

T.C.
KİLİS 7 ARALIK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZEYTİNYAĞI EKSTRAKTLARININ ANTİBAKTERİYEL
AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ

YEMAN HAFTAR

DANIŞMAN: Doç. Dr. Filiz UÇAN TÜRKMEN

KİLİS
2025

T.C.
KİLİS 7 ARALIK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAY SAYFASI



Doç. Dr. Filiz UÇAN TÜRKMEN danışmanlığında, Yeman HAFTAR tarafından hazırlanan **Zeytinyağı Ekstraktlarının antibakteriyel Aktivitesinin Belirlenmesi** adlı tez çalışması **16 Ocak 2025** tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/çokluğu ile Kilis 7 Aralık Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **MOLEKÜLER BİYOLOJİ ve GENETİK Ana Bilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir. Bu tezin kabulü, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunun/...../202... tarih ve/..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Jüri Üyeleri	Unvanı, Adı Soyadı (Üniversite, Fakülte, Ana Bilim Dalı)	İmza
Danışman	Doç. Dr. Filiz UÇAN TÜRKMEN (Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Ana Bilim Dalı)	
Üye	Doç. Dr. Tülin GÜVEN GÖKMEN (Çukurova Üniversitesi, Ceyhan Veteriner Fakültesi, Klinik Öncesi Bilimler Bölümü, Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı)	
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Fatma Esen SARIGÜLLÜ ÖNALAN (Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Yusuf Şerefoğlu Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Ana Bilim Dalı)	

Dr. Öğr. Üyesi Erdiñ GÜLCÜ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü



Dr. Öğr. Üyesi Hidayet SAĞLAM anısına...

ÖZET

ZEYTİNYAĞI EKSTRAKTLARININ ANTİBAKTERİYEL AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ

Yeman HAFTAR

Moleküler Biyoloji ve Genetik Ana bilim Dalı

Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Danışman: Doç. Dr. Filiz UÇAN TÜRKMEN

Sayfa:73

Yıl: 2025

Bu çalışma, zeytinyağına eklenen doğal bileşenlerin antibakteriyel etkilerini inceleyerek, bu karışımların mikroorganizmaların çoğalmasını inhibe etme potansiyelini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Son yıllarda, sentetik antibakteriyel maddelerin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin artması, doğal antibakteriyel ajanların geliştirilmesine yönelik araştırmaları hızlandırmıştır. Bu bağlamda, fenolik bileşikler bakımından zengin kuru incir, çörek otu ve kekik gibi doğal bileşenler zeytinyağına ilave edilmiş ve bu karışımların antibakteriyel etkinlikleri kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Araştırmada kullanılan zeytinyağı örnekleri Kilis ve Gaziantep illerindeki yerel üreticilerden temin edilmiştir. Çalışmada, zeytinyağı ve ilave edilen doğal bileşenlerin *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella spp.*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* ve *Klebsiella pneumoniae* bakterilerine karşı antibakteriyel etkileri agar kuyucuk difüzyon yöntemiyle değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre, kekik ilave edilmiş zeytinyağı örnekleri, özellikle *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* ve *Bacillus subtilis* üzerinde en güçlü antibakteriyel etkinliği göstermiştir. Çörek otu ilave edilmiş zeytinyağı örnekleri, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Shigella spp.* üzerinde orta düzeyde inhibisyon alanları oluşturmuştur. Kuru incir ilave edilmiş zeytinyağı örneklerinin antibakteriyel etkilerinin sınırlı olduğu belirlenirken, saf zeytinyağının ise düşük düzeyde inhibisyon gösterdiği tespit edilmiştir. Bu çalışma, zeytinyağına eklenen doğal bileşenlerin fenolik içeriklerini ve antibakteriyel etkilerini artırdığını ortaya koymuş, Kilis bölgesindeki zeytinyağlarının antibakteriyel potansiyeline ilişkin literatürdeki eksikliği gidermiştir. Elde edilen bulgular, bu karışımların doğal antibakteriyel ajanlar olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Antibakteriyel, Antioksidan, Fenolik Bileşikler, Renk, Zeytinyağı

ABSTRACT

DETERMINATION OF ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF OLIVE OIL EXTRACTS

Yeman HAFTAR

MOLECULAR BIOLOGY AND GENETICS

Kilis 7 Aralik University, Graduate Education Institute

Supervisor: Assos. Prof. Dr. Filiz UÇAN TÜRKMEN

Page: 73

Year: 2025

This study aims to investigate the antibacterial effects of natural compounds added to olive oil and to evaluate their potential to inhibit the growth of microorganisms. In recent years, the increasing adverse health effects of synthetic antibacterial agents have accelerated the search for natural alternatives. Phenolic compounds, in this context, play a significant role as natural antibacterial agents. The antibacterial activities of natural compounds, such as dried figs, black seed, and thyme, mixed with olive oil, were examined in this study. Olive oil samples used in the study were obtained from local producers in Kilis and Gaziantep provinces, and these samples were supplemented with dried figs, black seed, and thyme. The antibacterial effects of these mixtures were assessed using the agar well diffusion method against *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella spp.*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, and *Klebsiella pneumoniae*. The results indicated that olive oil samples with thyme exhibited the strongest antibacterial effects, particularly against *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, and *Bacillus subtilis*. Olive oil with black seed showed moderate antibacterial activity against *Pseudomonas aeruginosa* and *Shigella spp.* olive oil with dried figs demonstrated limited antibacterial effects, while pure olive oil showed low inhibition. The study found that the addition of natural compounds to olive oil enhanced its phenolic content and antibacterial activity. This research fills a significant gap in the literature regarding the antibacterial potential of olive oils from the Kilis region and suggests that these mixtures could be considered as natural antimicrobial agents.

Keywords: Antibacterial, Antioxidant, Phenolic compound, Color, Olive oil

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinden, planlanmasına ve araştırılmasına kadar her zaman ilgi ve desteğini gösteren, bilgileri ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temellere uyarak sağlayan her zaman beni destekleyip cesaretlendiren Sayın Hocam merhum Dr. Öğr. Üyesi Hidayet SAĞLAM'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tez çalışmam sırasında yakın ilgi ve yardımlarından dolayı, beni motive eden mentorluk yapan ve yazımı aşamalarında değerli zamanını bana ayıran Danışmanım Doç. Dr. Filiz UÇAN TÜRKMEN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca tez jürisinde bulunarak tezimi değerlendiren ve olumlu eleştirileriyle tezimin daha iyi olmasına katkıda bulunan Sayın Hocam Doç. Dr. Tülin GÜVEN GÖKMEN'e ve Sayın Hocam Dr. Öğr. Üyesi Fatma Esen SARIGÜLLÜ ÖNALAN'a;

Yüksek lisans arkadaşlarım Dua NECCAR, Cansu Merve CEVİZ ve Nur Evşah DERE'ye yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Beni yetiştirip bugünlere getiren çok kıymetli annem Emina HAFTAR ve babam Mervan HAFTAR'a,

TEŞEKKÜR EDERİM.

....../.../202..

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, kullanmış olduğum tüm bilgiler ve yorumlar için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi, hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili bu beyanıma aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

İmza

Yeman HAFTAR

İÇİNDEKİLER

	sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ/TEŞEKKÜR BİRİNİ SEÇİNİZ.....	iii
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	iv
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Amaç	2
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
2.1. Zeytinyağı Bileşimi.....	4
2.2. Zeytinyağının Sağlık Üzerine Etkileri.....	8
2.3. Zeytinyağında Bulunan Fenolik Bileşikler.....	8
2.4. Zeytinyağının Antimikrobiyal Aktivitesi.....	11
2.4.1. Antimikrobiyal Aktiviteye Etki Eden Faktörler.....	12
2.4.2. Fenolik Maddeler ve Antimikrobiyal Etki Mekanizması.....	14
2.5. Antimikrobiyal Aktivitenin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler.....	15
2.5.1 Kuyucuk difüzyon yöntemi.....	15
2.5.2. Disk difüzyon yöntemi.....	16
2.5.3. Silindir yöntem.....	18
2.6. Araştırmada Kullanılan Mikroorganizmalar.....	18
2.6.1. <i>Staphylococcus aureus</i>	18
2.6.2. <i>Escherichia coli</i>	20
2.6.3. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	21
2.6.4. <i>Enterococcus faecalis</i>	21
2.6.5. <i>Shigella spp.</i> Klinik.....	21
2.6.6. <i>Klebsiella pneumoniae</i>	22
2.6.7. <i>Bacillus subtilis</i> klinik.....	23
2.7. Araştırmada Kullanılan Zeytinyağı ile Karışım Numuneleri.....	24

2.7.1. Kekik (<i>Thymus serpyllum</i>).....	24
2.7.2. İncir (<i>Ficus alba</i>).....	25
2.7.3. Çörek Otu (<i>Nigella sativa</i> L.)	26
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	28
3.1. Materyal.....	28
3.1.1. Kullanılan örnekler.....	28
3.1.2. Analizlerde kullanılan cihazlar ve kimyasal maddeler.....	30
3.1.3. Bakteri kültürleri ve besiyerleri.....	30
3.2. Yöntem.....	31
3.2.1. Zeytinyağı ekstraktının hazırlanması.....	31
3.2.2. Kekik ekstraktının hazırlanması.....	31
3.2.3. Çörek otu ekstraktının hazırlanması.....	32
3.2.4. İncir ekstraktının hazırlanması.....	32
3.3. Toplam fenolik madde miktarı tayini.....	32
3.4. %DPPH radikal giderme aktivitesi tayini.....	33
3.5. Zeytinyağı örneklerinin antibakteriyel aktiviteleri.....	33
3.5.1. Besiyerlerinin hazırlanması.....	33
3.5.2. Agar kuyucuk difüzyon testi.....	33
3.6. pH Tayini.....	34
3.7. Renk Tayini.....	34
3.8. Serbest Yağ Asitliği ve Asit Sayısı Tayini.....	35
3.9. İstatistiksel Analizler.....	35
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	36
4.1. Zeytinyağı, İncir, Çörek Otu ve Kekik Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarları İle Antioksidan Aktiviteleri.....	36
4.2. Zeytinyağı, İncir, Çörek Otu ve Kekik Örneklerinin Serbest Yağ Asitlikleri ve Asit Sayıları.....	44
4.3. Zeytinyağı, İncir, Çörek Otu ve Kekik Örneklerinin Renk Değerleri.....	48
4.4. Zeytinyağı, İncir, Çörek Otu ve Kekik Örneklerinin Antibakteriyel Aktiviteleri.....	51
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	65
6. KAYNAKLAR.....	66

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Türk Gıda Kodeksi'ne göre zeytinyağının yağ asidi bileşimi(%).....	6
Tablo 2.2. Natürel ve rafine zeytinyağlarının gliserit olmayan bileşenleri (ppm).....	7
Tablo 4.1. Örneklerin toplam fenolik madde miktarları.....	37
Tablo 4.2. Örneklerin antioksidan aktiviteleri.....	41
Tablo 4.3. Zeytinyağı örneklerinin serbest yağ asitliği ve asit sayısı değerleri.....	44
Tablo 4.4. Örneklerin renk değerleri.....	49
Tablo 4.5. Saf zeytinyağı ve karışımların ekstraktlarının agar kuyu metoduna göre antibakteriyel aktivite sonuçları (mm).....	62
Tablo 4.6. Saf zeytinyağına çörek otu, incir ve kekik ilave edilerek hazırlanan örneklerden elde edilen ekstraktların antibakteriyel aktiviteleri.....	58

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Zeytinyağının temel bileşenleri.....	5
Şekil 2.2. Basit fenol yapısı.....	9
Şekil 2.3. Kuyucuk agar yöntemi ile inhibasyon zonu.....	16
Şekil 2.4. Dilüsyon yöntemi ve MİK değeri belirlenmesi.....	16
Şekil 2.5. Antibiyotik disklerin oluşturduğu inhibasyon zonu.....	16
Şekil 2.6. Zon çaplarının ölçümü.....	16
Şekil 2.7. Silindir metoduna göre antimikrobiyal madde testi.....	18
Şekil 2.8. <i>N. sativa</i> tohumu.....	26
Şekil 3.1. Zeytinyağlarına ilave edilen karışım kuru incir ve çörek otu numuneleri.....	29
Şekil 3.2. Kullanılan örnekler.....	29
Şekil 3.3. Filtre kağıdından süzülen kekik ekstraktları.....	31
Şekil 3.4. Çörek otu ekstraksiyon.....	32
Şekil 3.5. Zeytinyağı örneklerinden serbest yağ asitliği.....	35
Şekil 4.1. Gallik asit kullanılarak çizilen kalibrasyon eğri.....	36
Şekil 4.2. <i>S. aureus</i> 'a karşı ZK, ZİÇ ve Z numunelerinin gösterdiği aktivite.....	53
Şekil 4.3. <i>E. faecalis</i> 'e karşı ZK numunelerinin gösterdiği aktivite.....	54
Şekil 4.4. <i>S. aureus</i> 'a karşı K numunelerin gösterdiği aktivite.....	60

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

1. Simgeler

C	: Sıcaklık birimi olan Santigrat (Celsius).
g	: Gram, kütle birimi.
H	: Hidrojen elementi.
kg	: Kilogram, kütle birimi (1 kg = 1000 gram).
L	: Litre, hacim birimi.
mm	: Milimetre, uzunluk birimi (1 mm = 0.001 metre).
mL	: Mililitre, hacim birimi (1 mL = 0.001 litre).
µg	: Mikrogram, kütle birimi (1 µg = 10 ⁻⁶ gram).
µmol	: Mikromol, madde miktarını ifade eden birim (1 µmol = 10 ⁻⁶ mol).
nm	: Nanometre, uzunluk birimi (1 nm = 10 ⁻⁹ metre).
pH	: Çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini gösteren ölçü birimi.
ppm	: Milyonda Bir (Parts Per Million), yoğunluk veya konsantrasyon ölçüm birimi.
-OH	: Hidroksil Grubu
E	: Vitamin
mg	: Miligram
dk	: Dakika
α-	: Alfa
β	: Beta

2. Kısaltmalar

DPPH	: 2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil, antioksidan aktivite ölçümlerinde kullanılan bir kimyasal madde.
FTS	: Fizyolojik tuzlu su
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri (Gallic Acid Equivalent), fenolik bileşiklerin konsantrasyonunu ifade eden bir ölçü birimi.
MHA	: Mueller-Hinton Agar, bakteriyel duyarlılık testlerinde kullanılan bir besiyeri.
rpm	: Dakikadaki Devir Sayısı (Revolutions Per Minute)
LDL	: Low-Density Lipoprotein
HDL	: High-Density Lipoprotein
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
TSE	: Türk Standardları Enstitüsü
UZK	: Uluslararası Zeytinyağı Konseyi
WHO	: World Health Organization

1. GİRİŞ

Natürel zeytinyağı, zeytin meyvelerinin herhangi bir ısıt işlem veya kimyasal uygulama olmaksızın; tamamen mekanik yöntemlerle elde edilen, doğal haliyle tüketilebilen ve kendine özgü hoş bir aromaya sahip bir yağdır (Kok ve Kromhout, 2004; Bayaz, 2016). Natürel zeytinyağlarına ülkemizde ve dünyada artan ilginin nedeni, içerdiği tekli doymamış yağ asitleri, vitaminler, karotenoidler, alifatik ve triterpenik alkoller, hidrokarbonlar, fitosteroller, flavonoidler ve fenolik bileşikler gibi doğal antioksidan bileşiklerdir (Boskou, 1996; Bayaz, 2016).

