakrol, timol, timohidrokinon, timokinon, limonen, karvon, p-simen, g-terpinen.	Standart disk difüzyonu teknik	Am1 plakası		(Nair ve ark., 2005)
<i>Origanum majorana</i>	Terpinen-4-ol, γ-terpinen, β-phellandren.	MİK, biyofilm, SEM, Box-Behnken deneysel tasarımı	Plaka, Şahin tüpleri		(Vidács ve ark., 2018)
<i>Origanum vulgare</i>	Monoterpen, karvakrol, p-simen, seskiterpenler.	Agar disk difüzyon testi MİK, MBC, duyuşal değerlendirme	Çiğ kıyma	0.062–0.12 µL/mL, suşu bağılı olarak	(Pesavento ve ark., 2015)
<i>O. vulgare</i>	Carvacrol, o-cymene, thymol.	Petri kabı, konfokal lazer tarama, MİK,	GEN III mikro plakalar		(Maggio ve ark., 2022)
<i>Origanum</i>	Carvacrol, linalool, p-cymene.	Sous-vide işlemleriyle termal inaktivasyon, D ve z-değerleri.	Atlantik somonu (Salmo salar)		(Dogruyol ve ark., 2020)

Tablo 2.2 Devamı

<i>O. vulgare</i>	Timol, karvakrol	Tavuk filetolarının aşılmanası, duyuşal değerkendirme, raf ömrü çalışmalarında değışiklikler.	Taze tavuk göğsü filetosu		(Khanjari ve ark., 2013)
<i>O. vulgare</i>	Carvacrol, p-cymene, caryophyllene, terpinene.	Agar difüzyonu, MIC, EO mikrokapsülleme, duyuşal analiz.	İtalyan salam		(Gottardo ve ark., 2022)
<i>O. vulgare subsp. hirtum</i>	a-thujene, p-cymene, gamma-terpinene, thymol, carvacrol.	Yayılma, duyuşal değerkendirme	Beyaz peynir		(Govaris ve ark., 2011)
<i>O. vulgare L.</i>	Karvakrol	Chia müsilaj nanopartikül (CMNP) ve keten tohumu müsilaj nanopartikül (FMNP) üzerine karvakrol kapsülleme Karvakrol, BIC, zaman-öldürme deneyi kullanılarak müsilajda (chia ve keten tohumu) kapsüllendi.	96 kuyulu mikroplaka		(Cacciatore ve ark., 2022)
<i>Phoenix dactylifera L.</i>	3,4-dimetoksilüten, 5,9-undekadien-2-on, 9-oktadekenoik asit, 2,6-dimetoksilüten.	İnhibisyon bölgeleri, inhibisyon aktivitesi, agar kuyusu difüzyon testi.	Tavuk eti		(Al-ZorekyandAl-Taher, 2019)
<i>Picea excelsa</i>	β-Pinene, α-pinene, limonene, camphene, delta-3-carene, β phellandrene, 1,8-cineole, traces of sabinene, α-terpineol, terpinen-4-ol.	MIC, LBC, MBC	Et suyu, tabak	2–6 µL/mL	(CanillacandMourey, 2001)
<i>P. excelsa</i>	Beta-pinen, alfa-pinen, limonen, kamfen.	MIC, MBC, basitleştirilmiş yöntem, kinetik çalışmalar.	Peynir	2–2.1 µL/mL	(CanillacandMourey, 2004)
<i>Pimenta dioica</i>	Disk difüzyon yöntemi, MIC	Sığır sosisli sandviç	15.6–31.2 µL/mL, suşba bağılı olarak.		(Singh ve ark., 2003)
<i>Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng.</i>	Timol, p-simen, β-mirsene, α-terpinolen.	MİK, MBC, öldürücü zaman testi, bakteriyel anti-yapışma testi.	Dana köftesi	4 µL/mL	(da Silva ve ark., 2022a)
<i>Prangos ferulacea</i>		Disk difüzyon yöntemi, inhibisyon bölgesinin çapı	Türk Otlı peyniri		(Sagun ve ark., 2006)
<i>Prunus armeniaca</i>	Benzaldehit, benzoik asit, mandelonitril.	Kitosan filmleri, duyuşal değerkendirme	Baharatlı sığır eti		(Wang ve ark., 2020)
<i>Rosmarinus officinalis</i>	1,8-sineol, a-pinen, seskiterpenler.	Agar disk difüzyon testi, MİK, MBC, duyuşal değerkendirme.	Çiğ kıyma	Suşba bağılı olarak 5-30 µL/mL.	(Pesavento ve ark., 2015)

Tablo 2.2 Devamı

<i>R. officinalis</i>	Disk difüzyon yöntemi, MIC	Sığır sosisli sandviç	62.5–125.0 µL/mL		(Singh ve ark., 2003)
<i>Syzygium aromaticum</i>		Petri kabı	Tavuklu börek		(Mytle ve ark., 2006)
<i>S. aromaticum</i>		MİK, MBC, plaka koloni sayımı, öldürme zamanı analizi, TEM.	PYG sıvı ortam	1 µL/mL	(Cui ve ark., 2018)
<i>Salvia officinalis</i>		Agar disk difüzyon testi MİK, MBC, duyuşal değerlendirme	Çiğ kıyma	60 µL/mL	(Pesavento ve ark., 2015)
<i>S. officinalis</i>		Disk difüzyon testi, MİK	Sığır sosisli sandviç		(Singh ve ark., 2003)
<i>Salvia rosmarius</i>		Lipozom kaplı, MIC, MBC, SEM	Gümüş sazan (Hypophthalmichthys molitrix)	10 µL/mL	(Aala ve ark., 2023)
<i>S. officinalis L.</i>	β-Pinene, kafur, β-thujene, 1.8-cineole, α-humulene, endoborneol.	Sous-vide pişir-soğut (SVCC), MİK	Maronesa erkek büyükbaş hayvanlar		(Moura-Alves ve ark., 2020)
<i>Satureja horvatii</i>	p-Cymene, timol, timol metil eter, γ-terpinen, α-pinen, α-terpinen.	MİK, MBC, MYK, modifiye mikro-seyreltme tekniği, duyuşal değerlendirme.	96 kuyucuklu mikrolakalar, domuz eti ortamı.	1.15 ± 0.01 µL/mL)	(Bukvički ve ark., 2014)
<i>Schinus terebinthifolius Raddi</i>	α-pinene, β-Pinene, myrcene, limonene, D-germacrene gibi monoterpenler.	Disk difüzyon yöntemi, MIC, MBC, inhibisyon zonu.	Peynir	6820–13.598 µL/mL	(da Silva Dannenberg ve ark., 2016)
<i>Tetraastris catuaba</i>	β-Caryophyllene, α-copaeno, α-himachalene, isosylvestrene, linalool butanoate, α-pinene, guaiene.	Nanoemülsiyon, termal analiz, stabilite testi, TEM, biyofilm testi, SEM.	Mikrotiter plaka, BHI agar		(da Silva ve ark., 2022b)
<i>Trachyspermum ammi</i>	Timol, p-simen, γ-terpinen, α-terpinen, α-tujen.	Nanoemülsiyonlar, MIC, MBC	Hindi fileto hazırlama		(Kazemeini ve ark., 2021)
<i>Thymbra capitata</i>		MİK, MBC, WGS, antibiyotik duyarlılık testi, Thymbra capitata evrim denemesi.	Yağsız süt	0.20–0.40 µL/mL, suşa bağlı olarak.	(Berdejo ve ark., 2021)
<i>Thymus capitatus</i>	Karvakrol, p-simene	Mikrofon, biyofilm, DEM yöntemi	96 kuyulu mikrotiter plakalar		(Bermúdez-Capdevila ve ark., 2022)
<i>Thymus eriocalyx</i>	Timol, a-phellandren, cis-sabinen hidroksit, 1,8-sineol, α-pinen.	Disk difüzyon yöntemi, MİK, bakterisidal kinetik, TEM.	BHI, MH		(Rasooli ve ark., 2006)
<i>Thymus x-parlock</i>	Timol, a-phellandren, cis-sabinen hidroksit, 1,8-sineol, α-pinen.	Disk difüzyon yöntemi, MİK, bakterisidal kinetik, TEM.	BHI, MH		(Rasooli ve ark., 2006)
<i>Thymus vulgaris</i>	Monoterpenler ve seskiterpenler, p-simen, timol	Agar disk difüzyon testi MİK, MBC, duyuşal değerlendirme	Çiğ kıyma	0.25 µL/mL	(Pesavento ve ark., 2015)

Tablo 2.2 Devamı

<i>T. vulgaris</i>	p-Cymene, γ -terpinene, thymol, carvacrol, β -bisabolene	Yayıma, duyuusal değerlendirme	Beyaz peynir	(Govaris ve ark., 2011)
<i>T. vulgaris</i>		Disk difüzyon yöntemi, MIC	Sıır sosisli sandviç	(Singh ve ark., 2003)
<i>T. vulgaris</i>	γ -Terpinen, timol, p-simen.	MİK, biyofilm, SEM, Box-Behnken deneysel tasarımı		(Vidács ve ark., 2018)
<i>T.vulgaris L.</i>	Karvakrol	Chia müsilaj nanopartikül (CMNP) ve keten tohumu müsilaj nanopartikül (FMNP) üzerine karvakrol kapsülleme, BIC kullanılarak müsilajda (chia ve keten tohumu) kapsüllendi, zaman-öldürme testi yapıldı.	96 kuyulu mikrolaka	(Cacciatore ve ark., 2022)
<i>T. vulgaris L.</i>	a-Pinene, p-cymene, thymol, linalool, γ -Terpinene	MIC	Peynir, mikrotiter tabağı	(de Carvalho ve ark., 2015)
<i>Thymus zygis</i>		Disk difüzyon yöntemi, buhar fazı antimikrobiyal aktivite tayini, MİK, öldürme zamanı eğrileri, motilite testi, biyofilm testi.	Tavuk suyu, marul yaprağı modeli, ZHT ile işlenmiş yağsız süt, ıspanak.	(Coimbra ve ark., 2022)
<i>Zataria multiflora Boiss</i>	a-Pinene, p-cymene, a-terpinene, eucalyptol, a-terpineol.	Duyusal analiz, MBC, gen ekspresyon testi (RNS ekstraksiyonu, saflaştırma, RT-PCR)	Et suyu ve kıyılmış gökkuşağı alabalığı	Sıcaklık a bağı olarak 0.625–1.25 μ L/mL. (Pilevar ve ark., 2020)
<i>Ziziphora clinopodioides</i>	Carvacrol, thymol, p-cymene, G-terpinene.	Kitosan-jelatin film, duyuusal değerlendirme.	Kıyılmış gökkuşağı alabalığı	(KakaeiandShahbazi, 2016)

Tablo 2.3 Farklı gıdalarda ve gıdaların üzerinde incelenen uçucu yağların ve bazı uçucu yağ bileşiklerinin antilisteriyel etkileri. (Schneider ve ark., 2023).