Fenolik bileşikler, sahip oldukları antioksidan aktivite sayesinde yağa oksidatif stabilite kazandıran, metabolizmadaki oksidatif reaksiyonları engelleyen ve metabolik faaliyetler sonucunda oluşan zararlı bileşiklerin oluşumunu önleyen özellikleriyle zeytin ve natürel zeytinyağlarını önemli bir gıda haline getirmektedir (Bayaz, 2016). Fenolik bileşiklere örnek olarak fenolik asitler, fenolik alkoller ve sekoiridoid türevleri gösterilebilir (Angerosa vd., 2000; Bayaz, 2016). Bu bileşikler, antioksidan özellikleriyle yağın organoleptik karakterinin oluşumu ve besin kalitesi açısından önemli bir yere sahiptir (Andrewes vd., 2003; Gutierrez-Rosales vd., 2003; Bayaz, 2016). Fenolik bileşiklerin miktarı ve türü; çeşit, olgunluk, yağış miktarı, yükseklik, toprak koşulları, sıcaklık gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu nedenle, bazı çeşitler fenolik bileşikler açısından zengin, bazıları ise daha fakirdir (Ryan ve Robarts, 1998; Keçeli, 2000).

Zeytin ve zeytinyağının besinsel, işlevsel ve duyuşal özellikleri, meyvenin fenolik içeriğiyle yakından ilişkilidir (Rayn vd., 2001). Zeytin tüketiminin sağladığı yararlı etkiler ise zeytinin fenolik içeriğine ve antioksidan özelliklerine dayandırılmaktadır (Amiot vd., 1986; Esti vd., 1998; Ryan ve Robards, 1998). Fenolik bileşikler, meyvenin duyuşal özellikleri açısından önemli belirleyici etmenler olup, özellikle o-difenoller, meyve veya yağın oksidasyona karşı dayanıklılığında antioksidan olarak rol oynamaktadır (Keçeli ve Gordon, 2001).

1.1. Amaç

Mikrobiyal çoğalmayı engellemek amacıyla kullanılan maddeler antibakteriyel olarak tanımlanmaktadır. Son yıllarda, bu amaçla kullanılan sentetik kökenli bileşiklerin insan vücudunda istenmeyen ve beklenmedik yan etkiler oluşturmalarının yanı sıra, mikroorganizmaların bu maddelere karşı direnç geliştirmesi, alternatif olarak doğal antibakteriyel bileşiklerin araştırılmasına yol açmıştır (Sanchez vd., 2007; Bayaz, 2016). Doğal antibakteriyel bileşikler arasında yer alan fenolik bileşenlerin, mikroorganizmaların üreme hızını yavaşlattığı ve/veya engellediği bildirilmiştir (Sousa vd., 2006; Sanchez vd., 2007; Sudjana vd., 2009; Lee ve Lee, 2010). Gıdalarda bulunan fenolik bileşikler, kullanıldıkları ürünlerde renk, acılık, burukluk, tat, koku ve oksidatif dayanıklılık gibi özellikler üzerinde etkili olabilmektedir (Şahin, 2006). Fenolik bileşiklerin besin değeri bulunmamakla birlikte, sağlık üzerinde olumlu etkiler sağladığı saptanmıştır (Nacz vd., 2004). Fenolik bileşikler, bitkisel kaynaklı antibakteriyel ajanların en geniş grubunu oluşturmaktadır (Erdoğan vd., 2013; Şahin, 2006).

Bu çalışmada, doğal antibakteriyel maddelerin zeytinyağları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Zeytinyağlarına ilave edilen doğal bileşenlerin, mikroorganizmaların çoğalmasını inhibe etme potansiyeli araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan bileşikler arasında kuru incir, çörek otu ve kekik yer almaktadır. Bu bileşiklerin zeytinyağı ile karıştırılarak antibakteriyel etkinliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Bu karışımlar, zeytinyağlarının antibakteriyel etkilerini artırmak amacıyla kullanılmıştır. Kuru incir, zeytinyağına fenolik bileşikler sağlayarak antibakteriyel etkiyi güçlendirmeye yardımcı olabilir. Çörek otu, bilinen antibakteriyel özelliklere sahip olup bu çalışmada mikroorganizmalar üzerindeki inhibe edici etkisini test etmek için kullanılmıştır. Kekik ise, içerdiği uçucu yağlar sayesinde antibakteriyel etki gösteren bir bitkisel bileşendir. Bu karışımların, özellikle *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Shigella spp. klinik*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Bacillus subtilis klinik* bakterilerine karşı antibakteriyel etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

Yapılan taramalarda Kilis İlinde üretilen zeytinyağlarının antibakteriyel aktiviteleri konusunda herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma ile bu konudaki eksikliklerin giderilmesi ile önemli bir boşluk doldurulacaktır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Zeytinyağı Bileşimi

Zeytinyağının eşsiz aroması içerdiği uçucu bileşiklere bağlıdır. Aldehitler, alkoller, esterler, hidrokarbonlar, ketonlar, furanlar ve diğer bileşikler, iyi kaliteli zeytinyağında gaz kromatografisi ve kütle spektrometrisi ile niceliksel olarak belirlenmiştir. Bu nedenle zeytinyağında aroma bileşiklerinin varlığı duyu kalitesiyle yakından ilişkilidir (Kiritsakiz, 1998). Zeytinyağının kimyasal yapısı incelendiğinde, diğer yağlarla benzer şekilde, başlıca bileşenler (trigliseritler) (%99) ve ikinci dereceden bileşenler (%1) olmak üzere iki ana bileşenden oluştuğu gözlemlenmektedir. Zeytinyağı, trigliseritlere ek olarak, düşük seviyelerde serbest yağ asitleri, gliserol, renk verici maddeler, aroma bileşenleri, steroller, tokoferoller ve fenolik bileşikler içermektedir. Bu bileşikler arasında, sabunlaşmayan maddeler, küçük bir orana sahip olmasına rağmen, insan sağlığı üzerinde önemli etkiler göstermektedir (Göğüş vd., 2009).

Oleik Asit: Zeytinyağında yüksek oranda bulunan tekli doymamış oleik asit, insan sağlığına oldukça faydalıdır. Oleik asit, düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterol seviyesini düşürürken, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) kolesterol seviyesini artırarak diyetlerde önemli bir yer tutmaktadır.

Skualen (Hidrokarbon): Bu bileşik, metabolik açıdan önemli bir rol oynamakta olup, zeytinyağında yüksek miktarda bulunmaktadır.

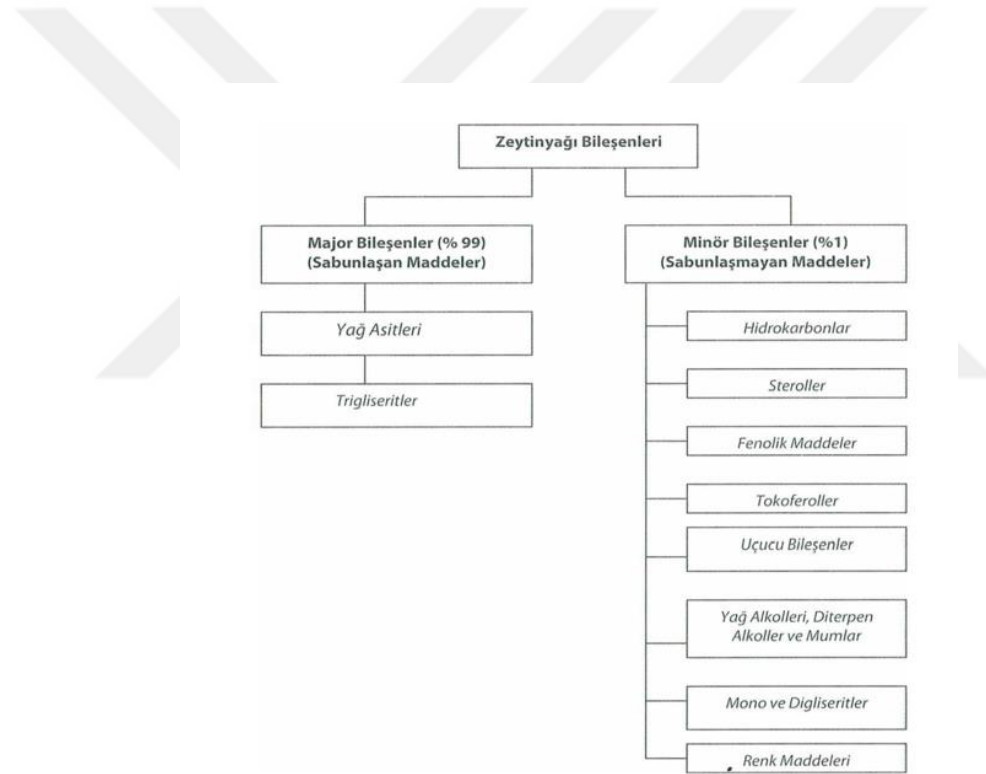
Tokoferoller: Zeytinyağı, α - ve β -tokoferoller içerir, ancak bu bileşiklerin en yüksek oranı (%88) α -tokoferole aittir. Zeytinyağındaki tokoferol miktarı yalnızca zeytinin içeriğiyle değil, aynı zamanda taşıma, depolama ve işleme koşullarına göre de farklılık göstermektedir.

Steroller: Bitkisel steroller, yani fitosteroller, lipidlerin sabunlaşmayan fraksiyonunun büyük kısmını oluşturmaktadır. Ham zeytinyağında en fazla bulunan fitosteroller, sitosterol ve stigmasteroldür.

Pigmentler: Zeytinin yeşil rengini veren klorofil, feofitin ve karotenoidler gibi pigmentler, toprak ve bölge koşulları, meyvenin olgunlaşma durumu ve işleme şartlarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Göğüş vd., 2009).

Fenolik Bileşenler: Zeytin, hem basit hem de karmaşık fenolik bileşenlerden oluşmaktadır. Bu bileşiklerin çoğu yağa geçer ve oksidasyon dayanıklılığını artırmasının yanı sıra, aromanın oluşumuna da katkı sağlamaktadır. Zeytinyağında yer alan fenolik bileşikler arasında hidroksitirosol ve tirosol gibi maddeler bulunmaktadır. Bu fenolik bileşiklerin miktarı ve bileşim yapısı, zeytin ağaçlarının yetiştiği çevresel faktörler, hasat dönemi ve işleme koşullarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Aroma Bileşenleri: Zeytinyağının tat ve koku duyuşsal özelliklerini belirleyen bileşiklerdir. Bu özellikleri sağlayan bir dizi aroma bileşiği, zeytin meyvesinde çeşitli enzimatik reaksiyonlar aracılığıyla meydana gelmektedir (Göğüş vd., 2009). Şekil 1.1.'da zeytinyağının temel bileşenleri verilmiştir.



Şekil 2.1. Zeytinyağının temel bileşenleri (Göğüş vd., 2009).

Zeytinyağının ana yağ asitleri, oleik, linoleik, palmitik ve stearik asitlerdir. Daha düşük oranlarda ise miristik, palmitoleik, heptadekanoik, heptadesenoik, linolenik, araşidik, gadoleik, behenik ve lignoserik asitler bulunur. Türk Gıda Kodeksi'ne göre, bu asitlerin zeytinyağındaki miktarları Tablo 1.1'de sunulmaktadır. Doymamış yapıda olan bu yağ

asitlerinin büyük bir kısmı, doğal halleriyle cis formunda bulunmaktadır (Kayahan ve Tekin, 2006; Bayaz, 2016).

Tablo 2.1. Türk Gıda Kodeksi'ne göre zeytinyağının yağ asidi bileşimi(%) (Anonim,2007; Bayaz, 2016).

Yağ Asitleri	İçerik (%)
Miristik Asit (C14:0)	≤ 0.05
Palmitik Asit (C16:0)	7.5-20
Palmitoleik Asit (C16:1)	0.3-3.5
Heptadekanoik Asit (C17:0)	≤ 0.3
Heptadesenoik Asit (C17:1)	≤ 0.3
Stearik Asit (C18:0)	0.5-5.0
Oleik Asit (C18:1)	55.0-83.0
Linoleik Asit (C18:2)	3.5-21.0
Linolenik Asit (C18:3)	≤ 1.0
Araşidik Asit (C20:0)	≤ 0.6
Gadoleik Asit (C20:1)	≤ 0.4
BehenikAsit (C22:0)	≤ 0.2
Lignoserik Asit (C24:0)	≤ 0.2

Zeytinyağının yağ asidi bileşimi, zeytin çeşidi, rakım, iklim koşulları ve meyvenin olgunlaşma seviyesi gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Düşük sıcaklıklar ve yüksek rakımlar, doymamış yağ asitlerinin seviyesinin artmasına yol açmaktadır. Yüksek rakımlı bölgelerden elde edilen zeytinyağlarında, oleik asit oranı yüksek, linoleik, palmitik, palmitoleik ve stearik asit seviyeleri ise daha düşüktür. Soğuk iklimlerden elde edilen zeytinyağlarında da benzer şekilde, oleik asit oranı yüksek, linoleik asit oranı ise daha düşüktür. Öte yandan, bazı Kuzey Afrika zeytinyağlarında oleik asit oranının düşük (%43.7), linoleik asit oranının ise yüksek (%30'dan fazla) olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, Uzakdoğu ülkelerinden (özellikle Avustralya) elde edilen zeytinyağlarında ise linolenik asit seviyelerinin %1.5'e kadar çıktığı belirlenmiştir. Türk zeytinyağları üzerine yapılan bir araştırmada, 10 farklı çeşidin, yağ asidi bileşimleri incelenmiş ve elde edilen sonuçların Türk Gıda Kodeksi (TGK), Türk Standardları Enstitüsü (TSE) ve Uluslararası Zeytinyağı Konseyi'nin (UZK) belirlediği sınırlara uygun olduğu tespit edilmiştir (Kayahan ve Tekin, 2006). Zeytinyağlarındaki ana trigliseritler OOO, POO, OOL, POL ve SOO şeklindedir ve bu trigliseritler, toplam

trigliserit içeriğinin %85'inden fazladır. Ancak, daha düşük oranlarda bulunan ve eşdeğer karbon sayısı 42 olan trigliseritlerin miktarı, zeytinyağlarının linoleik asit bakımından zengin tohum yağlarıyla karıştırıldığının belirlenmesinde önemli bir gösterge olarak kullanılmaktadır (Bayaz, 2016). Zeytinyağında ayrıca, yağın hidroliziyle oluşan mono ve digliseritler de bulunmaktadır. Bu bileşikler, zeytinyağı kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır ve serbest asitlik ile digliserit seviyeleri arasında doğrudan bir ilişki vardır. Serbest asitlik derecesi, zeytinyağının sınıflandırılmasında ve kalitesinin belirlenmesinde önemli olduğu gibi, fiyatını da etkileyen kritik bir kalite parametresidir (Kayahan ve Tekin, 2006). Natürel zeytinyağlarında, yaklaşık %2 oranında serbest yağ asitleri ve gliserit olmayan bileşenler bulunur. Bu bileşenler arasında başlıca fenoller, steroller, fosfatitler, hidrokarbonlar, mumlar, alifatik alkoller, tokoferoller, renk verici maddeler ve aroma bileşenleri yer alır. Bazı bileşikler yalnızca natürel zeytinyağlarında bulunurken, bazıları ise rafinasyon süreci sırasında meydana gelen kayıplar nedeniyle miktarlarında değişiklik göstermektedir. Bu durum, Tablo 1.2'de verilen verilerle de gösterilmektedir (Kayahan ve Tekin, 2006; Bayaz, 2016).