Gıda	Yöntem	Uygulanan EO	Uygulanan Sıcaklık	Kuluçka Süresi	Referans
Sebzeler (rendelenmiş ve dondurulmuş)	Yüzey	<i>T. vulgaris</i>	-22° C	14 gün	(Zakrzewski ve ark., 2022)
Sıır dilimleri	Yüzey (chitosan-niştasta film kaplama)	<i>Punica granatum</i>	4° C	21 gün	(Mehdizadeh ve ark., 2020)
Kıyma (sıır)	Sprey kurutma	<i>T. vulgaris</i>	4° C	14 gün	(Radünz ve ark., 2020)
Sebze ve meyve dilimleri	MAP	<i>T. vulgaris</i> ve <i>verbenone</i>	4° C	7 gün	(Scollard ve ark., 2016)

Tablo 2.3 Devamı

Turp filizleri	Gaz formu	<i>T. vulgaris</i> , <i>O. vulgare</i> , <i>C. zeylanicum</i>	30° C	24 saat	(Lee ve ark., 2018)
Domuz fileto	Yüzey (chitosan film ile/filmsiz)	<i>O. vulgare</i>	4° C	15 gün	(Paparella ve ark., 2008)
Yapraklı sebzeler ve sebze ortamı	Karışık	<i>O. vulgare</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i>	28° C	10 dk	(de Medeiros Barbosa ve ark., 2016)
Somon (sous-vide)	Yüzey	<i>O. vulgare</i>	55–62.5° C	15 dk	(Dogruyol ve ark., 2020)
Sığır köftesi	Karıştırılmış	<i>O. vulgare</i> , <i>R. officinalis</i> , <i>T. vulgaris</i> , <i>C. zeylanicum</i>	4° C	1–72 saat	(Pesavento ve ark., 2015)
Somon füme	Yüzey	<i>Cinnamomum javanicum</i>	4 ve 10° C	30 gün	(Yuan ve ark., 2017)
Vanilya krema	Karıştırılmış	<i>C. zeylanicum</i>	4, 8, 12, 16° C	30 gün	(Lianou ve ark., 2018)
Tavuk eti	Yüzey (polilaktid film ve PEG ile/filmsiz)	<i>Cinnamomum</i> yağı (Seylan tipi)	4° C	16 gün	(Ahmed ve ark., 2016)
Sazan balığı (kıyma)	Karıştırılmış	<i>Laurus nobilis</i> , <i>S. rosmarinus</i>	4° C	12 gün	(Aala ve ark., 2023)
Peynir	Yüzey	<i>Moringa oleifera</i> + kitosan	4 ve 25° C	10 gün	(Lin ve ark., 2019)
Peynir	Karıştırılmış	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	4° C	30 gün	(da Silva Dannenberg ve ark., 2016)
Ananas ve mango suyu	Karıştırılmış	<i>Mentha arvensis</i> ve <i>M. piperita</i>	4° C	15 dk	(de Sousa Guedesandde Souza, 2018)
Salatalık suyu	Karıştırılmış	<i>Melaleuca alternifolia</i>	4 ve 25° C	48 saat	(Shi ve ark., 2018)
Karpuz suyu	Karıştırılmış	<i>Melissa officinalis</i>	4° C	7 gün	(Carvalho ve ark., 2023)
Çilek	Yüzey	<i>Mentha spicata</i> (karboksümetil selüloz + kitosan)	4° C	12 gün	(Shahbazi, 2018)
Elma	Yüzey	<i>Cymbopogoncitratu</i> s/balmumu	37° C	24 saat	(Jo ve ark., 2014)
Kıyma	Serpilmiştir	<i>Melaleucaalternifolia</i>	4° C	14 gün	(de Sá Silva ve ark., 2019)
Humus	Serpilmiştir	<i>Alliumsativum</i>	4 ve 10° C	10 gün	(Olaimat ve ark., 2022)
Peynir	Serpilmiştir	<i>Cuminumcyminum</i>	4° C	42 gün	(Hassanien ve ark., 2014)
Domuz eti	Kıyılmış	<i>Saturejahorvatii</i>	4 ve 25 ° C	72 saat	(Bukvički ve ark., 2014)
Sığır eti köftesi	Kıyılmış	<i>Plectranthus amboinicus</i>	7° C	15 gün	(da Silva ve ark., 2022a)
Kedi balığı	Kıyılmış	<i>Lyciumbarbarum</i> /chitosan	4° C	14 gün	(Alsaggaf ve ark., 2017)
Salata	Gazlı	<i>Citrusaurantiifolia</i>	4° C	7 gün	(Parichanon ve ark., 2022)
Salata	Gazlı	<i>Pimentadioica</i> /-cyclodextrin	6° C	7 gün	(Marques ve ark., 2019)
Salata (Tzatziki)	Gazlı	<i>Citruslimon</i>	4,10,21°C	70 gün	(Tsiraki ve ark., 2018)
Sığır eti ,sous-vide	Gazlı	<i>Salviaofficinalis</i>	2-8° C	28 gün	(Moura-Alves ve ark., 2020)
Sığır eti ,sous-vide	Kıyılmış	<i>Rosmarinusofficialis</i>	2-8° C	28 gün	(Gouveia ve ark., 2016)
İtalyan salamı	Serpilmiştir	<i>T.vulgaris</i> Karışık <i>O.vulgare</i> - <i>Cinnamomocassia</i> ile sodyum aljinat	4° C	7 gün	(Gottardo ve ark., 2022)
Hindi filetosu	Yüzey	Aljinat kaplamalı <i>Trachyspermumammi</i>	4° C	12 gün	(Kazemeini ve ark., 2021)
Ricotta peyniri	Serpilmiştir	Lipozomlu brokoli filizi	4° C	12 gün	(Azarashkan ve ark., 2022)
Ricotta peyniri salatası	Gazlı	<i>Citruslimonvar. pompia</i>	5° C	30 gün	(Fancello ve ark., 2020)
Peynir	Serpilmiştir	<i>Lipozomda hapsolmuş Cymbopogoncitratu</i> s	4 and 25° C	14 gün	(Cui ve ark., 2016)
Talaga peyniri	Serpilmiştir	<i>Cuminumcyminum</i>	4° C	3 hafta	(ElsherifandShrief, 2021)
Peyniri taklit eden model	Serpilmiştir	<i>Cinnamomocassia</i>	10° C	24 gün	(de Carvalho ve ark., 2015)
Karides	Yüzey	<i>Thymusvulgaris</i> Nisin içeren ve içermeyen üzüm çekirdeği ekstresi	Sadece tedavi	Kuluçka yok	(Zhao ve ark., 2020)

Tablo 2.3 Devamı

Karides		<i>Alpiniagalangal</i> , <i>Rosmarinusofficinalis</i> , <i>Eucalyptusstaigerana</i>	4 ve 8° C	16 gün	(Weerakkody ve ark., 2011)
Marul	Yüzey	<i>Carthamustinctorius</i>	4° C	8 gün	(Son ve ark., 2017)
Domates suyu	Karışık	<i>Cinnamomocassia</i> , <i>Cymbopogoncitratus</i> <i>T.vulgaris</i>	10 ve 25 ° C	48 saat	(Kim ve ark., 2021)
Sığır kıyması	Karıştırılmış	<i>Ceratoniasiliqua</i>	7 ° C	10 gün	(Hsouna ve ark., 2011)
Sosis (hotdog)	Yüzey	<i>T. vulgaris</i> , <i>Syzygium aromaticum</i>	4 ° C	12 saat	(Singh ve ark., 2003)
Karpuz	Yüzey	<i>Origanum vulgare</i>	4 ° C	3 gün	(Zhu ve ark., 2022)
Süt (inek)	Karıştırılmış	Eugenol nano dispersiyonu	21 ° C	50 saat	(Shah ve ark., 2013)
Papaya ve kavun	Yüzey	Citral nanoemülsiyon	4, 8, 12, 16 ° C	180 saat	(Luciano ve ark., 2023)
Deve eti (marine edilmiş/edilmemiş)	Gaz formu	<i>Karbakrol</i> , <i>timol</i> , <i>sinnamaldehit</i>	4 ve 10 ° C	7 gün	(Osaili ve ark., 2021)
Deve eti (marine edilmiş/edilmemiş)	Gaz formu	<i>Eugenol</i> , <i>vanillin</i>	4 ve 10 ° C	2 gün	(Osaili ve ark., 2023)

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan *L. monocytogenes* NCTC 5348 bakterisi, Muş Alparslan Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Laboratuvarı kültür koleksiyonundan elde edilmiştir.

3.1 Uçucu Yağların Eldesi

Bu araştırmada kullanılan *S. hortensis* (SHEO) uçucu yağları Prof. Dr. Sedat BOZARI (Bozari ve ark., 2017) tarafından temin edilmiştir. Bitki örnekleri, 2024 yılının Haziran ve Temmuz aylarında Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki Bingöl ilinden toplanmıştır. Hasat sonrası, bitkilerin gövde, yaprak ve kökleri dahil olmak üzere hava ile temas eden kısımları gölgede kurutulmuştur. Kurutulduktan sonra bitki materyali bir öğütücü (Waring, CT, USA) kullanılarak ince öğütülmüştür. SHEO'nun ekstraksiyonu için, yaklaşık 100 gram toz halindeki bitki materyali, Clevenger tipi bir aparatla (Thermal Laboratory Equipment, İstanbul, Türkiye) üç saat boyunca hidrodistilasyona tabi tutulmuş ve her parti için yaklaşık 0,8 mL uçucu yağ elde edilmiştir. Ekstraksiyonla elde edilen yağlar, ihtiyaç duyulana kadar +4° C 'de hava geçirmez şişelerde saklanmıştır. (Bozari ve ark., 2017).

3.2 Mikroorganizmaların Hazırlanması

L. monocytogenes NCTC 5348 suşu, %1 konsantrasyonda 5 mL triptik soya besiyeri (TSB, Biolife Italiana, Milano, İtalya) ortamına aşılanmış ve 37° C'de 24 saat geliştirilmiştir. Bu inkübasyon süresinin ardından, bakteri kültürü PALCAM (Biolife Italiana, İtalya) agar plakalarına aktarıldı ve 37° C'de 24 saat daha inkübe edildi. Kültürün saflığı doğrulandı ve seçilen saf koloni, çalışmanın sonraki aşamaları için -20° C'de %50 gliserol stokunda muhafaza edildi.

3.3 Uçucu Yağın Anti-Listerial Aktivitesinin Belirlenmesi

SHEO'nun *Listeria*'ya karşı etkinliği, steril 6 mm disklerin (ANTF-009-1K0; PRAT DUMAS, Couze-St-Front, Fransa) kullanıldığı Kirby-Bauer disk difüzyon tekniği (Bauer, 1996) ile değerlendirildi. Yaklaşık 1×10^7 KOB konsantrasyonuna sahip *L. monocytogenes* NCTC 5348 kültürü, TSA (Biolife Italiana, İtalya) plakalarının (Sifin Diagnostics GmbH, Berlin, Almanya) tüm yüzeyine eşit olarak dağıtıldı. Diskler petri

kabının ortasına yerleştirildi ve disklerin üzerine 1, 2, 4 ve 5 µL olmak üzere farklı hacimlerde uçucu yağ damlatıldı. Petri kabı 37° C'de 24 saat inkübe edildikten sonra, inhibisyon bölgelerinin çapları milimetre cinsinden ölçüldü (Seres-Steinbach ve ark., 2025). Bu prosedür üç kez tekrarlandı.

3.4 Geleneksel Ambalajda Saklanan Pişmiş Tavuk Etinde *Listeria monocytogenes*'e Karşı SHEO'nun Antimikrobiyal Aktivitesinin Değerlendirilmesi

SHEO'nun koruyucu ve önleyici etkilerini değerlendirmek için, ticari olarak temin edilen tavuk göğüs etleri, mikrobiyal yükü ortadan kaldırmak için yaklaşık 10 dakika boyunca bir tencerede kaynatıldı ve ardından her biri ~10 ($\pm$ 2) gram ağırlığında tartıldı, ve her et porsiyonu steril stomacher torbasına (BagLight®, Interscience, Saint Nom, Fransa) yerleştirildi ve ardından beş farklı gruba ayrıldı (Kačániová ve ark., 2023).

Grup 1: Kontrol grubu olarak, *L. monocytogenes* aşılammamış tavuk göğüs etinden oluşmuştur.

Grup 2: SHEO ile işlenmiş tavuk göğüs eti içermektedir.

Grup 3: SHEO uygulanmamış *L. monocytogenes* ile aşılammış tavuk göğüs eti içermektedir.

Grup 4: SHEO uygulamasından sonra *L. monocytogenes* ile aşılammış tavuk göğüs eti içermektedir.

Grup 5: *L. monocytogenes* aşılamasından sonra SHEO ile işlenmiş tavuk göğüs eti içermektedir.

3.5 Tavuk Etinin Hazırlanması

Muş ilindeki yerel bir kasaptan temin edilen tavuk göğüs eti, buzlu strafor kaplarda laboratuvara taşındı. Tavuk etinin yüzeyindeki mikrobiyal yükü ortadan kaldırmak için her parça yaklaşık 10 dakika kaynatıldı ve kaynatılan etin yüzeyi steril bir neşterle aseptik olarak kesildi. Bu et örnekleri daha sonra ~10 g ($\pm$ 2) porsiyonlara bölündü. *L. monocytogenes*, 10 mL triptik soya besiyeri (TSB) (TSB, Biolife Italiana, Milano, İtalya) içinde kültürlendi ve 37° C 'de 24 saat inkübe edildi, ardından 5000 rpm'de santrifüjlendi, Süpernatant uzaklaştırıldı ve pelet steril salin ile iki kez yıkandı. Bakteri konsantrasyonu, steril pepton suyu kullanılarak mililitre başına yaklaşık 2×10^7 koloni

oluşturan birim (KOB/mL) olacak şekilde ayarlandı. SHEO çözeltisini hazırlamak için aşağıdaki adımlar izlendi: SHEO'nun pepton içinde homojen bir şekilde dağılması için, uygun miktarda SHEO 10 mL Tween 20 içinde çözüldü ve ardından pepton ile nihai konsantrasyonu 2 µL/mL olacak şekilde ayarlandı. Grup 1 için, tavuk etinin belirlenen kısmı, numune alma günü programına göre, herhangi bir işlem yapılmadan aseptik koşullar altında steril stomacher torbalarına yerleştirildi ve 28 gün boyunca numune alındı. Grup 2 için, et numuneleri yaklaşık 2 dakika boyunca SHEO çözeltisine daldırıldı, ardından steril stomacher torbalarına yerleştirildi ve 28 gün boyunca numune alındı. Grup 3 örnekleri, yaklaşık 2×10^7 KOB/mL *L. monocytogenes* ile aşılandı ve patojenin uygun şekilde yapışmasını sağlamak için 2 dakika boyunca bakteriyel süspansiyonda tutuldu. Grup 4 için, örnekler önce yaklaşık 2 dakika boyunca SHEO çözeltisine daldırıldı ve ardından 2 dakika boyunca *L. monocytogenes* süspansiyonunda ($\sim 2 \times 10^7$ KOB/mL) tutuldu. Grup 5 için, numuneler önce 2 dakika boyunca *L. monocytogenes* süspansiyonuna ($\sim 2 \times 10^7$ KOB/mL) daldırıldı, ardından 2 dakika daha SHEO çözeltisine daldırıldı. Tüm gruplardan alınan tavuk göğsü örnekleri +4° C, 10° C ve -20° C sıcaklıklarda 28 gün süreyle inkübe edildi. Örnekler inkübasyonun 0., 3., 5., 7., 14. ve 28. günlerinde toplandı. Örnekler, bir homojenizatör (2 dakika, 2500 rpm) (CLS Scientific, CLPM-400D, Türkiye) kullanılarak steril pepton su ile 1:9 oranında homojenize edildi ve 1 mL homojenat seri seyreltmeye tabi tutuldu. Bu seyreltilerden 100 µL PALCAM (Biolife Italiana, İtalya) agar üzerine yayıldı ve 37° C'de 24 saat inkübe edildi. İnkübasyonun sonunda, plakalarda oluşan koloni sayısı kaydedildi (Ben Akacha ve ark., 2023; Seres-Steinbach ve ark., 2025). Tüm deneyler üç kez tekrarlandı.