Tablo 2.2. Natürel ve Rafine Zeytinyağlarının Gliserit Olmayan Bileşenleri (ppm) (Kiritsakis, 1998; Bayaz, 2016).

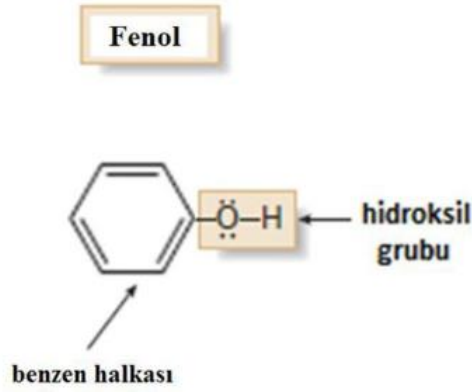
Gliserit Olmayan Bileşen	Natürel Zeytinyağı	Rafine Zeytinyağı
Hidrokarbon	2000	120
Skualen	1500	150
β karoten	300	120
Tokoferoller	150	100
Fenoller	350	80
Esterler	100	30
Aldehit ve Ketonlar	40	10
Yağ alkolleri	200	100
Terpen Alkolleri	3500	2500
Steroller	2500	1500

2.2. Zeytinyağının Sağlık Üzerine Etkileri

Zeytinyağının besin değeri, içerdiği yağ asidi bileşimi ve doğal antioksidan maddelerden kaynaklanmaktadır. Serbest radikallerin vücutta hücresel ve hücre dışı değişikliklere yol açtığı, bu değişikliklerin ise zamanla yaşlanma, kronik hastalıklar ve damar hastalıklarının gelişimine yol açabileceği bilinmektedir. Özellikle damar sağlığını desteklemek için diyetlerde E vitamini bulunmasının önemine dikkat çekilmiştir. Zeytinyağı, yüksek oranda tekli doymamış yağ asitleri içerdiği için HDL seviyelerini artırırken, LDL seviyelerini ve lipid oksidasyonunu düşürmektedir. Yaşlanma ile ilişkili sağlık sorunlarından biri olan iskelet dejenerasyonu ve osteoporoz, dünya genelinde önemli bir sağlık sorunu olarak kabul edilmektedir. Hem hayvanlar hem de insanlar üzerinde yapılan araştırmalar, zeytinyağı ve zeytin polifenollerinin kemik sağlığını iyileştirmede önemli etkileri olduğunu ortaya koymaktadır. Akdeniz diyeti, kalp damar hastalıkları, ateroskleroz, prostat ve kolon kanseri risklerini azaltmada önemli bir rol oynar. Bu sebeple, Akdeniz toplumlarında bu hastalıkların görülme sıklığı daha düşüktür. Doğal zeytinyağı, Akdeniz diyetinin önemli bir bileşeni olup, içerdiği biyoaktif fenolik bileşiklerle fonksiyonel bir gıda olarak değerlendirilmektedir. (Bayaz, 2016).

2.3. Zeytinyağında Bulunan Fenolik Bileşikler

Fenolik bileşikler, bir veya daha fazla hidroksil (-OH) grubunun benzen halkasına bağlı olduğu bileşenler olarak tanımlanmaktadır (Harborne ve Dey, 1989). Bu bileşiklerin, bitkilerde aromatik aminoasitlerin metabolizması sırasında ortaya çıkan ikincil metabolitler olduğu düşünülmektedir. Gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler, insan sağlığını olumlu yönde etkileyen çeşitli biyolojik aktiviteleriyle dikkat çekmektedir. Bu bileşikler, tat ve koku oluşumuna katkıda bulunmalarının yanı sıra renk değişimi ve oluşumunda rol oynamaktadır. Antibakteriyel ve antioksidan özellikler göstermektedir, enzim inhibisyonuna yol açılmaktadır ve bazı gıdalarda saflık kontrolü için kriter olarak kullanılabilir (Saldamlı, 1998) .



Şekil 2.2. Basit fenol yapısı (Schmidt, 2005).

Zeytinyağında bulunan başlıca antioksidanlar arasında yer alan fenolik bileşikler, iki ana grupta incelenebilir: hidrofilik ve lipofilik fenoller (Boskou, 1996). Tokoferoller gibi lipofilik fenoller, diğer bitkisel yağlarda da mevcuttur; oysa hidrofilik fenoller sadece zeytinyağında bulunmaktadır (Shahidi, 1997). Zeytinyağındaki polar fenolik bileşenler genellikle "polifenol" olarak adlandırılmakla birlikte, tüm fenolik maddeler polihidroksi bileşenler değildir (Kiritsakis, 1998). Literatürde, özellikle oleuropein, tirosol ve hidroksitirosol gibi bileşiklerin etkilerine dair birçok çalışma bulunmaktadır. Bu araştırmalar genellikle, söz konusu bileşiklerin kardiyovasküler hastalıklar ve kanser üzerindeki potansiyel koruyucu etkilerini incelemeye odaklanmıştır. Elde edilen sonuçlar, zeytin ve zeytinyağı fenolik bileşenlerinin insan sağlığı üzerinde önemli yararlar sağladığını göstermektedir (Visioli vd., 2006). Zeytinyağında bulunan fenolik bileşikler, fenolik asitler, fenolik alkoller, flavonoidler, sekoiridoidler, lignanlar ve hidroksi-izokromanlar gibi çeşitli sınıflarda gruplanmaktadır (Kayahan ve Tekin, 2006). Bu bileşikler arasında, kafeik, vanilik, syringik, p-kumarik, o-kumarik, prokateşik, sinapik ve p-hidroksibenzoik asitler gibi fenolik asitler, zeytinyağında tespit edilen ilk fenolik gruptur (Roncero, 1978). Zeytinyağında en yoğun bulunan fenolik bileşikler sekoiridoid grubuna ait olanlardır. Bu bileşikler, zeytin meyvesindeki oleuropein, demetiloleuropein ve ligstrosid gibi sekoiridoid glikozitlerinin hidroliz edilmesiyle oluşur ve yağa geçmektedir. bu bileşiklerin taze zeytinyağlarındaki oranı genellikle düşüktür, fakat yağın depolanması sürecinde artış göstermektedir (Montedoro vd., 1992). Zeytinyağındaki fenolik madde miktarı, zeytinin türü, olgunluk seviyesi, yetiştiği bölge, sulama yöntemi, zeytin zararlıları, iklim koşulları ve yağ üretiminde kullanılan ekstraksiyon yöntemi gibi

çeşitli etmenlere bağılı olarak değişkenlik göstermektedir (Bayaz, 2016). Natürel sızma zeytinyağlarında fenolik bileşiklerin içeriği genellikle 50-1000 mg/kg civarında değişmektedir. Zeytinyağında en yaygın tokoferol olan α -tokoferol, E vitamini eşdeğeri olup, toplam tokoferol içeriğinin yaklaşık %95'ini oluşturmaktadır. Diğer tokoferoller arasında β -tokoferol, γ -tokoferol ve az miktarda δ -tokoferol bulunmaktadır ve bunlar toplam tokoferol içeriğinin %5'ini oluşturmaktadır. Zeytinyağlarında toplam tokoferol miktarı ise 50-270 mg/kg civarında değişmektedir (Didar vd., 2006).

Fenolik bileşikler, bitkisel materyallerin kuru ağırlığının yaklaşık %0,5-5'ini oluşturmaktadır. Bu bileşikler, bitkilerin yenilenebilir (çiçek, yaprak, meyve) ve yenilenemez (odunsu dokular) kısımlarında bulunabilmektedir. Yenilenebilir kısımlarda genellikle glikozit formunda, odunsu dokularda ise aglikon formunda yer alırken, çekirdeklerde her iki form da bulunabilmektedir. Çözünebilen fenolik bileşikler, hücre vakuollerinde bulunurken, çözünmeyenler hücre duvarına bağlanmış haldedir. Fenolik bileşiklerin çoğu serbest formda değil, şeker birimleri taşıyan glikozitler olarak yer almaktadır. Olgunlaşma sürecinde, çeşitli kimyasal ve enzimatik reaksiyonlarla fenolik bileşiklerin yapısında değişiklikler meydana gelmektedir. Meyve gelişimindeki fenolik değişimler, olgunlaşma indeksini belirlemek için bir yöntem olarak kullanılabilir. Bu değişimler, glikozidazlar ile glikozitlerin hidrolizi, fenoloksidazlarla fenollerin oksidasyonu ve serbest fenollerin polimerizasyonu ile gerçekteőtirmektedir (Atlı, 2020). Bitkilerdeki fenolik bileşikler, biyosentezleri, dağılımları ve fonksiyonları üzerine yapılan araştırmalar, bu bileşiklerin bitki metabolizmasındaki regölasyon faktörleri olarak rol oynadığını ortaya koymaktadır. Fenolik bileşikler, tohum çimlenmesi sırasında inhibitör olarak üretildikleri ve bitki savunma mekanizmalarında, tozlaşmada ve stres koőullarında görev aldıkları düşünölmektedir. Düşük konsantrasyonları besinleri oksidatif bozulmalara karşı korurken, yüksek konsantrasyonları renk değişimlerine ve kalite bozulmalarına neden olabilmektedir. Ayrıca, fenolik bileşiklerin bulunduğu ortamın pH'nın 4'ün üzerine çıkması, ağır metal tuzlarıyla reaksiyona girerek renk değişimleri ve metalik tat oluşumuna yol açmaktadır (Atlı, 2020).

2.4. Zeytinyağının Antimikrobiyal Aktivitesi

Zeytinyağının antimikrobiyal etkileri üzerine yapılan araştırmalar, bazı bitkilerin güçlü antimikrobiyal özelliklere sahip olduğunu ve bu özelliklerin belirli hastalıkların tedavisinde koruyucu rol oynayabileceğini göstermektedir. Özellikle, bakteriyel ve viral enfeksiyonların tedavisinde kullanılan bazı bitkiler, tıbbi amaçlarla etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Kirbağ ve Zengin, 2006). Mikrobiyal gelişimin engellenmesi amacıyla kullanılan maddeler, antimikrobiyal ajanlar olarak tanımlanır. Ancak, sentetik kökenli antimikrobiyal maddelerin insan sağlığı üzerinde olumsuz yan etkiler oluşturması ve mikroorganizmaların bu maddelere karşı direnç kazanması gibi problemler, doğal antimikrobiyal bileşiklerin kullanımını teşvik etmektedir (Sanchez vd., 2007). Zeytinyağının antimikrobiyal etkisi, içeriğindeki fenolik bileşiklerin özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Fenolik bileşiklerin, proteinleri denatüre etme yeteneği bulunduğu ve hücre zarının geçirgenliğini bozarak etkili olduğu, bu etkilerin hücre içine nüfuz ederek hücre membranlarına etki etmesi ve peptidoglikanları parçalamaları sonucunda, protein, inorganik fosfat, glutamat ve potasyum gibi maddelerin sitoplazmadan sızmasına yol açtığı ifade edilmektedir (Yıldız ve Uylaşer, 2011).

Zeytinyağında bulunan önemli fenolik bileşiklerden biri olan oleuropein, mikroorganizmaların üremesini engelleyerek gelişme hızlarını yavaşlatmaktadır. Yapılan pek çok çalışmada, fenolik glikozit oleuropein ve onun türevlerinin, çeşitli bakteri ve mikroorganizmalar üzerinde inhibe edici etkiler gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Haemophilus influenzae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Lactobacillus plantarum*, *Moraxella catarrhalis*, *Pseudomonas fragi*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus carnosus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, *Vibrio alginolyticus* ve çeşitli küf türleri üzerinde bu etki tespit edilmiştir (Yıldız ve Uylaşer, 2011). Bir araştırma, zeytinyağında bulunan linoleik asidin antimikrobiyal etkinlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu çalışmada, linoleik asidin mantarların oksijenizasyonunu engelleyerek antifungal etki gösterdiği ve mantar enfeksiyonlarının yaklaşık üçte ikisinde iyileşme sağladığı belirtilmiştir (Kubo vd., 1995; Bayaz, 2016).

Araştırmalar, *Mycoplasma pneumoniae*, *M. pirum*, *M. hominis* ve *M. fermentans* gibi mikroorganizmalar üzerinde oleuropeinin in-vitro etkilerini incelemiş ve oleuropeinin bu

mikroorganizmalara karşı etkili olduğunu ortaya koymuştur. Bu etkinin, oleuropeinin yapısında bulunan ortodifenol grubuna bağlı olabileceği tespit edilmiştir (Furneri vd., 2002). Zeytinyağı üretimi sırasında, zeytin meyvelerinin sıkılması ve preslenmesi işlemiyle elde edilen atıklar, etanol ekstraktlarıyla fenolik bileşikler bakımından incelenmiş ve bu bileşiklerin %0.1 ile %0.2 oranında kullanılarak, *Alternaria solani*, *Botrytis cinerea* ve *Fusarium culmorum* gibi küflerin gelişiminin engellendiği tespit edilmiştir (Winkelhausen vd., 2005; Bayaz, 2016). Ayrıca, dondurulmuş yeşil zeytin meyvesinden elde edilen etil asetat ekstraktının, laktik asit bakterileri üzerinde inhibe edici etkiler gösterdiği belirlenmiştir. Bu ekstraktan elde edilen, oleuropeinin parçalanma ürünü olan aglikon, oleuropeinden daha güçlü bir inhibitör etki sergilemiştir (Fleming ve Etchells, 1967).

2.4.1. Antimikrobiyal Aktiviteye Etki Eden Faktörler

Doğal antimikrobiyal maddelerin etkinliği, birçok faktörden etkilenebilir. Gıdaların içeriğindeki protein, yağ, tuz oranı ve pH gibi unsurlar, bu maddelerin bakteriyosin özelliklerini önemli ölçüde değiştirebilmektedir. Yapılan araştırmalar, ortamda bulunan yağ miktarı ve türünün esansiyel yağların antimikrobiyal etkisini etkileyebileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca, pH seviyesinin de antimikrobiyal etki üzerindeki rolünün kayda değer olduğu bilinmektedir (Şahin, 2006).

Bir araştırmada, düşük pH seviyelerinin esansiyel yağların çözünürlük ve stabilitesini artırarak antimikrobiyal etkinliği güçlendirdiği bildirilmiştir. Ayrıca, ortamda bulunan NaCl miktarının artışının da esansiyel yağların antimikrobiyal etkisini artırabileceği öne sürülmüştür (Şahin, 2006). Bitkisel ekstraktlar veya esansiyel yağların antimikrobiyal özellikleri, kullanılan ekstraksiyon tekniklerine ve içerdiği esansiyel yağ miktarına göre değişiklik göstermektedir. "Lemongrass" bitkisinin farklı dönemlerde yapılan hasatları sırasında elde edilen esansiyel yağların antimikrobiyal etkilerinin değiştiği tespit edilmiştir. Aralık ve Mayıs aylarında toplanan bitkilerden elde edilen yağların, test edilen mikroorganizmaların %100'ünü inhibe ettiği, ancak Şubat ile Nisan arasında toplanan bitkilerden elde edilen yağların ise %73-80 oranında etkili olduğu gözlemlenmiştir (Lopez vd., 2005; Şahin, 2006). Mikroorganizmaların gram özellikleri, antimikrobiyal etkinin belirlenmesinde önemli bir faktördür. Yapılan bazı araştırmalar, gram pozitif bakterilerin, gram negatif bakterilere kıyasla, bitkisel kaynaklı doğal antimikrobiyallere

karşı daha duyarlı olduklarını göstermektedir (Kim vd., 1995; Yuste ve Fung, 2002; Bagamboula vd., 2003; Nassar vd., 2004; Şahin, 2006). gram negatif bakterilerin, hücre duvarı yapılarının gram pozitif bakterilere göre daha dirençli olmasına neden olduğu düşünülmektedir (Kim vd., 2011; Ravichandran vd., 2011). Antimikrobiyal aktivite, test edilen suşa bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Antimikrobiyal etkinliği araştırılan bitkisel ekstraktlar veya esansiyel yağlar, bazı mikroorganizmalar üzerinde etkili olurken, diğerlerinde etkinlik göstermemektedir. *Shigella sonnei* ve *Shigella flexneri* suşları üzerinde yapılan bir çalışmada, 17 farklı baharat ve bitki esans yağının etkisi incelenmiş ve karanfil esansiyel yağının tüm suşlar üzerinde inhibe edici etkisi olduğu belirlenmiştir. Ancak fesleğen, kuşburnu ve mercanköşk esansiyel yağlarının sadece *Shigella flexneri* CIP suşu hariç diğer suşlar üzerinde etkili olmadığı gözlemlenmiştir (Şahin, 2006). Doğal antimikrobiyallerin etkinliği, oksijen, sıcaklık, süre, su aktivitesi, gıdanın katı ya da sıvı formda olması gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Araştırmalar, sıcaklık arttıkça antimikrobiyal aktivitenin de arttığını ortaya koymuştur (Hao vd., 1998; Friedman vd., 2004). Bir çalışmada, çeşitli yağlar ve bileşenlerin *Escherichia coli* ve *Salmonella enterica* üzerinde inhibitör etkileri incelenmiş, elma suyu farklı sıcaklıklarda (4, 21, 37°C) inkübe edilmiştir. Sıcaklık arttıkça inhibitör etkinin de yükseldiği gözlemlenmiştir. Aynı çalışmada, *E. coli* ve *S. enterica* üzerinde farklı sürelerle (5, 60, 120 dakika) yapılan antibakteriyel etki testlerinde, süre arttıkça etkinin de güçlendiği belirlenmiştir (Friedman vd., 2004).

Bir çalışmada çay ağacı yağının antimikrobiyal etkisi incelenmiş ve Tween bileşenlerinin varlığında etkinin azaldığı gözlemlenmiştir. Bu tür olumsuz etkileri minimize etmek ve yağ-su emülsiyonlarının stabilitesini artırmak amacıyla düşük konsantrasyonlarda bakteriyolojik agar kullanımı alternatif bir yöntem olarak önerilmiştir (Mann vd., 1998; Şahin, 2006). Ayrıca, gıdalarda bulunan proteinler, antimikrobiyal maddelerle kompleks oluşturarak etkinliği düşürmektedir. Gıdaların düşük su aktivitesine sahip olması durumunda, antimikrobiyal bileşiklerin bakteriyel hücrelere geçişini zorlaştırarak antibakteriyel etkinin azalmasına neden olmaktadır (Smith vd., 2001; Şahin, 2006).

2.4.2. Fenolik maddeler ve antimikrobiyal etki mekanizması

Fenolik bileşikler, bitkilerin normal gelişim süreci sırasında sentezlenen sekonder metabolitlerdir. Bu bileşikler, genellikle bir veya birden fazla hidroksil grubuna sahip, aromatik halkalar içeren ve farklı yapı ile fonksiyonlara sahip metabolitlerdir (Robards vd., 1999; Naczk vd., 2004; Şahin, 2006). Gıdalarda bulunan fenolik bileşikler, ürünlerin renk, acılık, burukluk, tat, koku ve oksidatif stabilite gibi özelliklerini etkileyebilmektedir. Fenolik bileşiklerin besin değeri bulunmamakla birlikte, sağlık üzerinde olumlu etkiler sağladıkları çeşitli araştırmalarla kanıtlanmıştır. (Naczk vd., 2004). Fenolik bileşiklerin antimikrobiyal etki mekanizması, konsantrasyonlarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Düşük konsantrasyonlarda fenolik bileşikler, enerji üretiminde görevli enzimleri etkileyerek etkinlik gösterirken, yüksek konsantrasyonlarda ise proteinlerin yapısını bozarak etkilerini sürdürürler. Diğer bir yaklaşımda, fenolik bileşiklerin toksik madde üretimi ile mikroorganizma gelişimini engellediği, hücre duvarında tahribat meydana getirerek hücre içeriğinin dışarı sızmasına yol açtığı ve böylece hücresel bütünlüğü bozduğu öne sürülmektedir. Ayrıca, hücredeki enzim sistemlerinin zarar görmesi, enerji üretimi ve bazı bileşenlerin sentezinin bozulmasına neden olarak hücresel ölüme yol açmaktadır (Culter, 2000; Meyer vd., 2002; Kim ve ark., 2004; Tassaou vd., 2004; Şahin, 2006). Fenolik bileşikler, antimikrobiyal etkilerini bakteri hücrelerinde sitoplazmik membranın yapısını bozarak, protonların hücre dışına salınımını engelleyerek, aktif taşıma süreçlerinde iyon hareketlerini kısıtlayarak ve hücre içeriğini koagüle ederek ortaya koymaktadır (Burt, 2003).

Bazı fenolik bileşiklerin (örneğin gallik asit ve p-hidroksi benzoik asit), *Clostridium botulinum*'un A ve B tiplerinin sporları üzerinde etkili olduğu ve bu sporların sayısının azaldıkça fenolik bileşiklerin etkinliğinin arttığı bildirilmiştir (Şahin, 2006). Antosiyaninler, genellikle renk verici özellikleriyle tanınmakla birlikte, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ve *Lactobacillus casei* gibi bakteriler üzerinde de inhibe edici etkiye sahiptirler (Ova, 2001; Şahin, 2006). İzosiyonatların antimikrobiyal etkileri, proteinlerin -SH gruplarıyla etkileşime girerek ortaya çıkmaktadır. Bu bileşiklerin, özellikle allil izosiyonatın, doğal olarak bulundukları gıdalarda koruyucu işlev gördüğü bilinmektedir. Sarımsak ürünleri, özellikle ezilmiş sarımsak, taze sarımsak ekstraktları,

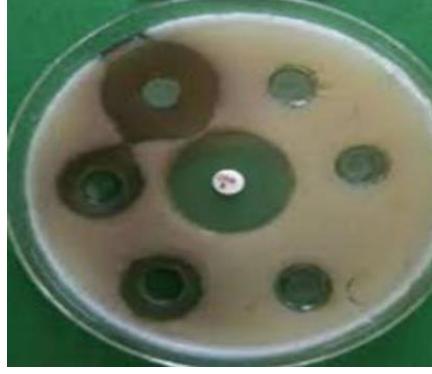
alkollü ve sulu ekstraktlar, liyofilize tozlar ve buhar distile yağı, hem Gram pozitif hem de Gram negatif bakteriler üzerinde güçlü antimikrobiyal etkinlik sergilemektedir (Aslan, 2019).

2.5. Antimikrobiyal Aktivitenin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler

Antimikrobiyal duyarlılık testleri, bir mikroorganizmanın belirli bir antimikrobiyal maddeye karşı in vitro etkinliğini değerlendirmek amacıyla uygulanan yöntemlerdir. Bitkilerin antimikrobiyal özelliklerini incelemek için laboratuvar ortamlarında çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Bu teknikler arasında inhibisyon zonlarının ölçülmesi, biyomass ağırlığının belirlenmesi ve mikroorganizma sayımlarının yapılması gibi farklı yöntemler yer alabilmektedir. Ayrıca, diğer antimikrobiyal bileşiklerde olduğu gibi, minimum inhibitör konsantrasyon (MİK) belirlenerek, antimikrobiyal etkinlik daha ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmektedir. (Nychas ve diğerleri, 2003; Tassaou ve diğerleri, 2004; Aslan, 2019; Güler, 2019).

2.5.1. Kuyucuk difüzyon yöntemi

Birçok esansiyel yağ ve/veya bakteri izolatının antimikrobiyal etkinliğini belirlemek için yaygın olarak kullanılan bir diğer yöntem de agar kuyucuk difüzyon tekniğidir. Bu yöntem, mikroorganizmaların büyümesini engelleyen maddelerin etkinliğini değerlendirmek amacıyla sıklıkla tercih edilmektedir. Bu yöntemde, test edilen maddeyi içeren kuyucuk sistemi ile mikroorganizmanın bulunduğu uygun besiyeri kullanılmaktadır. Besiyeri yüzeyine belirli çapta açılmış kuyucuklara, çözeltisi homojen bir şekilde hazırlanmış test maddeleri yerleştirilir. Agar kuyucuk difüzyon tekniği, antimikrobiyal bileşiklerin etkinliğini değerlendirmek için güvenilir ve yaygın olarak tercih edilen bir yöntemdir (Deans vd., 1993; Dorman ve Deans, 2000; Güler, 2019; Turhan, 2015). İnkübasyon süresi tamamlandıktan sonra, test edilen madde etkinse, kuyucukların etrafında mikrobiyal üremenin engellendiği ve inhibisyon bölgelerinin oluştuğu gözlemlenmektedir. Bu inhibisyon bölgelerinin çapları ölçülerek kaydedilir ve analiz edilmektedir. Elde edilen inhibisyon zonlarının çapları milimetre cinsinden ölçülüp kaydedilmektedir. Kuyucuklardaki test maddesinin konsantrasyonundaki değişiklikler, inhibisyon bölgelerinin çapını etkileyebilmektedir. (Dorman ve Deans, 2000; Güler, 2019; Turhan, 2015). Şekil 2.2.'de oyuk yöntemi ile elde edilen zon gösterilmiştir.



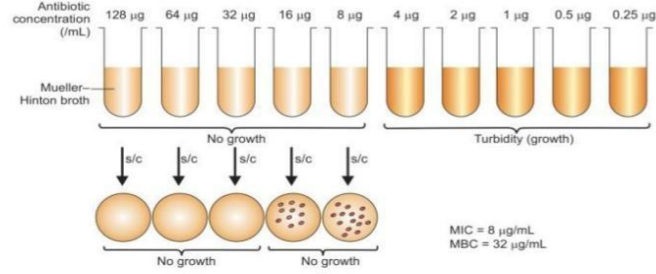
Şekil 2.3. Kuyucuk difüzyon yöntemi ile inhibisyon zonu (Anonim, 2023a)

2.5.2 Disk difüzyon yöntemi

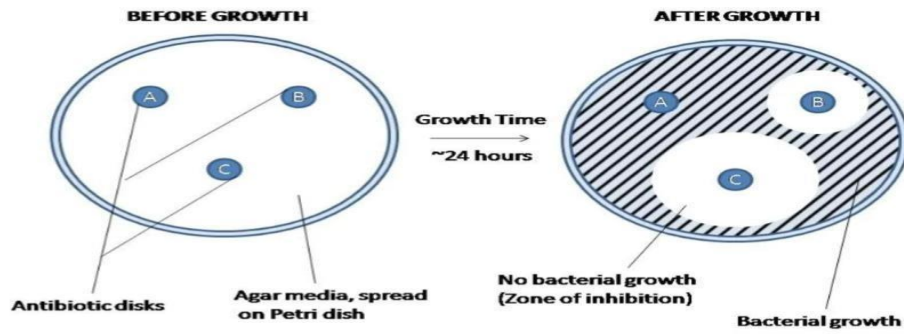
Antibiyotik duyarlılığının tespiti için laboratuvarlarda en yaygın kullanılan yöntemlerden biri, basit ve ekonomik bir testtir. Bu testte, antibiyotik içeren kağıt diskler, mikroorganizmanın inoküle edildiği besiyerine yerleştirilmektedir ve antibiyotik, diskten difüze olarak besiyerine yayılmaktadır. Test edilen mikroorganizma bu ortamda çoğalmaya başlamaktadır. Belirli bir inkübasyon süresi sonunda, antibiyotiğin inhibitör konsantrasyonlarına ulaştığı bölgelerde inhibisyon zonları görülmektedir. Mikroorganizmanın antibiyotiğe duyarlılığı, bu inhibisyon zonunun genişliğiyle orantılıdır. İnhibisyon zonunun çapı milimetre cinsinden ölçülerek, standart referans tabloları ile karşılaştırılmaktadır ve mikroorganizmanın antimikrobiyal ajanlara karşı duyarlılığı değerlendirilmektedir. (Courvalin vd., 1985).