3.6. Vakumlu Ambalaj koşullarında saklanan pişmiş tavuk etinde *Listeria monocytogenes*'e karşı SHEO'nun antimikrobiyal aktivitesinin değerlendirilmesi

Grupların oluşturulması için yukarıda belirtilen prosedürler titizlikle tekrarlandı. Tavuklar torbalara yerleştirildikten sonra, torbalar vakumlu paketleme ile kapatıldı. Gruplar içindeki vakumlu paketlenmiş tavuk göğsü örnekleri +4° C, 10° C ve -20° C sıcaklıklarda 28 gün süreyle inkübe edildi. Örnekler inkübasyonun 0, 3, 5, 7, 14 ve 28. günlerinde toplandı, steril pepton su (CLS Scientific, CLPM-400D, Türkiye) ile 1:9 mL oranında homojenize edildi ve ardından 1 mL homojenat seri seyreltmeye tabi tutuldu. Bu seyreltilerden 100 µL, PALCAM (Biolife Italiana, İtalya) agar plakalarına aşılandı ve 37° C'de 24 saat inkübe edildi. İnkübasyon sonrası, plakalarda gelişen koloni sayısı

sayıldı (Ben Akacha ve ark., 2023; Seres-Steinbach ve ark., 2025).Tüm deneyler üç kez tekrarlandı.

3.7. İstatistiksel Analiz

Veri analizi SPSS yazılımı (sürüm 26.0; IBM Corporation, Armonk, NY, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiş ve sonuçlar ortalama $\pm$ standart sapma (SD) ($n = 3$) olarak ifade edilmiştir. Tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve istatistiksel anlamlılık Tukey testi ve en az anlamlı fark kullanılarak $p < 0,05$ ile değerlendirilmiştir.



4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

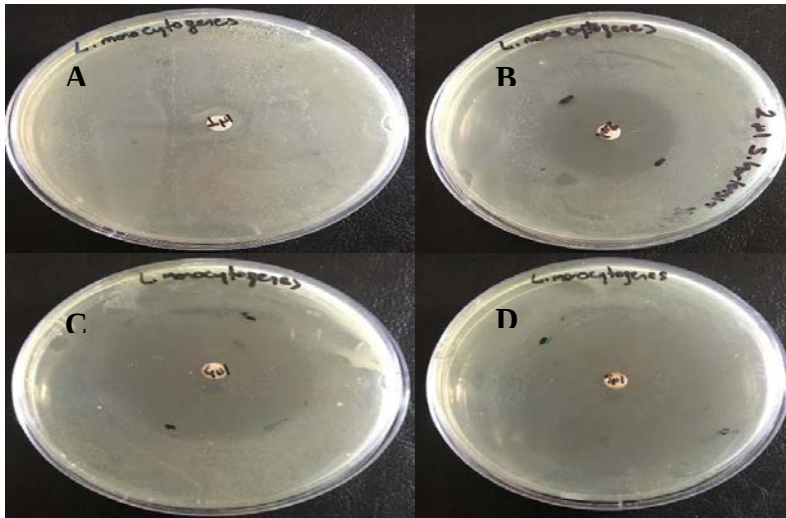
Gouveia ve çalışma arkadaşları, sous vide yöntemiyle pişirilip 2 ve 8° C’de 28 gün boyunca depolanan sığır etinde *Listeria monocytogenes* ATCC 679’a karşı biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve kekik (*Thymus vulgaris* L.) uçucu yağlarının antimikrobiyal etkilerini araştırmıştır. Bulgular, 3,9 ve 62,5 µl/ml düzeylerindeki kekik ve biberiye uçucu yağlarının *L. monocytogenes*’in gelişimini baskılayabildiğini göstermiştir. Araştırmada ayrıca, bu uçucu yağların minimum inhibitör konsantrasyon (MIC) değerlerindeki etkileri de değerlendirilmiştir. Kekik uçucu yağı ilave edilen örneklerin, kontrol grubuyla benzer düzeyde *L. monocytogenes* sayıları sergilediği belirlenmiştir. Buna karşın, biberiye uçucu yağıyla muamele edilen ve 2 ile 8° C’de depolanan örneklerde yaklaşık 2 log KOB/g azalma gözlenmiştir. Sonuç olarak, biberiye uçucu yağının doğal bir koruyucu ajan olarak kullanıma potansiyeline sahip olduğu ifade edilmiştir. Kekik uçucu yağının daha zayıf antimikrobiyal aktivitesi ise, kullanılan *T. vulgaris* kemotipinde timol gibi fenolik bileşiklerin düşük oranlarda bulunmasına bağlanmıştır (Gouveia ve ark., 2017). Pesavento ve çalışma arkadaşları, 4° C’de depolanan kıyma örneklerinde *Listeria monocytogenes*’e karşı kekik uçucu yağının belirgin düzeyde antimikrobiyal etki gösterdiğini bildirmiştir. Araştırmada, p-simen (%47,9) ve timol (%43,1) bileşenlerinin temel antimikrobiyal ajanlar olduğu ifade edilmiştir (Pesavento ve ark., 2015). Öte yandan, Gouveia ve arkadaşlarının yürüttüğü çalışmada, test edilen timol esaslı uçucu yağların antimikrobiyal etkinliğindeki azalma, daha düşük p-simen (4,91%) ve timol (7,48%) içerikleriyle ilişkilendirilmiştir. Bunun yanında, araştırmacılar timol uçucu yağının sınırlı antimikrobiyal etkisinin, kullanılan düşük konsantrasyonlardan kaynaklanabileceğini de belirtmişlerdir (Gouveia ve ark., 2017). Mytle ve çalışma arkadaşları, karanfil (*Syzygium aromaticum*) uçucu yağlarının (%1 ve %2, v/w) antimikrobiyal özelliklerini incelemiştir. Çalışma bulguları, değerlendirilen tüm bakteri suşlarının 5 ve 15° C’deki kontrol örneklerinde canlılığını sürdürüp çoğalabildiğini göstermiştir. Ancak, formülasyona %1 veya %2 oranında karanfil uçucu yağı eklenmesi, her iki sıcaklık koşulunda da bakteriyel büyümeyi tamamen baskılamıştır. Araştırmacılar, %1 (v/w) karanfil uçucu yağının düşük sıcaklıkta depolama ile birlikte *Listeria monocytogenes*’in olası kontaminasyonu ve çoğalmasını, ürünün lezzetini olumsuz etkilemeden azaltabileceğini ifade etmişlerdir (Mytle ve ark., 2006). Firouzi ve çalışma arkadaşları, *Listeria monocytogenes* ile 6–7 log KOB/g düzeyinde inoküle edilen ve 3, 8 ile 20° C’de 72 saat süreyle depolanan, pişirmeye hazır

İran barbekü tavuğunda kekik ve hindistan cevizi uçucu yağlarının (1, 2 ve 3 µl/g) antimikrobiyal etkilerini incelemiştir. Çalışma sonuçlarına göre, hindistan cevizi uçucu yağının MIC değeri 0,20 µl/ml olarak belirlenmiş ve bu değer, 0,26 µl/ml MIC değerine sahip kekik uçucu yağından daha yüksek bir antimikrobiyal etki göstermiştir. Ayrıca, hindistan cevizi ve kekik uçucu yağları için sırasıyla 0,50 ve 0,54 µl/ml minimum bakterisidal konsantrasyon (MBC) değerleri elde edilmiştir. Bununla birlikte, üç farklı sıcaklıkta (3, 8 ve 20° C) 72 saat süresince yapılan depolama boyunca, uçucu yağlarla muamele edilen ve kontrol grubundaki İran barbekü tavuğu örnekleri arasında *L. monocytogenes* gelişimi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (Firouzi ve ark., 2007).

Benzer şekilde, Khanjari ve çalışma arkadaşları, 4° C’de 14 gün boyunca depolanan ve *L. monocytogenes* ile düşük (10^3 KOB/g) ve yüksek (10^5 KOB/g) düzeylerde inoküle edilen çiğ tavuk filetolarında N,O-karboksimetil kitosan, kekik uçucu yağı ve bu iki maddenin kombinasyonunun antimikrobiyal etkinliğini değerlendirmiştir. Araştırma bulguları, N,O-karboksimetil kitosanın, kekik uçucu yağına kıyasla *L. monocytogenes* üzerinde anlamlı derecede daha güçlü bir inhibisyon etkisi oluşturduğunu göstermiştir. Ayrıca, hem düşük hem de yüksek inokülasyon seviyelerine sahip örneklerde, N,O-karboksimetil kitosan ile kekik uçucu yağının kombinasyonu, sırasıyla depolamanın 2. ve 4. günlerinde *L. monocytogenes* gelişimini tamamen engellemiştir (Khanjari ve ark., 2013).

Çiğ ve pişmiş tavuk eti, gıda kaynaklı patojenlerin varlığı nedeniyle önemli gıda güvenliği sorunları yaratmaktadır. Çiğ tavuk eti özellikle *Campylobacter jejuni* ve *Salmonella enterica* ile ilişkilidir ve bu patojenler çok az miktarda bile olsa ciddi gastrointestinal hastalıklara neden olabilir. Bu patojenler, özellikle hijyen standartlarının yeterince sağlanamadığı durumlarda, kesim ve işleme aşamalarında sıklıkla ortaya çıkar (EFSA, 2024). *L. monocytogenes*, pişmiş tavuk ürünlerinde, özellikle sandviç eti gibi hazır tüketime uygun ürünlerde önemli bir sorundur. *L. monocytogenes*, buzdolabı sıcaklıklarında çoğalabilir, pişirme sonrası çapraz kontaminasyon yoluyla bulaşmaya neden olabilir ve uzun raf ömrü boyunca çoğalarak, özellikle bağışıklık sistemi zayıf olan kişiler için önemli bir sağlık riski oluşturabilir (Su ve ark., 2024; Urban-Chmiel ve ark., 2025). Bu nedenle, işleme sırasında sıkı hijyen kurallarına uymak, uygun pişirme koşullarını sağlamak ve hem çiğ hem de pişmiş kümes hayvanı ürünleri için soğuk zinciri

korumak zorunludur (Osei-Kwarteng ve ark., 2024; Peerzade ve ark., 2024). Soğutma sıcaklığındaki değişiklikler, *L. monocytogenes* kontaminasyonu olasılığını önemli ölçüde artırmaktadır. Bu, 0-4° C gibi düşük sıcaklıklarda üreyebilen nadir patojenlerden biridir. Sonuç olarak, ev tipi buzdolaplarında sıklıkla görülen sıcaklık dalgalanmaları, bu patojenlerin üremesi için ideal koşullar yaratmaktadır. Ayrıca, çiğ ürünlerden, kontamine yüzeylerden, ekipmanlardan veya gıda işleyenlerden kaynaklanan çapraz kontaminasyon, *Listeria*'nın hazır gıdalara bulaşmasının başlıca yoludur. Araştırmalar, soğutma sıcaklıklarının 4° C'nin üzerine çıktığı ve hijyen uygulamalarının yetersiz olduğu durumlarda hem kontaminasyon riski hem de *L. monocytogenes*'in büyüme hızının önemli ölçüde arttığını göstermiştir. Bu durum, özellikle vakumlu paketlenmiş veya uzun raf ömürlü ürünler için ciddi bir halk sağlığı sorunu oluşturmaktadır (Pisoschi ve ark., 2018). Belirtilen üç sıcaklık, gıda ürünlerinin üretimden tüketime kadar maruz kalabileceği çeşitli saklama koşullarına karşılık gelir. Tavuk eti genellikle hem evlerde hem de süpermarketlerde +4° C'de saklanır, ancak nakliye veya market vitrininde sergilenme gibi soğuk zincirdeki aksaklıklar nedeniyle sıcaklık 10° C'ye kadar yükselebilir. Ayrıca, -20° C, evlerde tavuk etinin uzun süreli saklanması için yaygın olarak kullanılan standart dondurma sıcaklığıdır (Li ve ark., 2025). Bu çalışmada, gerçek kontaminasyon koşullarını taklit etmek için *L. monocytogenes*, daldırma yöntemi kullanılarak tavuk etine doğrudan aşılınmış ve böylece patojenin gıda matrisine yapışması kolaylaştırılmıştır. Çalışmada, SHEO'nun anti-listeriyal özelliklerini değerlendirmek için Kirby-Bauer disk difüzyon testi (Bauer, 1996) kullanılmıştır. Şekil 1'de gösterildiği gibi, sonuçlar, 1 µl hariç tüm test edilen yağ miktarlarının *Listeria*'ya karşı aktivite gösterdiğini ortaya koymuştur. Araştırmanın sonraki aşamaları için, tavuk etinin duyu özellikleri, tadı ve tüketici tercihi üzerindeki herhangi bir etkiyi en aza indirmek amacıyla 2 µl/mL miktarı seçilmiştir.