Bu teknikte, mikroorganizma ilk olarak bir besiyeri ortamında inkübe edilir. Bulanıklık meydana geldikten sonra, McFarland 0.5 standardına göre ayarlanarak belirli bir bulanıklık seviyesi elde edilmektedir (Güler, 2019). Bu standart süspansiyondan alınan örnek, steril bir eküvyon ile Mueller-Hinton agar yüzeyine inoküle edilmektedir. Ardından, üzerinde çeşitli antibiyotiklerin bulunduğu diskler, steril bir pens ile agar yüzeyine yerleştirilmektedir. Diskler yerleştirilirken, inhibisyon bölgelerinin birbirine değmemesi için diskler arasında en az 22 mm mesafe, petri kenarından ise 14 mm uzaklık bırakılmasına özen gösterilmektedir. İnkübasyon sonrası, inhibisyon zonlarının çapları milimetre cinsinden ölçülmektedir ve bu çaplar, önceden belirlenen standartlarla karşılaştırılarak mikroorganizmaların duyarlılık, dirençlilik ve orta duyarlılık durumu

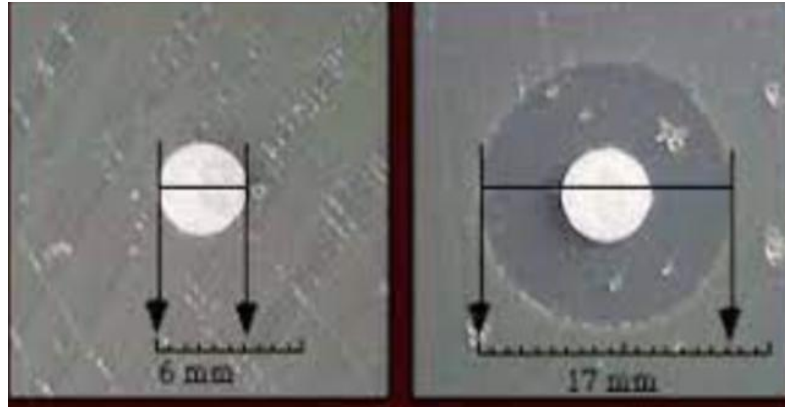
belirlenmektedir. (Courvalin vd,1985). Şekil 2.4.'te antibiyotik disklerin oluşturduğu inhibisyon zonu, Şekil 2.5.'te zon çapının ölçülmesi ile ilgili görseller verilmiştir.



Şekil 2.4. Dilüsyon yöntemi ve MİK değeri belirlenmesi (Erginkaya vd, 2023).



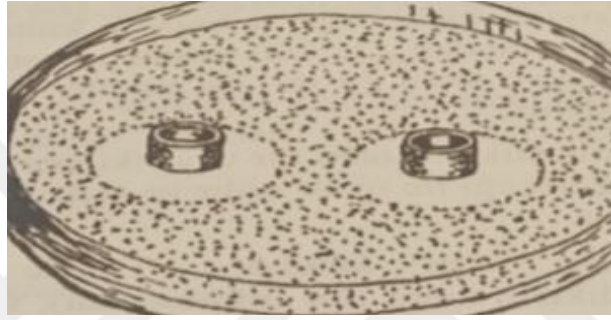
Şekil 2.5. Antibiyotik disklerin oluşturduğu inhibisyon zonu (Erginkaya vd, 2023).



Şekil 2.6. Zon çaplarının ölçümü (Uğur ve Nurgül, 2016; Bayaz, 2016).

2.5.3. Silindir yöntem

Test edilecek bakteri, McFarland 0.5 standardına göre ayarlanarak belirli bir yoğunluğa getirilmektedir. Bu süspansiyon, Mueller-Hinton agar yüzeyine steril bir eküvyon kullanılarak yayılmaktadır. Petriye dökülen agar üzerine cam veya porselen silindirler yerleştirilir ve antimikrobiyal maddeler bu silindirlerin içine pipetlenmektedir (Bayaz, 2016). İnkübasyon süresinin tamamlanmasının ardından, oluşan inhibisyon zonlarının çapları milimetre cinsinden ölçülmektedir (Özçelik, 2010). Şekil 2.6.'te silindir metoduna göre antimikrobiyal madde testi görseli verilmiştir.



Şekil 2.7. Silindir metoduna göre antimikrobiyal madde testi (Özçelik, 2010).

2.6. Araştırmada Kullanılan Mikroorganizmalar

2.6.1. *Staphylococcus aureus*

Stafilokoklar ilk olarak 1880 yılında İskoç cerrah Sir Alexander Ongston tarafından bir hastanın diz eklemesindeki apseden izole edilmiştir. Ongston, bu bakterileri apselerden izole ettikten sonra sağlıklı kobaylar ve fareler üzerinde gerçekleştirdiği deneylerle apselerin yeniden oluşmasını sağlamış ve bu mikroorganizmanın enfeksiyöz özellik taşıdığını deneysel olarak ortaya koymuştur. Mikroskobik incelemeler sonucunda, bakterilerin üzüm salkımını andıran bir yapıya sahip olduğu görülmüş ve bu nedenle Yunanca'da "üzüm salkımı" anlamına gelen "*staphylo*" ve "tane" anlamına gelen "*coccus*" kelimelerinden türetilerek "*Staphylococcus*" adı verilmiştir (Adams ve Moss, 2008; Myles ve Datta, 2012; Koçak Kızanlık, 2019).

Staphylococcus aureus, fakültatif anaerob, katalaz pozitif, Gram pozitif, oksidaz negatif, hareketsiz bir bakteri olup oval ya da yuvarlak şekle yakın bir yapı sergileyen mezofil bir türdür. Bu bakterinin optimum gelişim sıcaklığı 37 °C olup, 7-48 °C arasında uygun koşullarda üreyebilmektedir. Ayrıca, optimum pH değeri 6-7 aralığında olmasına karşın,

4-10 pH arasında da gelişim gösterebilmektedir. Gıdalarda toksin üretebilmesi için gerekli minimum pH değeri ise vejetatif gelişim için ihtiyaç duyulan pH seviyesinin biraz üzerinde yer almaktadır. Benzer bir durum su aktivitesi açısından da geçerlidir. Minimum su aktivitesi değerleri aerobik gelişim için A_w : 0,83-0,86, anaerobik gelişim için ise A_w : 0,90 olarak saptanmıştır. Toksin üretimi içinse daha yüksek su aktivitesi gerekmektedir. *Staphylococcus aureus*'un dikkat çeken özelliklerinden biri de %5-7 NaCl konsantrasyonuna direnç gösterebilmesidir. Ayrıca, bazı suşlarının %20 oranında NaCl içeren ortamda bile yaşamını sürdürebildiği bilinmektedir. Bunun yanı sıra tellürit,

sodyum azid, cıva klorür gibi çeşitli kimyasal maddelere ve neomisin, polimiksin gibi bazı antibiyotiklere karşı da dirençli özellik sergilemektedir (Erkmen, 2010; Şahin, 2006).

Gıda kaynaklı bakteriyel hastalıklarda, kontamine gıdaların tüketilmesiyle patojenler veya toksinler sindirim sisteminin bariyeri olan epitelyum hücrelerini aşarak etkili olmaktadır. Bu durum, genellikle gıdanın tüketilmesinden sonra bulantı, kusma, karın ağrısı ve ishal gibi belirtilerle kendini göstermektedir. Hayvansal kökenli gıdalar bu enfeksiyonların temel kaynağı olarak kabul edilmektedir. Özellikle bağışıklık sistemi zayıf olan bebekler, çocuklar, yaşlılar ve hastalar, bu tür enfeksiyonlara karşı daha hassas gruplar arasında yer almaktadır (Normanno vd, 2007a; Aydın ve Sudağıdan, 2016 ; Koçak Kızanlık,2019).

S. aureus'un halk sağlığı açısından önemli bir diğer özelliği, yalnızca toksin üretme yeteneği değil, aynı zamanda antibiyotiklere karşı geliştirdiği dirençtir. Önceki araştırmalar *S. aureus*'un genellikle hastane enfeksiyonlarından sorumlu olduğunu gösterse de, güncel çalışmalar gıda kaynaklı enfeksiyonlarda da bu bakterinin rol oynadığını ortaya koymaktadır. Enfekte ya da taşıyıcı bireyler aracılığıyla gıdaların kontamine edilmektedir, bu bakterinin yayılmasında etkili bir mekanizmadır. Özellikle bağışıklık sistemi zayıf bireylerde, kontamine gıdaların tüketilmesi sonucunda bağırsakta bulunan patojenik ve patojenik olmayan bakteriler arasında direnç genlerinin aktarımıyla antibiyotik direncinin yaygınlaştığı tespit edilmiştir (Normanno vd., 2007a; Pesavento vd., 2007; Aydın vd., 2011b; Koçak Kızanlık, 2019).

S. aureus kaynaklı enfeksiyonların önlenmesinde kritik bir adım, ısıtma işlemi uygulanmış gıdaların bu işlem sonrasında hızla soğutulması ve +4°C'de saklanmasıdır. Bu patojenin

insan kaynaklı olabileceği göz önünde bulundurulduğunda, gıda üretim tesislerinde çalışan personelin hijyen kurallarına özen göstermektedir, patojenin bulaşma riskinin azaltılmasında önem taşımaktadır (Erkmen, 2010; Aslan, 2019).

2.6.2. *Escherichia coli*

Escherichia coli, memeli hayvanların kalın bağırsağında doğal olarak bulunan Gram negatif bir bakteridir. İlk kez 1885 yılında, pediatri uzmanı ve bakteriyolog Theodor *Escherich* tarafından bebek dışkıсында tanımlanmıştır. "*Coli*" ifadesi, bu bakterinin kalın bağırsakla olan ilişkisini vurgular. *E. coli*, biyolojisinin iyi bilinmesi ve laboratuvar ortamında kolayca çoğaltılabilmesi nedeniyle araştırmalarda sıkça tercih edilen bir model organizma olmuştur. Normal bağırsak mikrobiyotasının bir üyesi olan bu bakteri, enterik bakteriler sınıfına dahil edilmektedir. Çubuk şeklinde olan bu bakterinin boyutları 1-2 µm uzunluğunda ve 0.1-0.5 µm çapındadır. *Enterobacteriaceae* ailesinin koliform grubunda yer alır (Bayaz, 2016). Koliform grup, spor oluşturmayan, gram negatif, aerobik ve fakültatif anaerobik, 35°C'de 48 saat içinde laktozdan gaz ve asit üreten çubuk şeklindeki bakterileri tanımlar (Öztürk, 2019; Güler 2019).

E. coli serotipi, köpekler, kanatlılar, koyunlar, geyikler ve insanlar gibi farklı canlılarda bulunabilmektedir. Bununla birlikte, bu bakterinin birincil rezervuarı olarak sığır kabul edilmektedir. İnsanlarda, *E. coli*'nin yol açtığı enterokolitis gibi ciddi hastalıklar sonucunda birçok salgın rapor edilmiştir. Bu salgınlar genellikle kontamine et, süt ve süt ürünleriyle ilişkilendirilmektedir. Ayrıca, sığır dışkılarıyla kirlenmiş su, toprak, pastörize edilmemiş elma suları, meyve ve sebzeler de salgınların önemli kaynakları arasında yer almaktadır. Salgınlar sırasında, patojenin insandan insana bulaşabilmesi, sporadik vakaların önemini arttırmaktadır (Abay, 2014).

E. coli, Gram-negatif bir bakteri olarak endospor oluşturmaz ve pastörizasyon veya kaynatma işlemleri ile yok edilmektedir. Memeli hayvanların bağırsaklarında gelişmeye adapte olmuş bu bakteri, en iyi şekilde vücut sıcaklığında çoğalmaktadır. Su arıtımı konusunda, *E. coli* sıklıkla su kirliliğinin bir göstergesi olarak kullanılmıştır (Bayaz, 2016). Sudaki dışkı oranı, koliform endeksi ile belirlenmektedir (Öztürk, 2019). *E. coli*'nin antibiyotiklere karşı direnç oranı, ilk vakalardan itibaren istikrarlı bir şekilde artmıştır. Bu artış, bakterinin insan sağlığı üzerindeki etkisi nedeniyle dikkat çekici hale

gelmiş ve Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO, 2017) insan sağlığı için en büyük tehditleri oluşturan 12 bakteri ailesi listesinde yer almasını sağlamıştır.

E. coli'nin antimikrobiyal direnç durumu iki temel bağlamda ele alınmalıdır: Çoklu ilaca dirençli suşların neden olduğu enfeksiyonlardaki küresel artış ve bu bakterinin genetik direnç özelliklerini diğer bakterilere aktarabilme kapasitesi. Bu durum, halk sağlığı açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Karaynır, 2021).

2.6.3. *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa, hem insanlarda hem de hayvanlarda fırsatçı patojen olarak bulunan, doğada yaygın bir bakteridir. Bu bakteri, oksidaz pozitif, nonfermantatif, hareketli, aerop bir gram negatif basildir. *Pseudomonas aeruginosa*, içerdiği ekzotoksinler, proteolitik enzimler ve enterotoksinler aracılığıyla enfeksiyonlara yol açmaktadır. En yaygın enfeksiyonları arasında, bronşit, idrar yolu enfeksiyonları, kulak enfeksiyonları, menenjit, göz enfeksiyonları, yara ve yanık enfeksiyonları, damar içi ilaç kullanıcılarında endokardit, osteomyelit ve sepsis gibi hastalıklar yer almaktadır (Akyüz, 2010; Güler, 2019).

2.6.4. *Enterococcus faecalis*

Enterococcus faecalis, hem insanlarda hem de hayvanlarda normal mikrofloranın bir parçası olarak bulunan gram pozitif, katalaz negatif bir bakteri türüdür. Bu bakteri, özellikle hastanelerde patojen olarak saptanmıştır ve idrar yolu enfeksiyonları, intraabdominal abseler, yara enfeksiyonları ile endokardit gibi çeşitli enfeksiyonlara neden olabilir (Akyüz, 2010; Güler, 2019).