Şekil 4.1 Disk difüzyon yöntemi ile *Listeria monocytogenes* NCTC 5348'e karşı *Satureja hortensis* uçucu yağının in vitro değerlendirilmesi: **(A)** 1 µL SHEO içeren disk, **(B)** 2 µL SHEO içeren disk, **(C)** 4 µL SHEO içeren disk ve **(D)** 5 µL SHEO içeren disk.

SHEO'nun *L. monocytogenes*'e karşı antimikrobiyal etkinliği üç farklı sıcaklıkta (+4, +10 ve -20° C) değerlendirilmiş ve sonuçlar istatistiksel analize tabi tutulmuştur (Tablo 1).

Tablo 4.1 ANOVA-Tukey Testleri Kullanılarak SHEO'nun *L. monocytogenes* İnhibisyonunda Ambalajlama Yöntemlerinin İstatistiksel Değerlendirmesi.

Ambalaj Türü	Sıcaklık	En Önemli Gün(ler)	EO Etkin Süre	ANOVA p-Değerleri	Mikrobiyolojik Gözlem
Geleneksel	4° C	1-5. Günler	7 güne kadar	p < 0.01	<i>Listeria</i> sayısında önemli azalma
Geleneksel	10° C	3-5. Günler	14 güne kadar	p < 0.05	Orta derecede etki, 14. günde azalır.
Geleneksel	-20° C	0 & 28. Günler	Tutarsız	p < 0.05 (sadece 0. ve 28. günler)	Etkinlik kaybı
Vakum	4° C	1-7. Günler	14 güne kadar	p < 0.001	Sürekli <i>Listeria</i> baskılanması
Vakum	10° C	1-14. Günler	28 güne kadar	p < 0.01	Uzun süreli stabil inhibisyon
Vakum	-20° C	0-5. Günler	7 güne kadar	p < 0.05	Kısa süreli etki, ardından azalır

L. monocytogenes'in büyümesi, soğutma sıcaklıklarında gelişme ve gıda işleme ortamlarında kalma kabiliyeti nedeniyle gıda güvenliği bağlamında özellikle önemlidir ve kontaminasyonun önlenmesinde önemli zorluklar yaratmaktadır (Vidovic ve ark.,

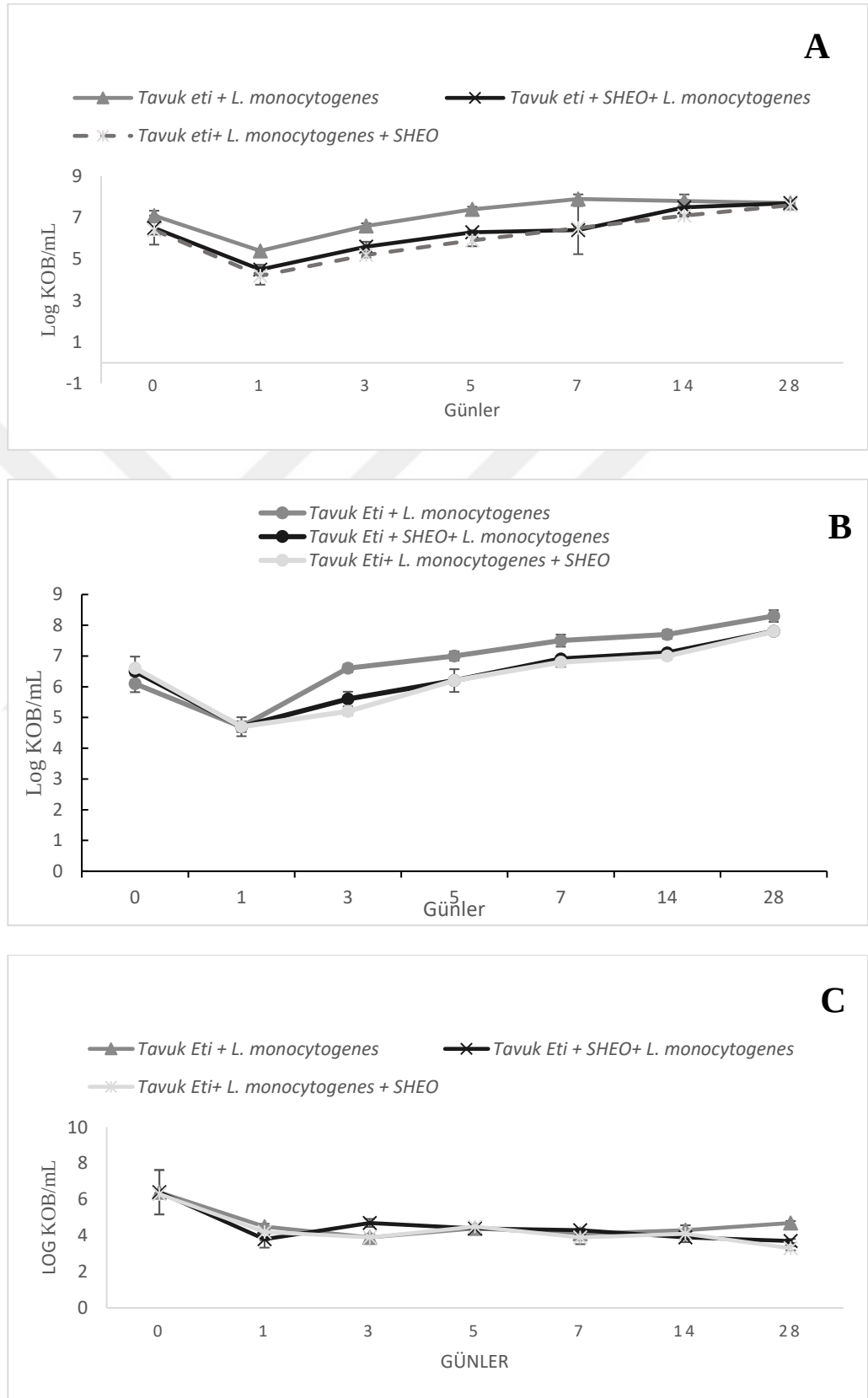
2024). Son zamanlarda yapılan çalışmalar, *L. monocytogenes*'in, genellikle oksijen seviyelerini azaltan ve mikrobiyal büyümeyi engellemek için nitrojeni artıran modifiye atmosfer ambalajlamada (MAP) da çoğalabileceğini göstermiştir; ancak MAP, kısa süreli depolama sırasında *L. monocytogenes* popülasyonlarını önemli ölçüde etkilememiş ve yalnızca uzun süreli maruz kalma veya yüksek sıcaklıklarda belirgin büyüme artışları göstermiştir (Beuchat ve Brackett, 1990). Ayrıca, pediocin gibi bakteriyosinleri içeren ve EO kullanan yenilikçi paketleme yöntemleri, özellikle düşük sıcaklıkta saklanan hazır gıdalarda, uzun süreler boyunca bakteri üremesini önleyerek *L. monocytogenes*'i inhibe etmede umut verici sonuçlar göstermiştir (Ming ve ark., 1997). *L. monocytogenes*, çevresel baskılara karşı direnci, biyofilm oluşturma yeteneği ve gıda işleme tesislerinde kalıcılığı sayesinde ekolojik adaptasyon yeteneği sergilemektedir. Bu özellikler, kontrol çabalarını zorlaştırmakta ve yeni antimikrobiyal stratejiler ve ambalajlama çözümleri geliştirmenin önemini vurgulamaktadır (Osek ve ark., 2022).

Ayrıca, çalışma geleneksel ve vakumlu paketleme tekniklerinin karşılaştırmalı bir değerlendirmesini gerçekleştirmiştir. SHEO tedavisi, +4° C'de inkübe edilen gruplarda, özellikle ilk beş gün boyunca *L. monocytogenes*'in büyümesini önemli ölçüde engelledi (ANOVA, $p < 0,01$). Bu, SHEO'nun düşük sıcaklıklarda uçuculuğunu kaybetmeden stabil kaldığını ve etkinliğini koruduğunu gösterir. Bu bulgu, EO tedavilerinin, özellikle soğutma ile birleştirildiğinde *L. monocytogenes*'in büyümesini engellemede önemli bir etkiye sahip olduğu bulgularını desteklemektedir (Vidovic ve ark., 2024). 4° C'de geleneksel paketleme yönteminin kullanıldığı uygulamada, SHEO ilk beş gün boyunca *L. monocytogenes*'i belirgin şekilde inhibe etti.

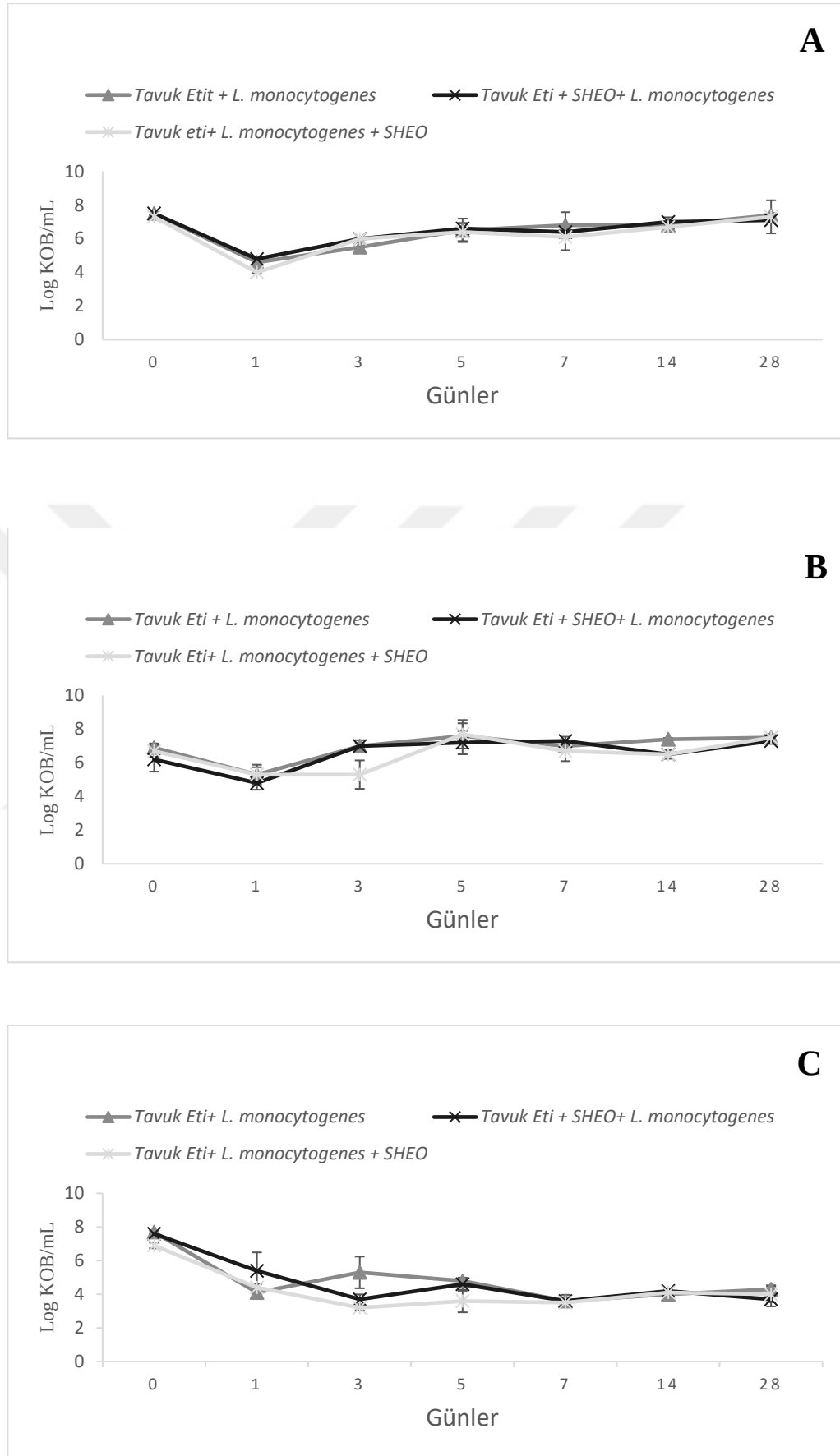
Bu etki 7. günden sonra azaldı ve 14. günde tamamen kayboldu. Deneyler boyunca yapılan morfolojik gözlemler, SHEO'nun kokusunun 7. günden sonra azalmaya başladığını ortaya koydu. Bu durum, yağın uçucu yapısından kaynaklanıyor ve grafikte doğrudan yansıtılıyor. Vakumlu paketleme sonuçlarında, SHEO ile tedavi edilen gruplarda 7. güne kadar önemli bir inhibisyon gözlemlendi.

Vakumlu paketleme, SHEO'nun etkisini 14. güne kadar korudu, ancak bu tarihten sonra etki azaldı. Her iki paketleme yönteminde de, 4° C'de saklama SHEO'nun stabilitesini artırdığı ve antimikrobiyal aktivitesini uzattığı gösterilmiştir. Bu, vakumlu paketlemenin oksijen seviyelerini azaltma ve geleneksel paketlemeye kıyasla patojen büyümesini inhibe etme rolünü vurgulayan raporlarla uyumludur. Bu tür paketlemeye

entegre edilen EO tedavileri, gıda kalitesinden ödün vermeden potansiyel bir listerisidal adım sağlar (Kawacka ve ark., 2020; Vidovic ve ark., 2024).



Şekil 4.2 Geleneksel ambalajlarda SHEO'nun Anti-*Listeria* etkisi: (A) +4° C; (B) +10° C; (C) -20° C.



Şekil 4.3 SHEO'nun Vakumlu Ambalajlamada Anti-*Listeria* Etkisi: (A) vakumlu ambalajlama +4° C; (B) vakumlu ambalajlama +10° C; (C) vakumlu ambalajlama -20° C.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu çalışma, *Satureja hortensis* esansiyel yağının (SHEO) çeşitli saklama sıcaklıkları ve ambalajlama koşulları altında tavuk etinde *Listeria monocytogenes*'in çoğalmasını etkili bir şekilde engellediğini göstermiştir. SHEO, özellikle düşük sıcaklıklarda (4° C ve 10° C) ve vakumlu ambalajlama ile birlikte kullanıldığında, patojen kontrolünü önemli ölçüde artırarak oldukça güçlü bir koruyucu etki sergilemiştir. Ancak, -20° C 'de uçuculuğun azalması nedeniyle uçucu yağın etkinliği azalmıştır. Bu bulgular, doğal, bitki bazlı antimikrobiyal ajanların geleneksel kimyasal koruyuculara çevre dostu alternatifler olarak hizmet edebileceğini ve gıda ürünlerinin raf ömrünü ve güvenliğini potansiyel olarak artırabileceğini göstermektedir. Ayrıca, uçucu yağ uygulamalarının modern paketleme teknolojileriyle entegrasyonu, *L. monocytogenes* gibi psikrotrofik patojenleri yönetmek için umut verici bir strateji sunmaktadır.

5.2 Öneriler

Uçucu yağlar (EO'lar) her ne kadar önemli ölçüde bir anti-listeriyal potansiyele sahip olsa da, gıda güvenliği alanındaki kullanılabilirliklerinin artırılabilmesi için ele alınması gereken çeşitli hususlar bulunmaktadır. Bu hususlardan ilki, EO'ların gıdaların duyuşal özelliklerini değiştirebilme olasılığıdır. EO uygulanmış gıdalarda tüketici kabulünün değerlendirilmesi amacıyla kapsamlı duyuşal analizlerin sistematik bir biçimde araştırılması önem arz etmektedir. İkinci olarak, EO'ların etkinliğinin gıda matrisine bağlı olarak değişkenlik göstermesi dikkate alındığında, et, süt ürünleri, sebze ve meyve bazlı gıdalar da dâhil olmak üzere farklı gıda kategorilerini kapsayan karşılaştırmalı araştırmaların yürütülmesi gerekmektedir.

Bunlara ek olarak, tüketici sağlığını riske atmadan antimikrobiyal etkinliğin sağlanabilmesi için optimum konsantrasyonların belirlenmesine yönelik güvenlik ve toksikolojik değerlendirmelerin gerçekleştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Ayrıca, laboratuvar ölçeğinde elde edilen bulgular ile endüstriyel uygulamalar arasındaki boşluğun giderilebilmesi amacıyla, gelecekteki araştırmaların EO temelli koruma stratejilerinin ticari gıda işleme koşullarında uygulanabilirliğini doğrulamaya yönelik pilot ve endüstriyel ölçekli çalışmalar üzerine yoğunlaşması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Aala, J., Ahmadi, M., Golestan, L., Shahidi, S.-A., Shariatifar, N. 2023. Effect of multifactorial free and liposome-coated of bay laurel (*Laurus nobilis*) and rosemary (*Salvia rosmarinus*) extracts on the behavior of *Listeria monocytogenes* and *Vibrio parahaemolyticus* in silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) stored at 4° C, Environmental Research, 216, 114478.
- Ahmed, J., Hiremath, N., Jacob, H. 2016. Efficacy of antimicrobial properties of polylactide/cinnamon oil film with and without high-pressure treatment against *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium* inoculated in chicken sample, Food Packaging and Shelf Life, 10, 72-78.
- Akarca, G. 2019. Composition and antibacterial effect on food borne pathogens of *Hibiscus surrattensis* L. calyces essential oil, Industrial Crops and Products, 137, 285-289.
- Al-Zoreky, N.S., Al-Taher, A.Y. 2019. In vitro and in situ inhibition of some food-borne pathogens by essential oils from date palm (*Phoenix dactylifera* L.) spathe, International journal of food microbiology, 299, 64-70.
- Alsaggaf, M.S., Moussa, S.H., Elguindy, N.M., Tayel, A.A. 2017. Fungal chitosan and *Lycium barbarum* extract as anti-*Listeria* and quality preservatives in minced catfish, International Journal of Biological Macromolecules, 104, 854-861.
- Arslan, D.K.Y. 2011. Ankara ekolojik koşullarında sater (*Satureja hortensis* L.) bitkisinde uçucu yağ ve bileşenlerinin ontogenetik varyabilitesinin belirlenmesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 8 (2), 29-36.
- Arthur, M., Afari, E.L., Alexa, E.A., Zhu, M.J., Gaffney, M.T., Celayeta, J.M.F., Burgess, C.M. 2025. Recent advances in examining the factors influencing the efficacy of biocides against *Listeria monocytogenes* biofilms in the food industry: A systematic review, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 24 (1), e70083. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70083>
- Askın, B., Bayburtluoğlu, T., Yazıcı, S.O. 2025. A Comparative Study on the Phenolic Extraction of Total Hydro-Alcoholic Extract of *Satureja hortensis* L. for Bioactive Properties, Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi, 5 (1), 29-46.
- Azarashkan, Z., Farahani, S., Abedinia, A., Akbarmivehie, M., Motamedzadegan, A., Heidarbeigi, J., Hayaloğlu, A.A. 2022. Co-encapsulation of broccoli sprout extract nanoliposomes into basil seed gum: effects on in vitro antioxidant, antibacterial and anti-*Listeria* activities in ricotta cheese, International Journal of Food Microbiology, 376, 109761.
- Badem, A. 2023. Gastronomide Gıda Bilimi, Eğitim Yayınevi.
- Banerji, R., Mahamune, A., Saroj, S.D. 2022. Aqueous extracts of spices inhibit biofilm in *Listeria monocytogenes* by downregulating release of eDNA, LWT, 154, 112566.
- Barel, M., Hızlısoy, H., Köşkeroğlu, K., Çelik Gürbulak, E., vd. . 2023. Hayvansal Kökenli Gıdalarda *Listeria monocytogenes* Prevalansının Meta-Analizi, Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 20(1), 19-29.

- Basak, S., Guha, P. 2018. A review on antifungal activity and mode of action of essential oils and their delivery as nano-sized oil droplets in food system, *Journal of food science and technology*, 55, 4701-4710.
- Bauer, A. 1996. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disc method, *Am. J. of Clinc. Path.*, 45, 149-158.
- Belias, A., Bolten, S., Wiedmann, M. 2024. Challenges and opportunities for risk-and systems-based control of *Listeria monocytogenes* transmission through food, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23 (6), e70071. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70071>
- Ben Akacha, B., Ben Hsouna, A., Generalić Mekinić, I., Ben Belgacem, A., Ben Saad, R., Mnif, W., Kačániová, M., Garzoli, S. 2023. *Salvia officinalis* L. and *Salvia sclarea* essential oils: Chemical composition, biological activities and preservative effects against *Listeria monocytogenes* inoculated into minced beef meat, *Plants*, 12 (19), 3385. <https://doi.org/10.3390/plants12193385>
- Berdejo, D., Pagán, E., Merino, N., García-Gonzalo, D., Pagán, R. 2021. Emerging mutant populations of *Listeria monocytogenes* EGD-e under selective pressure of *Thymbra capitata* essential oil question its use in food preservation, *Food Research International*, 145, 110403.
- Bermúdez-Capdevila, M., Cervantes-Huamán, B.R.H., Rodríguez-Jerez, J.J., Ripolles-Avila, C. 2022. Repeated sub-inhibitory doses of cassia essential oil do not increase the tolerance pattern in *Listeria monocytogenes* cells, *Lwt*, 165, 113681.
- Beuchat, L.R., Brackett, R.E. 1990. Survival and growth of *Listeria monocytogenes* on lettuce as influenced by shredding, chlorine treatment, modified atmosphere packaging and temperature, *Journal of food science*, 55 (3), 755-758. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1990.tb05222.x>
- Bhavaniramy, S., Vishnupriya, S., Al-Aboody, M.S., Vijayakumar, R., Baskaran, D. 2019. Role of essential oils in food safety: Antimicrobial and antioxidant applications, *Grain & oil science and technology*, 2 (2), 49-55.
- Bozarı, S., Çakmak, B., Kurt, H. 2017. *Satureja hortensis* bitkisinin uçucu yağlarının *Hordeum vulgare* l. tohumları üzerine genotoksik etkileri, *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20 (3), 185-192. DOI : 10.18016/ksudobil.289453
- Brown, S.R., Forauer, E.C., D'Amico, D.J. 2018. Effect of modified atmosphere packaging on the growth of spoilage microorganisms and *Listeria monocytogenes* on fresh cheese, *Journal of dairy science*, 101 (9), 7768-7779.
- Bukvički, D., Stojković, D., Soković, M., Vannini, L., Montanari, C., Pejin, B., Savić, A., Veljić, M., Grujić, S., Marin, P.D. 2014. *Satureja horvatii* essential oil: In vitro antimicrobial and antiradical properties and in situ control of *Listeria monocytogenes* in pork meat, *Meat Science*, 96 (3), 1355-1360.
- Bumunang, E.W., Zaheer, R., Niu, D., Narvaez-Bravo, C., Alexander, T., McAllister, T.A., Stanford, K. 2023. Bacteriophages for the targeted control of foodborne pathogens, *Foods*, 12 (14), 2734. <https://doi.org/10.3390/foods12142734>
- Burt, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review, *International journal of food microbiology*, 94 (3), 223-253. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>