2.6.5. *Shigella spp.*

Shigella cinsi, *Enterobacteriaceae* ailesine ait bir bakteri grubudur. Gram negatif, fakültatif anaerobik, çubuk şeklinde ve hareketsiz olup, oksidaz negatif ve katalaz pozitif özellikler gösterir. Genellikle laktoz negatif olmalarına karşın, bazı suşlar laktozü fermente edebilir. Ayrıca, sitrat ve H₂S üretimi gibi reaksiyonlarda negatif sonuç verirler. Çoğu suş, karbonhidratları gaz üretmeden fermente etme kapasitesine sahiptir. *Escherichia* türleriyle yapılan DNA homoloji analizlerine göre, *Shigella* türleri %70-100 oranında benzerlik gösterir, bu da biyokimyasal testlerle bu iki türü ayırt etmeyi

zorlaştırmaktadır. *Shigella* türleri, gıda ürünlerinde uzun süre hayatta kalabilir ve düşük pH'lı ortamları kısa süreliğine tolere edebilir. Bu bakteriler için ideal gelişme sıcaklığı 37 °C olup, en düşük sıcaklık 10 °C, en yüksek ise 40 °C'dir. *Shigella sonnei*'nin incelenmesi sırasında, 44 °C sıcaklıkta zenginleştirme yapılabilir. Ayrıca, 55 °C'de 1 saatlik ısı uygulaması ile bu bakteriler ölür. pH değeri 4,5'in altında hayatta kalamayacakları ve NaCl toleranslarının %5-6 olduğu bildirilmiştir (Halkman, 2012).

2.6.6. *Klebsiella pneumoniae*

Klebsiella ve *Raoultella* türleri, doğada yaygın olarak bulunan bakterilerdir. *K. pneumoniae*, sağlıklı bireylerin gastrointestinal sistemleri ve solunum yolu florasında %5 oranında yer alır. *Klebsiella* türleri, diğer bağırsak bakterileri gibi yaygın besiyerlerinde hızla üreyebilirler. Bu bakteriler için en uygun ortam, pH değeri 7 ve 37°C sıcaklıkta sağlanmaktadır. Isıya karşı dayanıksız olmalarına rağmen, nemli ortamlarda 55°C'de yarım saatte ölürlere; ancak kuruluğa karşı oldukça dirençlidirler ve organik maddeler içinde kurutulduklarında aylarca hayatta kalabilirler. Oda sıcaklığında saklanan kültürlerde haftalarca, +4°C'de ise uzun süre canlı kalabilirler (Koçulu, 2010; Güler, 2019). Enfeksiyonlar, kolonizasyon, uzun süre hastanede kalma, cerrahi müdahale geçmişi, damar içi veya üriner kateter uygulaması ve gereksiz antibiyotik kullanımıyla ilişkilendirilmektedir (Aydemir vd., 2006; Kahraman vd., 2017). Son dönemde antibiyotik kullanımındaki hatalar, dirençli bakterilerle kaynaklanan enfeksiyonların artmasının en önemli nedenlerinden biri olarak belirtilmektedir (Akalin, 2003; Özgüneş, 2005; Kahraman vd., 2017). *Klebsiella pneumoniae*, çeşitli antibiyotiklere karşı direnç geliştirebilen bir bakteri olup, özellikle ampiciline karşı doğal direnç gösterdiği bildirilmiştir (Diren, 2002; Kahraman vd., 2017). Bu bakterinin yol açtığı enfeksiyonların tedavisinde genellikle sefalosporin ve aminoglikozid sınıfına ait antibiyotikler kullanılmaktadır (Şihca vd., 2012; Kahraman vd., 2017).

2.6.7. *Bacillus subtilis*

Bacillus terimi, ilk kez 1872 yılında Ferdinand Cohn tarafından kullanılmaya başlanmıştır (Lin, 1997; Alici, 2018). *Bacillaceae* familyasına ait bu bakteriler, genellikle gram pozitif (bazı türlerde gram değişken) olup aerobik veya fakültatif anaerobik özellik gösterirler ve spor oluşturlar. Genellikle mezofilik olan bu türlerin, psikrotrof ve termofilik özellikler gösteren çeşitleri de bulunmaktadır (Ayhan, 2000; Alici, 2018). *Bacillus* türleri, termofilik, mezofilik ve psikrofilik çeşitlere sahiptir ve oldukça yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır. Genellikle 35-37 °C arasında ve pH 7 civarında üreme eğilimindedirler. Doğal ortamları toprak olup, çoğu tür patojenik özellik göstermez (Beyatlı, 2005; Alici, 2018). Endospor oluşturlar ve sahip olan *Bacillus* türlerinin vejetatif hücre boyutları 0,5x1,2 µm ile 2,5x10 µm arasında değişir. *Bacillus* cinsine ait koloni morfolojisi, farklılıklar gösterir (Çon ve Gökalp, 1997; Alici, 2018). *Bacillus* cinsi bakteriler, antibiyotik, enzim ve toksin üretme gibi metabolik özellikleri nedeniyle endüstriyel açıdan büyük öneme sahiptir ve bu özellikleri, bu bakterileri dikkat çeken mikroorganizmalar arasına sokmaktadır (Yılmaz ve Beyatlı, 2003; Alici, 2018). *Bacillus* türlerinin spor formasyonu, 70°C’de 10 dakika süren pastörizasyon işlemine dayanıklılık gösterdiği için bu işlem, sporların tanımlanmasını kolaylaştırmaktadır. *Bacillus* sporları, toprak, su ve gıda gibi birçok ortamda izole edilebilir. Bu izolasyon işlemi, sporların ısıya karşı gösterdiği dirençten faydalanarak gerçekleştirilmektedir (Seneath, 1986; Kuşaklı, 2011). *Bacillus* türlerinin antibiyotik üretimi, çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Yapılan araştırmalar, bazı *Bacillus* suşlarının antibiyotik aktivitesinin, pH seviyeleri ve besiyerindeki besin içeriklerine bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir (Leifert vd., 1995; Kuşaklı, 2011). *Bacillus* suşlarından elde edilen mersacidin adlı yeni bir peptid antimikrobiyal bileşiğin, başta methicillin dirençli *Staphylococcus* türleri olmak üzere bazı gram pozitif bakterilere karşı etkili olduğu bildirilmiştir (Chatterjee vd., 1992; Kuşaklı, 2011).

2.7. Araştırmada Kullanılan ve Zeytinyağlarına İlave Edilen Karışım Numuneleri

2.7.1. Kekik (*Thymus serpyllum*)

Kekik (*Thymus spp.*), dünya çapında tanınan en önemli tıbbi ve aromatik bitkilerden biri olup, *Labiatae* familyasına aittir. Bunun yanı sıra, aynı familyada yer alan *Thymbra* (Karakekik), *Sideritis* (Dağçayı), *Origanum* (Mercanköşk) ve *Satureja* (Kayakekiği) gibi türler de kekik olarak adlandırılmakta ve baharat olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Baytop, 1997; Altundağ ve Aslım, 2005). Ülkemizde 40'a yakın kekik türü yetişmektedir. Kekik, baharat olarak kullanılmasının yanı sıra, kekik yağı, kekik suyu ve kekik çayı gibi çeşitli formlarda da üretilip tüketilmektedir. Tıp, eczacılık ve tarım sektörlerinde de geniş bir kullanım alanına sahip olan kekik, antik dönemlerden günümüze kadar tıbbi faydaları bilinerek kullanılmakta olup, her geçen gün yeni yararları keşfedilmektedir. Kekik, iştah açıcı, sindirimi kolaylaştırıcı, idrar söktürücü, kan dolaşımını hızlandırıcı ve balgam söktürücü gibi birçok tıbbi faydaya sahiptir. Ayrıca soğuk algınlığı, boğaz ağrıları, bronşit, astım ve öksürük tedavisinde, saman nezlesi ile yatak ıslatma gibi sorunların iyileştirilmesinde de kullanılmaktadır (Altundağ ve Aslım, 2005).

Kekiğin antioksidan ve antibakteriyel özellikleri üzerine yapılan bir araştırmada, Youdim vd., (2002), kekik yağındaki bileşenlerin antioksidan ve pro-oksidan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, kekik yağının antioksidan aktivite sıralaması şu şekilde belirlenmiştir: timol, karvakrol, γ -terpinen, miren, linalool, p-cymene, limonen, 1,8-cineol ve α -pinen. Bu bulgular, kekik yağının gıda sektöründe ve besin takviyesi olarak kullanılabilecek değerli antioksidan özelliklere sahip olduğunu ortaya koymuştur. *Thymus vulgaris*, *T. kotschyanus*, *Ziziphora tenuior* ve *Z. clinopodioides* esansiyel yağlarının fenolik bileşen içerikleri, antioksidan potansiyelleri ve antibakteriyel etkinlikleri in vitro olarak incelenmiştir (Güler, 2019). Bu analizlerde Folin-Ciocalteu yöntemiyle toplam fenolik madde miktarı, DPPH testiyle antioksidan aktivite ve agar disk difüzyon ile minimum inhibitör konsantrasyon (MIC) yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, *Ziziphora clinopodioides* ve *Thymus vulgaris* esansiyel yağlarının en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu, *Thymus vulgaris* yağının ise en yüksek fenolik içerik ve antibakteriyel etkinlik gösterdiğini ortaya koymuştur (Güler, 2019). Bu bulgular, söz

konusu yağların gıda endüstrisinde koruyucu ajan olarak kullanılabilecek potansiyele sahip olduğunu göstermektedir (Aliakbarlu ve Shameli 2013; Güler, 2019).

Birçok araştırma, kekik ve kekik olarak bilinen bitkilerin antimikrobiyal etkilerini ortaya koymuştur. Bu çalışmalar, genellikle klinik patojenler ve gıda etmenleri üzerinde odaklanmıştır. Origanum türlerinden elde edilen uçucu yağlar, Gram pozitif bakterilerden *S.aureus* ve *S.epidermidis*, Gram negatif bakterilerden *E.coli*, *E.cloacae*, *P.aeruginosa* ve *k.pneumoniae*, ayrıca funguslardan *Candida albicans*, *C. tropicalis* ve *Torulopsis glabrata* üzerinde test edilmiştir. Sonuçlar, bu uçucu yağların yüksek antibakteriyel ve antifungal özelliklere sahip olduğunu göstermektedir. (Aligiannis vd., 2001; Altundağ ve Aslım, 2005).

Ertürk vd., (2010), ticari olarak satılan kekik ve nane uçucu yağlarının klinik öneme sahip bakteri ve mayalar üzerindeki antimikrobiyal etkilerini incelemişlerdir(Güler, 2019). Bu uçucu yağların, 21 bakteri ve 7 maya üzerinde disk difüzyon yöntemi ile test edilen antimikrobiyal etkinliği, istatistiksel analizlerle değerlendirilmiştir(Güler, 2019). Sonuçlara göre, kekik yağı, *Pseudomonas aeruginosa* dışındaki tüm mikroorganizmalar üzerinde güçlü antimikrobiyal etki göstermiştir. Araştırmacılar, bitkisel uçucu yağların bu antimikrobiyal özellikleri sayesinde gıda, kozmetik ve tıbbi sektörlerde alternatif bir kullanım potansiyeline sahip olduğunu vurgulamışlardır (Güler, 2019).

2.7.2. İncir (*Ficus alba*)

İncir, Orta Doğu kökenli olup, genetik çeşitliliği oldukça fazla olan ve insanlar tarafından ilk tarımı yapılan önemli meyvelerden biridir (Barolo vd., 2014). Türkiye, incir üretimi ve ihracatında öne çıkan ülkelerden biridir. Ülkemizde pek çok farklı çeşidi bulunan incirlerden, en çok tercih edilen iki tür olan Sarılop ve Bursa siyahı, hem taze hem de kuru olarak tüketilmektedir. (Barolo vd. 2014; Şahin ve Öztürk, 2016; Kelebek vd., 2018).

İncir, mineral, vitamin ve lif açısından zengin bir meyve olup, aynı zamanda içerdiği fenolik bileşikler gibi fitokimyasallar sayesinde antibakteriyel ve antioksidan aktivite gösterdiği literatürde yer alan çalışmalarda belirtilmiştir.(Caliskan ve Polat, 2012; Perez vd., Torres, 2003; Viuda-Martos vd., 2015).

Kuru incir, *Ficus carica L.* türüne ait meyvelerin hasat edilmesinin ardından doğal ya da yapay kurutma yöntemleri ile işlenip tüketime sunulan bir ürün olarak tanımlanmaktadır (Atik, 2012; Gençdağ vd., 2019). Kuru incir, yüksek fruktoz ve glukoz içeriğinin yanı sıra esansiyel amino asitler, karoten, tiamin, riboflavin ve çeşitli mineraller bakımından zengin olup, düşük yağ içeriği sayesinde dünya genelinde en yaygın üretilen kurutulmuş meyveler arasında yer almaktadır (Ortaç vd., 2016; Kabak, 2016; Gençdağ vd., 2019).

Türk Standartları Enstitüsü tarafından belirlenen kuru incir standardına (Anonim, 2006) göre, kuru incirlerin bütün ve sağlam olması gerekmektedir. Ayrıca, incirlerde yabancı tat ve koku olmamalı, yabancı maddelerden arındırılmış olmalı ve nem oranı anormal düzeyde olmamalıdır. Kuru incirlerde herhangi bir küf belirtisi bulunmamalı, güneş yanığı, yırtılma veya çatlama gibi deformasyonlar olmamalıdır. Bunun yanı sıra, olgunlaşmadan önce hasat edilen incirlerde canlı ya da ölü böcek ve diğer parazitler bulunmamalıdır. (Göçmez, 2014; Gençdağ vd., 2019).

2.7.3. Çörek otu (*Nigella sativa L.*)

Çörek otu (*Nigella sativa L.*), tarihsel olarak hem baharat hem de gıda koruyucu olarak kullanılmıştır. Ayrıca, bu bitkinin tohumları ve yağı, uzun yıllardır tıbbi alanda önemli bir yer tutan şifalı bitkiler arasında yer almaktadır. Çörek otu, pek çok hastalığın tedavisindeki etkinliği nedeniyle "Habbat Al Barakah" ya da "Kutsal Tohum" olarak da adlandırılmaktadır. (Kaya vd., 2023).