- Cacciatore, F.A., Maders, C., Alexandre, B., Pinilla, C.M.B., Brandelli, A., da Silva malheiros, P. 2022. Carvacrol encapsulation into nanoparticles produced from chia and flaxseed mucilage: Characterization, stability and antimicrobial activity against *Salmonella* and *Listeria monocytogenes*, Food microbiology, 108, 104116.
- Canillac, N., Mourey, A. 2004. Effects of several environmental factors on the anti-*Listeria monocytogenes* activity of an essential oil of *Picea excelsa*, International journal of food microbiology, 92 (1), 95-103.
- Canillac, N., Mourey, A. 2001. Antibacterial activity of the essential oil of *Picea excelsa* on *Listeria*, *Staphylococcus aureus* and coliform bacteria, Food Microbiology, 18 (3), 261-268.
- Carvalho, F., Coimbra, A.T., Silva, L., Duarte, A.P., Ferreira, S. 2023. *Melissa officinalis* essential oil as an antimicrobial agent against *Listeria monocytogenes* in watermelon juice, Food Microbiology, 109, 104105.
- Chambre, D.R., Moisa, C., Lupitu, A., Copolovici, L., Pop, G., Copolovici, D.-M. 2020. Chemical composition, antioxidant capacity, and thermal behavior of *Satureja hortensis* essential oil, Scientific Reports, 10 (1), 21322. 10.1038/s41598-020-78263-9
- Coimbra, A., Carvalho, F., Duarte, A.P., Ferreira, S. 2022. Antimicrobial activity of *Thymus zygis* essential oil against *Listeria monocytogenes* and its application as food preservative, Innovative Food Science & Emerging Technologies, 80, 103077.
- Cui, H., Li, H., Li, C., Abdel-Samie, M.A., Lin, L. 2020. Inhibition effect of moringa oil on the cheese preservation and its impact on the viability, virulence and genes expression of *Listeria monocytogenes*, Lwt, 134, 110163.
- Cui, H., Wu, J., Lin, L. 2016. Inhibitory effect of liposome-entrapped lemongrass oil on the growth of *Listeria monocytogenes* in cheese, Journal of dairy science, 99 (8), 6097-6104.
- Cui, H., Zhang, C., Li, C., Lin, L. 2018. Antimicrobial mechanism of clove oil on *Listeria monocytogenes*, Food Control, 94, 140-146.
- da Silva, B.D., Bernardes, P.C., Pinheiro, P.F., Giannotti, J.D.G., Roberto, C.D. 2022a. *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. essential oil as a natural alternative for the conservation of beef patties stored under refrigeration, Food Bioscience, 49, 101896.
- da Silva Dannenberg, G., Funck, G.D., Mattei, F.J., da Silva, W.P., Fiorentini, Â.M. 2016. Antimicrobial and antioxidant activity of essential oil from pink pepper tree (*Schinus terebinthifolius* Raddi) in vitro and in cheese experimentally contaminated with *Listeria monocytogenes*, Innovative Food Science & Emerging Technologies, 36, 120-127.
- da Silva, R.C.S., de Souza Arruda, I.R., Malafaia, C.B., de Moraes, M.M., Beck, T.S., da Camara, C.A.G., da Silva, N.H., da Silva, M.V., dos Santos Correia, M.T., Frizzo, C.P. 2022b. Synthesis, characterization and antibiofilm/antimicrobial activity of nanoemulsions containing *Tetragastris catuaba* (Burseraceae) essential oil against disease-causing pathogens, Journal of Drug Delivery Science and Technology, 67, 102795.

- Das, S., Vishakha, K., Banerjee, S., Mondal, S., Ganguli, A. 2020. Sodium alginate-based edible coating containing nanoemulsion of *Citrus sinensis* essential oil eradicates planktonic and sessile cells of food-borne pathogens and increased quality attributes of tomatoes, *International Journal of Biological Macromolecules*, 162, 1770-1779.
- de Carvalho, R.J., de Souza, G.T., Honório, V.G., de Sousa, J.P., da Conceição, M.L., Maganani, M., de Souza, E.L. 2015. Comparative inhibitory effects of *Thymus vulgaris* L. essential oil against *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* and mesophilic starter co-culture in cheese-mimicking models, *Food Microbiology*, 52, 59-65.
- de Medeiros Barbosa, I., da Costa Medeiros, J.A., de Oliveira, K.Á.R., Gomes-Neto, N.J., Tavares, J.F., Magnani, M., de Souza, E.L. 2016. Efficacy of the combined application of oregano and rosemary essential oils for the control of *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Enteritidis* in leafy vegetables, *Food control*, 59, 468-477.
- de Noordhout, C.M., Devleeschauwer, B., Angulo, F.J., Verbeke, G., Haagsma, J., Kirk, M., Havelaar, A., Speybroeck, N. 2014. The global burden of listeriosis: a systematic review and meta-analysis, *The Lancet Infectious Diseases*, 14 (11), 1073-1082.
- de Sá Silva, C., de Figueiredo, H.M., Stamford, T.L.M., da Silva, L.H.M. 2019. Inhibition of *Listeria monocytogenes* by *Melaleuca alternifolia* (tea tree) essential oil in ground beef, *International Journal of Food Microbiology*, 293, 79-86.
- de Sousa Guedes, J.P., de Souza, E.L. 2018. Investigation of damage to *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Enteritidis* exposed to *Mentha arvensis* L. and *M. piperita* L. essential oils in pineapple and mango juice by flow cytometry, *Food Microbiology*, 76, 564-571.
- Diao, W.-R., Hu, Q.-P., Zhang, H., Xu, J.-G. 2014. Chemical composition, antibacterial activity and mechanism of action of essential oil from seeds of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.), *Food control*, 35 (1), 109-116.
- Djihane, B., Wafa, N., Elkhamsa, S., Pedro, D.H.J., Maria, A.E., Mihoub, Z.M. 2017. Chemical constituents of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don essential oil and their antimicrobial activity against Gram-positive and Gram-negative bacteria, filamentous fungi and *Candida albicans*, *Saudi Pharmaceutical Journal*, 25 (5), 780-787.
- Dogruyol, H., Mol, S., Cosansu, S. 2020. Increased thermal sensitivity of *Listeria monocytogenes* in sous-vide salmon by oregano essential oil and citric acid, *Food microbiology*, 90, 103496.
- EFSA, E. 2024. The European Union One Health 2023 Zoonoses Report (EFS2 22). European Food Safety Authority (EFSA) and European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC).
- EFSA, E. 2022. The European Union One Health 2021 Zoonoses Report. EFSA J. 20, e07666.
- Elsherif, W.M., Shrief, L.M.T.A. 2021. Effects of three essential oils and their nano-emulsions on *Listeria monocytogenes* and *Shigella flexneri* in Egyptian Talaga cheese, *International Journal of Food Microbiology*, 355, 109334.

- Erdoğan, E. 2014. *Lamiaceae* familyasına ait bazı bitkilerin uçucu yağ içeriklerinin belirlenmesi, antimikrobiyal ve antitumörjenik aktivitelerinin araştırılması, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Mersin.
- Eroğlu, R., Çakıcı, N. 2024. Kanatlı Etlerinde Gıda Güvenliği: Bakteriye Tehlikeler, *Environmental Toxicology and Ecology*, 4 (1), 59-72.
- Evrendilek, G.A., Balasubramaniam, V. 2011. Inactivation of *Listeria monocytogenes* and *Listeria innocua* in yogurt drink applying combination of high pressure processing and mint essential oils, *Food Control*, 22 (8), 1435-1441.
- Fagerlund, A., Langsrud, S., Mørseth, T. 2021. Microbial diversity and ecology of biofilms in food industry environments associated with *Listeria monocytogenes* persistence, *Current Opinion in Food Science*, 37, 171-178. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.10.015>
- Falleh, H., Jemaa, M.B., Saada, M., Ksouri, R. 2020. Essential oils: A promising eco-friendly food preservative, *Food chemistry*, 330, 127268.
- Fancello, F., Petretto, G.L., Marceddu, S., Venditti, T., Pintore, G., Zara, G., Mannazzu, I., Budroni, M., Zara, S. 2020. Antimicrobial activity of gaseous *Citrus limon* var *pompia* leaf essential oil against *Listeria monocytogenes* on ricotta salata cheese, *Food Microbiology*, 87, 103386.
- Firouzi, R., Shekarforoush, S., Nazer, A., Borumand, Z., Jooyandeh, A. 2007. Effects of essential oils of oregano and nutmeg on growth and survival of *Yersinia enterocolitica* and *Listeria monocytogenes* in barbecued chicken, *Journal of Food Protection*, 70 (11), 2626-2630.
- Gottardo, F.M., Biduski, B., dos Santos, L.F., dos Santos, J.S., Rodrigues, L.B., dos Santos, L.R. 2022. Microencapsulated oregano and cinnamon essential oils as a natural alternative to reduce *Listeria monocytogenes* in Italian salami, *Food Bioscience*, 50, 102146.
- Gouveia, A.R., Alves, M., de Almeida, J.M., Monteiro-Silva, F., González-Aguilar, G., Silva, J.A., Saraiva, C. 2017. The Antimicrobial Effect of Essential Oils Against *Listeria monocytogenes* in Sous vide Cook-Chill Beef during Storage, *Journal of Food Processing and Preservation*, 41 (4), e13066.
- Gouveia, A.R., Alves, M., Silva, J.A., Saraiva, C. 2016. The antimicrobial effect of rosemary and thyme essential oils against *Listeria monocytogenes* in sous vide cook-chill beef during storage, *Procedia Food Science*, 7, 173-176.
- Govaris, A., Botsoglou, E., Sergelidis, D., Chatzopoulou, P.S. 2011. Antibacterial activity of oregano and thyme essential oils against *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157: H7 in feta cheese packaged under modified atmosphere, *LWT-Food Science and Technology*, 44 (4), 1240-1244.
- Göçmez, E.B., İlhak, O.İ. 2025. Effect of marination with bioprotective culture-containing marinade on *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* in chicken breast meat, *Journal of Food Science*, 90 (4), e70174.
- Grigore-Gurgu, L., Bucur, F.I., Mihalache, O.A., Nicolau, A.I. 2024. Comprehensive Review on the Biocontrol of *Listeria monocytogenes* in Food Products, *Foods*, 13 (5), 734. <https://doi.org/10.3390/foods13050734>

- Guo, J., Gao, Z., Li, G., Fu, F., Liang, Z., Zhu, H., Shan, Y. 2019. Antimicrobial and antibiofilm efficacy and mechanism of essential oil from *Citrus changshan-huyou* YB chang against *Listeria monocytogenes*, Food Control, 105, 256-264.
- Guo, J., Hu, X., Gao, Z., Li, G., Fu, F., Shang, X., Liang, Z., Shan, Y. 2021. Global transcriptomic response of *Listeria monocytogenes* exposed to Fingered Citron (*Citrus medica* L. var. *sarcodactylis* Swingle) essential oil, Food Research International, 143, 110274.
- Gutiérrez-del-Río, I., Fernández, J., Lombó, F. 2018. Plant nutraceuticals as antimicrobial agents in food preservation: Terpenoids, polyphenols and thiols, International journal of antimicrobial agents, 52 (3), 309-315.
- Hadjilouka, A., Mavrogiannis, G., Mallouchos, A., Paramithiotis, S., Mataragas, M., Drosinos, E.H. 2017. Effect of lemongrass essential oil on *Listeria monocytogenes* gene expression, Lwt, 77, 510-516.
- Hafner, L., Pichon, M., Burucoa, C., Nusser, S.H., Moura, A., Garcia-Garcera, M., Lecuit, M. 2021. *Listeria monocytogenes* faecal carriage is common and depends on the gut microbiota, Nature Communications, 12 (1), 6826. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27069-y>
- Hassanien, M.F.R., Mahgoub, S.A., 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.
- Heir, E., Liland, K.H., Carlehög, M., Holck, A.L. 2019. Reduction and inhibition of *Listeria monocytogenes* in cold-smoked salmon by Verdad N6, a buffered vinegar fermentate, and UV-C treatments, International journal of food microbiology, 291, 48-58.
- Helander, I.M., Alakomi, H.-L., Latva-Kala, K., Mattila-Sandholm, T., Pol, I., Smid, E.J., Gorris, L.G., von Wright, A. 1998. Characterization of the action of selected essential oil components on Gram-negative bacteria, Journal of agricultural and food chemistry, 46 (9), 3590-3595.
- Hsouna, A.B., Trigui, M., Mansour, R.B., Jarraya, R.M., Damak, M., Jaoua, S. 2011. Chemical composition, cytotoxicity effect and antimicrobial activity of *Ceratonia siliqua* essential oil with preservative effects against *Listeria* inoculated in minced beef meat, International journal of food microbiology, 148 (1), 66-72.
- Hyldgaard, M., Mygind, T., Meyer, R.L. 2012. Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components, Frontiers in microbiology, 3, 12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00012>
- Jadhav, S., Shah, R., Bhav, M., Palombo, E.A. 2013. Inhibitory activity of yarrow essential oil on *Listeria* planktonic cells and biofilms, Food control, 29 (1), 125-130.
- Jo, W.-S., Song, H.-Y., Song, N.-B., Lee, J.-H., Min, S.C., Song, K.B. 2014. Quality and microbial safety of 'Fuji' apples coated with carnauba-shellac wax containing lemongrass oil, LWT-Food Science and Technology, 55 (2), 490-497.
- Kačániová, M., Kunová, S., Čmíková, N. 2023. Green Lemon Essential Oil Antimicrobial Activity Against *Listeria monocytogenes* Inoculated in Chicken Meat, Scientific papers animal science and biotechnologies, 56 (2), 237-237.