N. sativa tohumlarında, %32-40 arasında sabit yağ, %16-19.9 protein, %33.9 karbonhidrat, %5.5 saponinler, alkaloidler, lifler, %1.79-3.44 arasında tanenler ve mineraller bulunmaktadır. Sabit yağda, doymamış yağ asitleri arasında oleik ve linolenik asit, doymuş yağ asitleri arasında ise palmitik asit, stearik asit ve miristik asit bulunur. Ayrıca, çörek otu tohumlarında %0.4-0.45 oranında uçucu yağ bulunur (Güllü ve Gülcan, 2013). Bu yağda timokinon, p-simen, nigellonetil linoleat, α -thujen, timol, α -pinen, karvakrol, trans-anethol, β -pinen gibi biyoaktif bileşenler yer almaktadır. Çörek otu uçucu yağının en önemli fitokimyasal bileşeni olan timokinon, bu yağın %25-60'ını oluşturmaktadır. (Baydar, 2013; Bulca, 2014). Çörek otu tohumuna ait Şekil 2.8.'te verilmiştir.



Şekil 2.8. *N. sativa* tohumu (Kaya vd., 2023).

Çörek otu (*Nigella sativa* L.) tohumları, geleneksel tıpta antioksidan etkileri nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalar, bu bitkinin bileşenlerinin çevresel faktörler, enfeksiyonlar, kimyasal maddeler veya kanser tedavisinde kullanılan ilaçların neden olduğu oksidatif stresi hafifletmeye yardımcı olabileceğini göstermektedir. (Demir ve Koşar, 2014; Yalçın, 2019). Serbest radikallerin yol açtığı oksidatif stres, damar sertliği, diyabet, hipertansiyon, kanser ve AIDS gibi birçok hastalığın gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır. Çörek otu sabit yağı ve fenolik bileşeni olan timokinon, lipozomlardaki lipid peroksidasyonunu engelleyici etkileriyle dikkat çekmiştir (Demir ve Koşar, 2014; Mariod vd., 2009; Kumari vd, 2014).

Yapılan araştırmalar, çörek otu yağının bileşenleri olan p-cymene, α -pinen, limonen, timol, linalool, timokinon ve timohidrokinonun, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Shigella flexneri* ve *Pseudomonas aeruginosa* gibi çeşitli bakteri türlerine karşı antibakteriyel etkinlik gösterdiğini ortaya koymuştur (Knobloch vd., 1989). Ayrıca, timokinon ve timohidrokinon kombinasyonunun, antibiyotiklerle birlikte *Staphylococcus aureus*'a karşı sinerjik bir etki sağladığı belirtilmiştir (Çelik, 2013). Çörek otu tohumlarından elde edilen sulu ekstraktın, fare ve sıçanlar üzerinde yapılan deneylerde ağrı kesici, anti-inflamatuar ve ateş düşürücü etkiler gösterdiği tespit edilmiştir (Al-Ghamdi, 2001; Üstün ve Ersöz, 2015; Yalçın, 2019).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu bölümde, çalışmada kullanılan materyaller, mikroorganizmalar ve örneklerin muhafazası konularında bilgi verilmiştir.

3.1.1. Kullanılan örnekler

Bu çalışmada materyal olarak farklı illerden (Kilis ve Gaziantep) temini gerçekleştirilen zeytinyağı örnekleri ile yerel bir işletmeden temin edilen kuru incir, çörek otu ve kekik örnekleri kullanılmıştır:

- 1) Kilis ilindeki yerel üreticilerden temin edilen 2024'ten zeytinyağı örnekleri (Z1).
- 2) Gaziantep ilinin yerel üreticilerden temin edilen 2024'ten zeytinyağı örnekleri (Z2).
- 3) Kilis ilindeki yerel üreticilerden temin edilen, 2023'ten zeytinyağı örnekleri (Z3).
- 4) Kilis ilinin yerel üreticilerden temin edilen 2024'ten zeytinyağı örnekleri (Z4).
- 5) Kilis ilindeki yerel bir işletmeden (Nezih kuruyemiş) temin edilen kuru incir örnekleri (İ).
- 6) Kilis ilindeki yerel bir işletmeden (Nezih kuruyemiş) temin edilen çörek otu örnekleri (Ç).
- 7) Kilis ilinin yerel üreticilerden temin edilen kekik örnekleri (K).

Araştırmada Kullanılan ve Zeytinyağlarına İlave Edilen Karışım Numunelerinin Miktarları

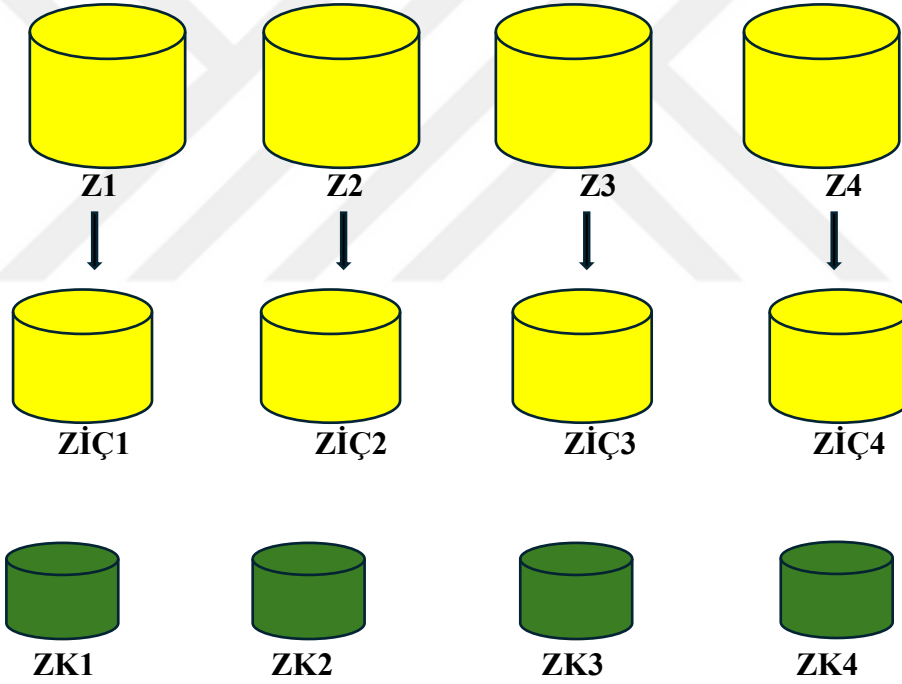
Her bir kavanoz için kullanılan malzeme miktarları aşağıda belirtilmiştir:

- Birinci karışım (ZİÇ):
 - Zeytinyağı: 125 ml
 - Kuru incir: 75 g
 - Çörek otu: 10 g



Şekil 3.1. Zeytinyağlarına ilave edilen karışım kuru incir ve çörek otu numuneleri

- İkinci karışım (ZK):
 - Zeytinyağı: 50 ml
 - Kekik: 5 g



Şekil 3.2. Kullanılan örnekler

Çörek otu ekstraksiyonları için tezde yer alan ÇÖ1, ÇÖ2, ÇÖ3 ve ÇÖ4 örnekleri, 125 ml zeytinyağına 10 g çörek otu ve 75 g incir eklenerek hazırlanan ZİÇ örneklerinin 1 ay süre boyunca bekletildikten sonra çörek otu çıkarılarak havanda ezilip ekstraksiyonları gerçekleştirilen ekstraktları ifade etmektedir.

Aynı şekilde tezde yer alan İ1, İ2, İ3 ve İ4 örnekleri, 125 ml zeytinyağına 10 g çörek otu ve 75 g incir eklenerek hazırlanan ZİÇ örneklerinin 1 ay süre boyunca bekletildikten sonra incirler çıkarılarak elde edilen ekstraktları ifade etmektedir.

3.1.2. Analizlerde kullanılan cihazlar ve kimyasal maddeler

Kullanılan cihazlar:

Bu çalışmada, su banyosu olarak Wisd markalı WSB-30 (KOREA) model cihaz kullanılmıştır. Numune santrifügasyonu için Hettich Universal 320 R (GERMANY) santrifüjü tercih edilmiştir. pH değerlerinin belirlenmesinde Milwaukee Mw 150 modeli kullanılmıştır. Numunelerin karıştırılması amacıyla Dragon Lab MX-F vortex cihazı kullanılmıştır. Mikrobiyal sayım için Macfarland değeri oluşturmak üzere Biosan DEN-1B (LATVIA) cihazı tercih edilmiştir. Hedlab marka steril kabin kullanılmıştır. Büyütme ve inkübasyon süreçleri için Samheung Apin fib100 (SPAIN) modeli inkübatör kullanılmıştır. Optik yoğunluğun ölçülmesi amacıyla Biochrom Libra S60 (United Kingdom) model spektrofotometre tercih edilmiştir. Bu cihazlar, deneysel süreçlerin hassasiyetini ve güvenilirliğini artırmak amacıyla titizlikle seçilmiştir.

Kullanılan kimyasallar:

Ekstraksiyonlar için metanol %80 (v/v) (Isolab); toplam fenolik madde miktarı tayini için Folin Ciocalteu reaktifi (%10) (Merck), NaHCO₃ (%7,5) (AFG scientific); antioksidan aktivite analizi için DPPH[•] (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) (Merck); antibakteriyel aktivite analizleri için %0,9 NaCl (Emir Kimya) serum fizyolojik su kullanılmıştır.

3.1.3. Bakteri kültürleri ve besiyeri

Çalışmada kullanılan standart mikroorganizmalar Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik bölümünden temin edilmiştir. Laboratuvarımızda bulunan standart bakteri suşlarından; *Staphylococcus aureus* ATCC6538P, *Enterococcus faecalis* ATCC 28212, *Bacillus subtilis* klinik, *Escherichia coli* ATCC 28212, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027, *Klebsiella pneumoniae* klinik ve *Shigella spp.* klinik suşları kullanılmıştır. Çalışmada Mueller Hinton Agar (MHA) (Merck) ve Nutrient Agar (NA) (Merck) besiyerleri kullanılmıştır.

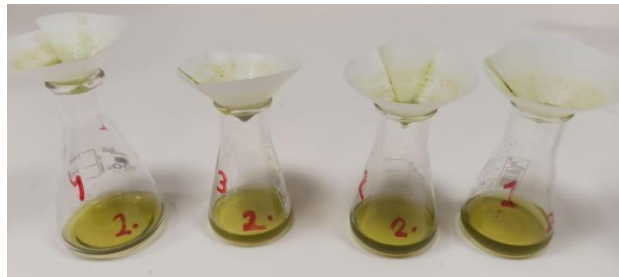
3.2. Yöntem

3.2.1. Zeytinyağı ekstraktının hazırlanması

Antibakteriyel aktivite ve toplam fenolik madde ve antioksidan analizlerinde kullanılacak ekstraktlar, Yorulmaz vd. (2016)'nın bildirdiği yöntemde bazı değişiklikler yapılarak elde edilmiştir. Bu amaçla deney tüpüne 2,5 g yağ tartılmıştır. Tartılan örneğin üzerine 2,5 mL ekstraksiyon çözeltisi metanol/su (80/20:v/v) ilave edilmiştir. Kapağı kapatıldıktan sonra 2 dk vorteks ile karıştırılmıştır. Ardından 5000 rpm'de 2 dk santrifüj yapılmış ve üst fazı toplam fenolik madde tayini, antibakteriyel ve antioksidan aktivite analizlerinde kullanılmıştır. (Doğangün, 2018). Elde edilen ekstraktlar, analiz edilinceye kadar dondurucuda 4 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.2.2. Kekik ekstraktının hazırlanması

Kurutulmuş bitki örnekleri, ince bir toz haline getirilerek hazırlanmıştır. Her biri 2 gram olacak şekilde tartılan numuneler, ayrı ayrı erlenlere alınmış ve 20 mL metanol/su (80/20, v/v) karışımı içinde bekletilmiştir. Numuneler, oda sıcaklığında 24 saat süreyle ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur (Güler, 2019). Daha sonra, elde edilen ekstraktlar filtre kağıdından süzülerek uygun şişelere aktarılmıştır. Şişelerin ağzı açık şekilde, 40 °C'deki etüvde bekletilerek çözücünün tamamen buharlaştırılması sağlanmıştır. (Benli ve Yiğit, 2005).



Şekil 3.3. Filtre kağıdından süzülen kekik ekstraktları

3.2.3. Çörek otu ekstraktının hazırlanması

Mengesha Yessuf (2015) tarafından özetlendiği gibi Çörek otu ekstraktları, metanol ile maserasyon yöntemi kullanılarak hafif değişikliklerle hazırlanmıştır. Yaklaşık 5 g çörek otu tozu, 150 rpm hızda çalkalanarak ve metanol çözücüsü ile karıştırılarak oda sıcaklığında 24 saat boyunca maserasyona tutulmuştur. İstenen süzüntüler, Whatman No. 1,5 filtre kağıtları kullanılarak katı kalıntılardan ayrılmıştır. Tüm süzüntüler/ filtratlar, ham özütleri elde etmek için 40-60 °C'de döner buharlaştırıcı kullanılarak azaltılmış basınç altında konsantre edilmiştir. Tüm ekstraktlar analiz edilene kadar 4 °C'de saklanmıştır (Shafodin vd., 2022).



Şekil 3.4. Çörek otu ekstraksiyonu

3.2.4. İncir ekstraktının hazırlanması

Ezilmiş kuru incir örneğinden (200 mg) hazırlanan ekstraksiyonlarda, 10 ml çözücü olarak metanol ve su karışımı (80/20) kullanılmıştır. Hazırlanan tüpler, 40°C sıcaklıkta, 120 dakika boyunca otomatik karıştırıcıya sahip bir su banyosunda işleme tabi tutulmuştur. Elde edilen ekstrakt, 5000 rpm hızda, 10 dakika süreyle santrifüj edilmiştir ve ardından süzülerek 4°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir (Alileche vd., 2020).

3.3. Toplam fenolik madde miktarı tayini

Ucan Türkmen ve Mercimek Takcı, (2018) yöntemine göre elde edilen ekstraktlarda Folin Ciocalteu yöntemi kullanılarak toplam fenolik madde miktarı spektrofotometrik olarak tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde standart olarak gallik asit kullanılmıştır. Bu amaçla uygun oranda seyreltilmiş 100 µL zeytinyağı, incir, çörek otu ve kekik ekstraktları ve 400 µL metanol alınarak sırasıyla üzerine 2,5 ml Folin-Ciocalteu çözeltisi ve 2,5 mL Na₂CO₃ çözeltisi eklenmiş ve 45 dakika 45°C su banyosunda bekletildikten sonra 765 nm de absorbansı ölçülmüştür (Ucan Türkmen ve Mercimek Takcı, 2018).