- Kachur, K., Suntres, Z. 2020. The antibacterial properties of phenolic isomers, carvacrol and thymol, *Critical reviews in food science and nutrition*, 60 (18), 3042-3053.
- Kakaei, S., Shahbazi, Y. 2016. Effect of chitosan-gelatin film incorporated with ethanolic red grape seed extract and *Ziziphora clinopodioides* essential oil on survival of *Listeria monocytogenes* and chemical, microbial and sensory properties of minced trout fillet, *LWT-Food Science and Technology*, 72, 432-438.
- Kawacka, I., Olejnik-Schmidt, A., Schmidt, M., Sip, A. 2020. Effectiveness of phage-based inhibition of *Listeria monocytogenes* in food products and food processing environments, *Microorganisms*, 8 (11), 1764. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8111764>
- Kazemeini, H., Azizian, A., Adib, H. 2021. Inhibition of *Listeria monocytogenes* growth in turkey fillets by alginate edible coating with *Trachyspermum ammi* essential oil nano-emulsion, *International journal of food microbiology*, 344, 109104.
- Khanjari, A., Karabagias, I., Kontominas, M. 2013. Combined effect of N, O-carboxymethyl chitosan and oregano essential oil to extend shelf life and control *Listeria monocytogenes* in raw chicken meat fillets, *LWT-Food Science and Technology*, 53 (1), 94-99.
- Kim, J., Kim, H., Beuchat, L.R., Ryu, J.-H. 2021. Synergistic antimicrobial activities of plant essential oils against *Listeria monocytogenes* in organic tomato juice, *Food Control*, 125, 108000.
- Koopmans, M.M., Brouwer, M.C., Vázquez-Boland, J.A., van de Beek, D. 2023. Human listeriosis, *Clinical microbiology reviews*, 36 (1), e00060-19. <https://doi.org/10.1128/cmr.00060-19>
- Lee, G., Kim, Y., Kim, H., Beuchat, L.R., Ryu, J.-H. 2018. Antimicrobial activities of gaseous essential oils against *Listeria monocytogenes* on a laboratory medium and radish sprouts, *International journal of food microbiology*, 265, 49-54.
- Li, W., Wang, Q., Deng, Z., Du, Y., Song, Y., Xu, T., Shan, L., Chen, J. 2025. Integrating kinetic models and BP-ANN for predicting growth and shelf-life of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat salads, *LWT*, 221, 117607. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.117607>
- Liang, C., Huang, S., Geng, Y., Huang, X., Chen, D., Lai, W., Guo, H., Deng, H., Fang, J., Yin, L. 2022. A Study on the antibacterial mechanism of thymol against *Aeromonas hydrophila* in vitro, *Aquaculture International*, 30 (1), 115-129.
- Lianou, A., Moschonas, G., Nychas, G.-J.E., Panagou, E.Z. 2018. Growth of *Listeria monocytogenes* in pasteurized vanilla cream pudding as affected by storage temperature and the presence of cinnamon extract, *Food Research International*, 106, 1114-1122.
- Liatsos, G.D., Thanellas, S., Pirounaki, M., Ketikoglou, I., Moulakakis, A. 2012. *Listeria monocytogenes* peritonitis: presentation, clinical features, treatment, and outcome, *Scandinavian journal of gastroenterology*, 47 (10), 1129-1140.
- Lin, L., Gu, Y., Cui, H. 2019. Moringa oil/chitosan nanoparticles embedded gelatin nanofibers for food packaging against *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* on cheese, *Food packaging and shelf life*, 19, 86-93.
- Linke, K., Rückerl, I., Brugger, K., Karpiskova, R., Walland, J., Muri-Klinger, S., Tichy, A., Wagner, M., Stessl, B. 2014. Reservoirs of *Listeria* species in three

- environmental ecosystems, *Applied and environmental microbiology*, 80 (18), 5583-5592. <https://doi.org/10.1128/AEM.01018-14>
- Luciano, W.A., Pimentel, T.C., Bezerril, F.F., Barão, C.E., Marcolino, V.A., Carvalho, R.d.S.F., dos Santos Lima, M., Martín-Belloso, O., Magnani, M. 2023. Effect of citral nanoemulsion on the inactivation of *Listeria monocytogenes* and sensory properties of fresh-cut melon and papaya during storage, *International Journal of Food Microbiology*, 384, 109959.
- Macit, E., Çağlar, A., BAKIRCI, A. 2017. The possibilities of using some spice essential oils in ice cream production, *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 32 (2).
- Maggio, F., Rossi, C., Chaves-López, C., Valbonetti, L., Desideri, G., Paparella, A., Serio, A. 2022. A single exposure to a sublethal concentration of *Origanum vulgare* essential oil initiates response against food stressors and restoration of antibiotic susceptibility in *Listeria monocytogenes*, *Food Control*, 132, 108562.
- Marques, C.S., Grillo, R.P., Bravim, D.G., Pereira, P.V., Villanova, J.C.O., Pinheiro, P.F., Carneiro, J.C.S., Bernardes, P.C. 2019. Preservation of ready-to-eat salad: A study with combination of sanitizers, ultrasound, and essential oil-containing β -cyclodextrin inclusion complex, *Lwt*, 115, 108433.
- Matle, I., Mbatha, K.R., Madoroba, E. 2020. A review of *Listeria monocytogenes* from meat and meat products: Epidemiology, virulence factors, antimicrobial resistance and diagnosis, *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 87 (1), 1-20.
- Maurya, A., Prasad, J., Das, S., Dwivedy, A.K. 2021. Essential oils and their application in food safety, *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 653420.
- Mehdizadeh, T., Tajik, H., Langroodi, A.M., Molaei, R., Mahmoudian, A. 2020. Chitosan-starch film containing pomegranate peel extract and *Thymus kotschyanus* essential oil can prolong the shelf life of beef, *Meat science*, 163, 108073.
- Miladi, H., Zmantar, T., Chaabouni, Y., Fedhila, K., Bakhrouf, A., Mahdouani, K., Chaieb, K. 2016. Antibacterial and efflux pump inhibitors of thymol and carvacrol against food-borne pathogens, *Microbial pathogenesis*, 99, 95-100.
- Ming, X., Weber, G.H., Ayres, J.W., Sandine, W.E. 1997. Bacteriocins applied to food packaging materials to inhibit *Listeria monocytogenes* on meats, *Journal of Food Science*, 62 (2), 413-415. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb04015.x>
- Moura-Alves, M., Gouveia, A.R., de Almeida, J.M., Monteiro-Silva, F., Silva, J.A., Saraiva, C. 2020. Behavior of *Listeria monocytogenes* in beef Sous vide cooking with *Salvia officinalis* L. essential oil, during storage at different temperatures, *LWT*, 132, 109896.
- Mytle, N., Anderson, G., Doyle, M., Smith, M. 2006. Antimicrobial activity of clove (*Syzygium aromaticum*) oil in inhibiting *Listeria monocytogenes* on chicken frankfurters, *Food control*, 17 (2), 102-107.
- Nair, M.K.M., Vasudevan, P., Venkitanarayanan, K. 2005. Antibacterial effect of black seed oil on *Listeria monocytogenes*, *Food control*, 16 (5), 395-398.
- Novais, C., Molina, A.K., Abreu, R.M., Santo-Buelga, C., Ferreira, I.C., Pereira, C., Barros, L. 2022. Natural food colorants and preservatives: A review, a demand, and a challenge, *Journal of agricultural and food chemistry*, 70 (9), 2789-2805.

- Olaimat, A.N., Al-Holy, M.A., Ghoush, M.H.A., Al-Nabulsi, A.A., Osaili, T.M., Ayyash, M., Al-Degs, Y.S., Holley, R.A. 2022. Use of citric acid and garlic extract to inhibit *Salmonella enterica* and *Listeria monocytogenes* in hummus, *International Journal of Food Microbiology*, 362, 109474.
- Organization, W.H., 2004, Risk assessment of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods: interpretative summary, *World Health Organization*,
- Organization, W.H., (1999), Food safety.
- Osaili, T.M., Al-Nabulsi, A.A., Hasan, F., Dhanasekaran, D.K., Hussain, A.Z., Ismail, L.C., Naja, F., Radwan, H., Faris, M.E., Olaimat, A.N. 2023. Effect of eugenol, vanillin, and β -resorcylic acid on foodborne pathogen survival in marinated camel meat, *Journal of Food Protection*, 86 (2), 100038.
- Osaili, T.M., Hasan, F., Dhanasekaran, D.K., Obaid, R.S., Al-Nabulsi, A.A., Karam, L., Savvaidis, I.N., Olaimat, A.N., Ayyash, M., Al-Holy, M. 2021. Effect of yogurt-based marinade combined with essential oils on the behavior of *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157: H7 and *Salmonella* spp. in camel meat chunks during storage, *International Journal of Food Microbiology*, 343, 109106.
- Osei-Kwarteng, M., Ogwu, M.C., Mahunu, G.K., Afoakwah, N.A. 2024. Post-harvest Food Quality and Safety in the Global South: Sustainable Management Perspectives. in: *Food Safety and Quality in the Global South*, Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, pp. 151-195.
- Osek, J., Lachtara, B., Wieczorek, K. 2022. *Listeria monocytogenes*—how this pathogen survives in food-production environments?, *Frontiers in microbiology*, 13, 866462. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.866462>
- Paparella, A., Taccogna, L., Aguzzi, I., Chaves-López, C., Serio, A., Marsilio, F., Suzzi, G. 2008. Flow cytometric assessment of the antimicrobial activity of essential oils against *Listeria monocytogenes*, *Food Control*, 19 (12), 1174-1182.
- Parichanon, P., Sattayakhom, A., Matan, N., Matan, N. 2022. Antimicrobial activity of lime oil in the vapour phase against *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat salad during cold storage and its possible mode of action, *Food Control*, 132, 108486.
- Peerzade, I.J., Kudre, T., Halami, P.M. 2024. Poultry and Meat Processing. in: *Frontiers in Food Biotechnology*, Springer: Berlin/Heidelberg, Germany,, pp. 427-444.
- Pesavento, G., Calonico, C., Bilia, A., Barnabei, M., Calesini, F., Addona, R., Mencarelli, L., Carmagnini, L., Di Martino, M., Nostro, A.L. 2015. Antibacterial activity of *Oregano*, *Rosmarinus* and *Thymus* essential oils against *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* in beef meatballs, *Food Control*, 54, 188-199.
- Pilevar, Z., Hosseini, H., Abdollahzadeh, E., Shojae-Aliabadi, S., Tajedin, E., Yousefi, M., Bahrami, A., Khosroshahi, N.K. 2020. Effect of *Zataria multiflora* Boiss. Essential oil, time, and temperature on the expression of *Listeria monocytogenes* virulence genes in broth and minced rainbow trout, *Food Control*, 109, 106863.
- Pisoschi, A.M., Pop, A., Georgescu, C., Turcuş, V., Olah, N.K., Mathe, E. 2018. An overview of natural antimicrobials role in food, *European Journal of Medicinal Chemistry*, 143, 922-935.
- Pracser, N., Zaiser, A., Ciolacu, L., Roch, F.-F., Quijada, N.M., Thalguter, S., Dzieciol, M., Conrady, B., Wagner, M., Rychli, K. 2025. The type of food influences the

- behaviour of *Listeria monocytogenes* in a food-gastrointestinal-infection model, npj Science of Food, 9 (1), 79.
- Radünz, M., dos Santos Hackbart, H.C., Camargo, T.M., Nunes, C.F.P., de Barros, F.A.P., Dal Magro, J., Sanches Filho, P.J., Gandra, E.A., Radünz, A.L., da Rosa Zavareze, E. 2020. Antimicrobial potential of spray drying encapsulated thyme (*Thymus vulgaris*) essential oil on the conservation of hamburger-like meat products, International Journal of Food Microbiology, 330, 108696.
- Rani, R., Datir, R., Rajput, H., Singh, B., Patil, S.O., Das, B. 2025. Antibacterial and Food Preservation Properties of Essential Oils: A Review, European Journal of Nutrition and Food Safety, 17 (6), 206-232.
- Rasooli, I., Rezaei, M.B., Allameh, A. 2006. Ultrastructural studies on antimicrobial efficacy of thyme essential oils on *Listeria monocytogenes*, International journal of infectious diseases, 10 (3), 236-241.
- Rohani, S.M.R., Moradi, M., Mehdizadeh, T., Saei-Dehkordi, S.S., Griffiths, M.W. 2011. The effect of nisin and garlic (*Allium sativum* L.) essential oil separately and in combination on the growth of *Listeria monocytogenes*, LWT-Food science and technology, 44 (10), 2260-2265.
- Rudramurthy, G.R., Swamy, M.K., Sinniah, U.R., Ghasemzadeh, A. 2016. Nanoparticles: alternatives against drug-resistant pathogenic microbes, Molecules, 21 (7), 836.
- Saghabashi, A., Sadeghi, A., Ghodratie, M., Alavi Rostami, S.F., Yazdehi, M., Mahmoudi, E., Najafi, S., Mottaghiyan, Z. 2025. Antimicrobial Potential of *Satureja* Species: A Review of Bioactive Compounds and Molecular Mechanisms, Plant Biotechnology Persa, 7 (2), 39-49.
- Sagun, E., Durmaz, H., Tarakci, Z., Sagdic, O. 2006. Antibacterial activities of the extracts of some herbs used in Turkish herby cheese against *Listeria monocytogenes* serovars, International Journal of Food Properties, 9 (2), 255-260.
- Schneider, G., Steinbach, A., Putics, Á., Solti-Hodován, Á., Palkovics, T. 2023. Potential of Essential Oils in the Control of *Listeria monocytogenes*, Microorganisms, 11 (6), 1364. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11061364>
- Schoder, D., Guldimann, C., Märklbauer, E. 2022. Asymptomatic carriage of *Listeria monocytogenes* by animals and humans and its impact on the food chain, Foods, 11 (21), 3472.
- Scollard, J., McManamon, O., Schmalenberger, A. 2016. Inhibition of *Listeria monocytogenes* growth on fresh-cut produce with thyme essential oil and essential oil compound verbenone, Postharvest Biology and Technology, 120, 61-68.
- Semeniuc, C.A., Pop, C.R., Rotar, A.M. 2017. Antibacterial activity and interactions of plant essential oil combinations against Gram-positive and Gram-negative bacteria, Journal of food and drug analysis, 25 (2), 403-408.
- Seres-Steinbach, A., Szabó, P., Bányai, K., Schneider, G. 2025. Effect of Temperature, Surface, and Medium Qualities on the Biofilm Formation of *Listeria monocytogenes* and Their Influencing Effects on the Antibacterial, Biofilm-Inhibitory, and Biofilm-Degrading Activities of Essential Oils, Foods, 14 (12), 2097.

- Serter, B., Önen, A., Osman, I.I. 2024. Antimicrobial efficacy of postbiotics of lactic acid bacteria and their effects on food safety and shelf life of chicken meat, *Annals of Animal Science*, 24 (1), 277-287. <https://doi.org/10.2478/aoas-2023-0081>
- Shah, B., Davidson, P.M., Zhong, Q. 2013. Nanodispersed eugenol has improved antimicrobial activity against *Escherichia coli* O157: H7 and *Listeria monocytogenes* in bovine milk, *International journal of food microbiology*, 161 (1), 53-59.
- Shahbazi, Y. 2018. Application of carboxymethyl cellulose and chitosan coatings containing *Mentha spicata* essential oil in fresh strawberries, *International journal of biological macromolecules*, 112, 264-272.
- Shariatzadeh, S., Talebi, S.M., Ghorbanpour, M. 2025. Variability in seed essential oil composition of the cultivated *Satureja hortensis* L.(*Lamiaceae*) populations in Iran, *BMC Plant Biology*, 25 (1), 1055.
- Sharifi-Rad, M., Varoni, E.M., Iriti, M., Martorell, M., Setzer, W.N., del Mar Contreras, M., Salehi, B., Soltani-Nejad, A., Rajabi, S., Tajbakhsh, M. 2018. Carvacrol and human health: A comprehensive review, *Phytotherapy Research*, 32 (9), 1675-1687.
- Sharma, N., Chand, M. 2015. Essential oils: its medicinal and pharmacological uses. *Research directions*, 6 (12), 34-43.
- Shi, C., Zhang, X., Guo, N. 2018. The antimicrobial activities and action-mechanism of tea tree oil against food-borne bacteria in fresh cucumber juice, *Microbial Pathogenesis*, 125, 262-271.
- Singh, A., Singh, R., Bhunia, A., Singh, N. 2003. Efficacy of plant essential oils as antimicrobial agents against *Listeria monocytogenes* in hotdogs, *LWT-Food Science and Technology*, 36 (8), 787-794.
- Sokolik, C.G., Ben-Shabat-Binyamini, R., Gedanken, A., Lellouche, J.-P. 2018. *Proteinaceous microspheres* as a delivery system for carvacrol and thymol in antibacterial applications, *Ultrasonics sonochemistry*, 41, 288-296.
- Son, H.-J., Kang, J.-H., Song, K.B. 2017. Antimicrobial activity of safflower seed meal extract and its application as an antimicrobial agent for the inactivation of *Listeria monocytogenes* inoculated on fresh lettuce, *LWT-Food Science and Technology*, 85, 52-57.
- Su, Y., Liu, A., Zhu, M.-J. 2024. Mapping the landscape of listeriosis outbreaks (1998–2023): Trends, challenges, and regulatory responses in the United States, *Trends in Food Science & Technology*, 154, 104750.
- Taşar, N., Yazdıç, F.C., Karaman, A., Gedik, O. 2022. *Juniperus* L.(Ardıç) cinsine ait iki türün yapraklarından elde edilen uçucu yağların antimikrobiyal aktivitesi, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 23 (2), 102-106.
- Temel, M., Tınmaz A, B., Öztürk, M., Gündüz, O. 2018. Dünyada ve Türkiye’de tıbbi-aromatik bitkilerin üretimi ve ticareti, *Tarım ve Doğa Dergisi*.
- Trombetta, D., Castelli, F., Sarpietro, M.G., Venuti, V., Cristani, M., Daniele, C., Saija, A., Mazzanti, G., Bisignano, G. 2005. Mechanisms of antibacterial action of three monoterpenes, *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 49 (6), 2474-2478.

- Tsiraki, M.I., Yehia, H.M., Elobeid, T., Osaili, T., Sakkas, H., Savvaidis, I.N. 2018. Viability of and *Escherichia coli* O157: H7 and *Listeria monocytogenes* in a delicatessen appetizer (yogurt-based) salad as affected by citrus extract (Citrox©) and storage temperature, Food microbiology, 69, 11-17.
- Türksoy, A., Altıniğne, N. 2008. Food Safety In Accommodation Establishments And The Evaluation Of Haccp On The Licenced Accommodation Establishments In Cesme, Ege Academic Review, 8 (2), 605-629.
- Urban-Chmiel, R., Osek, J., Wieczorek, K. 2025. Methods of Controlling Microbial Contamination of Food, Pathogens, 14 (5), 492.
- Valarezo, E., Ledesma-Monteros, G., Jaramillo-Fierro, X., Radice, M., Meneses, M.A. 2025. Antimicrobial Activity of Clove (*Syzygium aromaticum*) Essential Oil in Meat and Meat Products: A Systematic Review, Antibiotics, 14 (5), 494. <https://doi.org/10.3390/antibiotics14050494>
- Vale, I.R.R., Oliveira, G.d.S., de Jesus, L.M., de Castro, M.B., McManus, C., Dos Santos, V.M. 2024. Sustainable Bacterial Control of Hatching Eggshells Using Essential Oils, Antibiotics, 13 (11), 1025.
- Vidács, A., Kerekes, E., Rajkó, R., Petkovits, T., Alharbi, N.S., Khaled, J.M., Vágvölgyi, C., Krisch, J. 2018. Optimization of essential oil-based natural disinfectants against *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* biofilms formed on polypropylene surfaces, Journal of Molecular Liquids, 255, 257-262.
- Vidaković Knežević, S., Knežević, S., Vranešević, J., Kravić, S.Ž., Lakićević, B., Kocić-Tanackov, S., Karabasil, N. 2023. Effects of selected essential oils on *Listeria monocytogenes* in biofilms and in a model food system, Foods, 12 (10), 1930.
- Vidovic, S., Paturi, G., Gupta, S., Fletcher, G.C. 2024. Lifestyle of *Listeria monocytogenes* and food safety: Emerging listericidal technologies in the food industry, Critical reviews in food Science and Nutrition, 64 (7), 1817-1835. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2119205>
- Wang, D., Dong, Y., Chen, X., Liu, Y., Wang, J., Wang, X., Wang, C., Song, H. 2020. Incorporation of apricot (*Prunus armeniaca*) kernel essential oil into chitosan films displaying antimicrobial effect against *Listeria monocytogenes* and improving quality indices of spiced beef, International journal of biological macromolecules, 162, 838-844.
- Wang, L., Hu, W., Deng, J., Liu, X., Zhou, J., Li, X. 2019. Antibacterial activity of *Litsea cubeba* essential oil and its mechanism against *Botrytis cinerea*, RSC advances, 9 (50), 28987-28995.
- Wang, X., Liu, L., Liu, X., Wang, Y., Wang, Y., Qi, Y., Yang, S., Yan, L., Yang, D., Liu, Z. 2025. Quantitative risk assessment of *Listeria monocytogenes* in cooked meat products from retail to consumption in China, Food Control, 111499.
- Weerakkody, N.S., Caffin, N., Dykes, G.A., Turner, M.S. 2011. Effect of antimicrobial spice and herb extract combinations on *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, and spoilage microflora growth on cooked ready-to-eat vacuum-packaged shrimp, Journal of Food Protection, 74 (7), 1119-1125.
- Wei, L.S., Liew, V.K., Tahiluddin, A.B., Harikrishnan, R., Hosain, M.E., Azra, M.N., Wee, W. 2025. Dietary Dill Weed (*Anethum graveolens*) Stimulated Disease

- Resistance of African Catfish (*Clarias gariepinus*) Against Edwardsiellosis Infection, *Bacteria*, 4 (2), 23.
- Yavuz, M., ve Korukluoğlu, M. 2010. *Listeria monocytogenes*' in gıdalardaki önemi ve insan sağlığı üzerine etkileri, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1), 1-10.
- Yuan, W., Lee, H.W., Yuk, H.-G. 2017. Antimicrobial efficacy of *Cinnamomum javanicum* plant extract against *Listeria monocytogenes* and its application potential with smoked salmon, *International Journal of Food Microbiology*, 260, 42-50.
- Zahid, R., Arbab, Z., Tahir, Z., Tehseen, U., Ali, S., Bukhsh, S., Javaid, A. 2023. Khan A, 2023. Global prevalence of listeriosis, *Zoonosis*, Unique Scientific Publishers, Faisalabad, Pakistan, 4, 319-328.
- Zakrzewski, A., Purkiewicz, A., Jakuć, P., Wiśniewski, P., Sawicki, T., Chajęcka-Wierzchowska, W., Tańska, M. 2022. Effectiveness of various solvent-produced thyme (*Thymus vulgaris*) extracts in inhibiting the growth of *Listeria monocytogenes* in frozen vegetables, *NFS Journal*, 29, 26-34.
- Zhang, X., Wang, S., Chen, X., Qu, C. 2021. Review controlling *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat meat and poultry products: An overview of outbreaks, current legislations, challenges, and future prospects, *Trends in Food Science & Technology*, 116, 24-35. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.014>
- Zhang, Y., Liu, X., Wang, Y., Jiang, P., Quek, S. 2016. Antibacterial activity and mechanism of cinnamon essential oil against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, *Food control*, 59, 282-289.
- Zhao, X., Chen, L., Wu, J.e., He, Y., Yang, H. 2020. Elucidating antimicrobial mechanism of nisin and grape seed extract against *Listeria monocytogenes* in broth and on shrimp through NMR-based metabolomics approach, *International Journal of Food Microbiology*, 319, 108494.
- Zhu, L., Wei, Q., Porchas, M., Brierley, P., Friedman, M., Crosby, K., Patil, B., Ravishankar, S. 2022. Plant-based antimicrobials inactivate *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica* on melons grown in different regions of the United States, *Food Microbiology*, 101, 103876.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Yüstra TOPLU

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Muş Final Temel Lisesi, Merkez, Muş	2017
Üniversite	: Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi	2021
Yüksek Lisans	: Muş Alparslan Üniversitesi	2025

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2022	Muş Fatma Aliye Mesleki Teknik Anadolu Lisesi	Yiyecek İçecek Hizmetleri Öğretmeni
2025	Muş Nusret Salman Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Yiyecek İçecek Hizmetleri Öğretmeni

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

Toplu, Y., & Önlü, H. 2025. Anti-*Listerial* Effects of *Satureja hortensis* Essential Oils in Ready-to-Eat Poultry Meat Stored at Different Temperatures. *Microbiology Research*, 16(9), 195. <https://doi.org/10.3390/microbiolres16090195>