3.4. %DPPH. radikal giderme aktivitesi tayini

Tüm örneklerin antioksidan aktivite değerleri, elde edilen ekstraktların DPPH· Radikali kullanılarak spektrofotometrik yöntemle belirlenmesiyle hesaplanmıştır(Güler, 2019). Bu kapsamda, 0,1 mL zeytinyağı ve diğer örnekleri ekstraktına 3,9 mL DPPH· Çözeltisi eklenmiş, karışım vorteks ile homojen hale getirilmiş ve 30 dakika boyunca karanlıkta bekletilmiştir. Ardından, UV spektrofotometre ile 517 nm dalga boyunda absorbans değerleri ölçülmüştür (Ucan Türkmen ve Mercimek Takci, 2018).

$$\% \text{ DPPH}^{\cdot} \text{ Radikali Giderme Aktivitesi} = (A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) \times 100 / A_{\text{kontrol}}$$

A_{kontrol} : Kontrolün absorbansı

$A_{\text{örnek}}$: Örneğin absorbansı

3.5. Zeytinyağı Örneklerinin Antibakteriyel Aktiviteleri

3.5.1. Besiyerlerinin hazırlanması

Bu çalışmada bakterilerin aktifleşmesi için genel amaçlı besiyerleri olan Müeller-Hinton agar ve Nutrient broth kullanılmıştır(Güler, 2019). Mueller-Hinton agar hazırlanması için 34 gramlık bir miktar alınarak 1000 mL saf su içinde homojen bir şekilde çözülmüştür. Benzer şekilde, Nutrient broth hazırlanırken 8 gramlık bir miktar saf suyla (1000 mL) karıştırılarak çözünmesi sağlanmış ve kapaklı tüplere 5 mL olacak şekilde bölüştürülmüştür. Her iki besiyeri de hazırlık işlemlerinin ardından 121 °C’de, otoklavda 20 dakika sterilize edilmiştir. Agar besiyeri, 90 mm’lik petri kaplarına dökülerek oda sıcaklığında katılaşması beklenmiş (Güler, 2019) ve ardından kullanılıncaya kadar buzdolabında muhafaza edilmiştir. Sıvı besiyeri de benzer şekilde buzdolabında saklanmıştır (Akyüz, 2010).

3.5.2. Agar kuyucuk difüzyon testi

Farklı zeytinyağı ekstraktlarının antibakteriyel etkisi agar kuyu difüzyon yöntemiyle Takcı vd. (2023)’nın belirlediği yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Agar kuyu difüzyon yöntemi için Nutrient Agar (NA) kullanılmıştır. Standart bakteri suşlarının (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Enterococcus faecalis*, *Bacillus subtilis* Klinik, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Klebsiella*

pneumonia ve *Shigella spp.* Klinik) bulanıklığı 0,5 McFarland standart referans aralığına ayarlanmıştır. 100 µL bakteri süspansiyonu agar yüzeyine drigalski özesiyle yayılmıştır. Steril edilmiş delgeç kullanılarak besiyeri üzerinde 8 mm çapında kuyucuklar açılmış ve zeytinyağı ve diğer numuneler ekstraktlarından 40 µL eklenmiştir. Plaklar 37 °C’de 12 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyonun ardından kuyucukların etrafındaki inhibisyon bölgeleri ölçülmüştür. Gözlemlenen inhibisyon çapına bağlı olarak antibakteriyel kapasite ifade edilmiştir. Pozitif kontrol olarak eritromisin ve kloramfenikol negatif kontrol için ise metanol (%80) ve saf su kullanılmıştır.

3.6. pH tayini

pH değeri doğrudan cam elektrotlu dijital pH-metre (Mettler Toledo, Greifensee, İsviçre) kullanılarak belirlenmiştir. Örneklerin pH değerini belirlemek için 25 g örnek tartıldıktan sonra 250 ml’ye saf su ile tamamlanmış ve ardından pH metre probu daldırılarak oda sıcaklığında okuma yapılmıştır (Cemeroğlu, 2013).

3.7. Renk tayini

Örneklerin renk değerleri “Hunterlab, MiniScan EZ, USA” cihazı kullanılarak ölçülmüş ve L*, a*, b* değerleri siyah ve beyaz plakalara göre kalibre edilerek tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar CIELAB renk uzayına göre raporlanmıştır. Bu sistem, dört farklı filtre kullanılarak L* (açıklık/koyuluk; 0 siyah, 100 beyaz), a* (kırmızı/yeşil; pozitif değer kırmızı, negatif değer yeşil) ve b* (sarı/mavi; pozitif değer sarı, negatif değer mavi) renk parametrelerini sağlamaktadır. Ayrıca, renk özelliklerini daha detaylı analiz etmek amacıyla Hue açısı ve Kroma değerleri aşağıdaki formüller esas alınarak hesaplanmıştır (Kelebek, 2018).

$$\text{Hue}^* = \arctan(b^*/a^*)$$

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

3.8. Serbest yağ asitliği ve asit sayısı tayini

Asit sayısı, (AOCS, 1997) yöntemine uygun olarak titrimetrik analizle belirlenmiş ve sonuçlar oleik asit eşdeğerine göre hesaplanmıştır. Zeytinyağı örneklerinden 0,01 g hassasiyetle 5 g tartılarak, 30 ml nötralize edilmiş dietileter:etanol (1:1, hacim/hacim) karışımı içinde çözülmüştür. Ardından, karışıma %1'lik fenolftalein indikatöründen 4-5 damla eklenmiş ve 0,1 N etanollü potasyum hidroksit çözeltisi kullanılarak pembe renk oluşuncaya kadar titrasyon yapılmıştır(Güler, 2019). Hesaplamalar, aşağıda belirtilen formüller kullanılarak gerçekleştirilmiştir;

$$\% \text{ Serbest yağ asitleri} = (V * MA * N) / (10 * M)$$

$$\text{Asit Sayısı} = (56,1 * V * N) / M$$

V: Titrasyonunda harcanan 0,1 N potasyum hidroksit miktarı (ml)

MA: Oleik asidin molekül ağırlığı (282 g)

N: Kullanılan KOH normalitesi

M: Örnek miktarı (g)



Şekil 3.5. Zeytinyağı örneklerinden serbest yağ asitliği

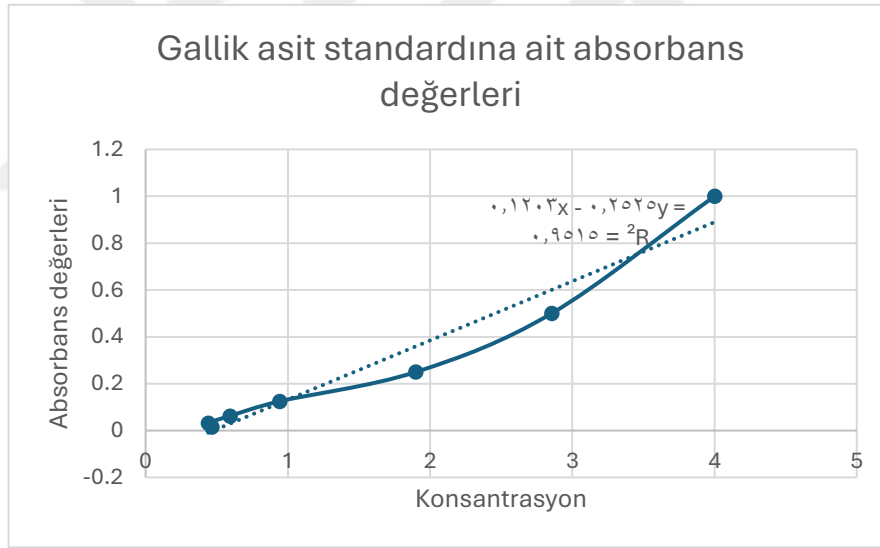
3.9. İstatistiksel Analiz

Zeytinyağlarına ilave edilen karışım ekstraktlarına uygulanan analizler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için, analiz sonuçları SPSS 23,0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir (Kelebek, 2018).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Zeytinyağı, İncir, Çörek Otu ve Kekik Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarları İle Antioksidan Aktiviteleri

Gallik Asit Kalibrasyon Eğrisinin Hazırlanması: Tüm örneklerin toplam fenolik madde miktarı içeriğini belirlemek amacıyla standart olarak gallik asit kullanılarak bir kalibrasyon eğrisi hazırlanmıştır. Bilinen gallik asit konsantrasyonları (0,2–1,0 mg/mL) hazırlanmış ve Folin-Ciocalteu reaktifi ile reaksiyon gerçekleştirilmiştir. Her bir çözeltinin absorbansı, bir UV-Vis spektrofotometresi (Biochrom, Libra S60, B, England) kullanılarak 765 nm'de ölçülmüştür. Elde edilen absorbans değerleri, konsantrasyonlara karşı çizilmiş ve yüksek bir korelasyon katsayısına ($R^2 = 0,9515$) sahip doğrusal bir denklem ($y = 0,2525x + 0,1203$) oluşturulmuştur. Bu eğri, numunelerdeki fenolik içeriği hesaplamak için kullanılmış ve gallik asit eşdeğerleri (GAE) olarak ifade edilmiştir.



Şekil 4.1. Gallik asit kullanılarak çizilen kalibrasyon eğri

Farklı örnekler ile toplam fenolik madde miktarı arasındaki değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$) (Tablo 4.1). Örneklerin toplam fenolik madde miktarları 0,02-3,04 mg GAE/g kuru madde arasında değişmiştir. Saf çörek otu, incir ve kekik örnekleri için de toplam fenolik madde miktarı analizleri gerçekleştirilmiş ve değerler sırasıyla 0,93; 0,08 ve 2,28 mg GAE/g kuru madde olarak tespit edilmiştir. Dört farklı zeytinyağı örneği arasında en yüksek toplam fenolik madde miktarı Z3'dür. Kekik ilave edilmiş zeytinyağı örneklerinde ise ZK4 numaralı örnekte en yüksek değerlere

ulaşmıştır. Zeytinyağına incir ve çörek otu ilave edilerek hazırlanan örneklerde ise en yüksek değer ZİÇ2 örneğidir.

Tablo 4.1. Örneklerin Toplam Fenolik Madde Miktarları

Örnekler	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/g kuru madde)
Z1	1,63±0,33 ^e
Z2	1,76±0,23 ^{de}
Z3	2,09±0,30 ^{cç}
Z4	1,66±0,06 ^e
ZK1	2,49±0,01 ^b
ZK2	2,38±0,15 ^{bc}
ZK3	2,60±0,26 ^b
ZK4	3,04±0,33 ^a
ZİÇ1	1,97±0,04 ^{çd}
ZİÇ2	2,45±0,26 ^b
ZİÇ3	2,11±0,11 ^{cç}
ZİÇ4	2,37±0,10 ^{bc}
ÇÖ1	1,06±0,06 ^{ef}
ÇÖ2	0,97±0,02 ^{fg}
ÇÖ3	0,96±0,14 ^{fg}
ÇÖ4	0,93±0,07 ^{fg}
İ1	0,08±0,00 ⁱⁱ
İ2	0,02±0,00 ⁱ
İ3	0,02±0,00 ⁱ
İ4	0,02±0,00 ⁱ
K1	0,42±0,06 ^h
K2	0,34±0,05 ^{hi}
K3	0,70±0,15 ^g
K4	0,89±0,19 ^{fg}

*Her bir örnek için, sütunlarda farklı küçük harfler ile gösterilen örnekler arasındaki farklılıklar 0.05 düzeyinde önemlidir.

Türkiye'de yapılan bir çalışmada, farklı zeytin çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarının toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktiviteleri incelenmiştir. Sonuçlar, toplam fenolik madde miktarlarının 46,15 ile 383,67 mg GAE/kg yağ arasında değiştiğini göstermiştir. Özellikle Gemlik çeşidinden elde edilen zeytinyağının yüksek fenolik madde içeriğine ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir (Sevim vd., 2016). Yıldırım (2009) tarafından yapılan çalışmada Erkence zeytin çeşidinden elde edilen zeytinyağının toplam fenolik madde miktarının 178,79 mg GAE/kg yağ olduğu, Ocakoğlu (2008) tarafından yapılan çalışmada da 2005 yılında Erkence zeytin çeşidinden

elde edilen zeytinyağının toplam fenolik madde miktarının 310,38-423,36 mg GAE/kg yağ arasında değiştiği tespit edilmiştir (Sevim, 2013; Kelebek, 2018).

Başka bir çalışmada, yağ örneklerinin spektrofotometrik olarak belirlenen toplam fenolik madde içeriği, 126,26-270,55 mg/kg arasında değişen değerler almıştır (Garcia vd., 2002; Yorulmaz, 2017). Yorulmaz (2017) yaptıkları çalışmada, Cornicabra zeytin çeşidinden elde edilen yağların ortalama 308 mg/kg (siringik asit cinsinden) düzeyinde fenolik madde içerdiğini saptanmışlardır.

Ocakoğlu vd., (2009), Türk zeytin çeşitlerinden (Memecik, Erkence, Domat, Nizip-Yaglik, Gemlik, Ayvalık) elde edilen sızma zeytinyağlarının basit fenoller, fenolik asitler ve flavonoid bileşikleri açısından incelendiği bir çalışmada, zeytinyağlarının fenolik profillerinin hasat mevsimine büyük ölçüde bağlı olduğunu gözlemlemişlerdir. Çalışmada, farklı zeytin çeşitlerinin yağlarının farklı fenolik bileşik dağılımına sahip olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, en yüksek toplam fenolik madde miktarının 356 mg/kg ile Erkence çeşidinde, en düşük fenolik madde miktarının ise 102,4 mg/kg ile Nizip çeşidinde olduğu tespit edilmiştir (Ala, 2022).

İlyasoğlu vd., (2010) araştırması, Ayvalık ve Memecik zeytin çeşitlerinden elde edilen yağların toplam fenolik madde miktarlarını ve α - tokoferol içeriklerini belirlemiştir. Çalışmaya göre, Ayvalık ve Memecik yağlarında toplam fenolik madde miktarları sırasıyla 76.14-226.31 mg CAE/kg yağ ve α - tokoferol içerikleri 155.17-325.25 mg/kg arasında değişmiştir (Sevim, 2013; Kelebek, 2018). Buna ek olarak, İtalyan zeytinyağlarında geniş bir aralıkta (50-1000 mg/kg) fenolik madde içeriği bildirilmiş ve sızma zeytinyağında bu değer 232 mg/kg olduğu rapor edilmiştir (Hashim, 2005; Armutcu ve diğerleri, 2013).

Farklı bölgelerden alınan zeytinyağlarının toplam fenol içeriği arasında belirgin farklar gözlemlenmiştir. Ayvacık zeytinyağının fenolik değeri 69,97 mg gallik asit/kg, Ezine zeytinyağının fenolik değeri 93,97 mg gallik asit/kg, Bayramiç zeytinyağının fenolik değeri 109,17 mg gallik asit/kg, Eceabat zeytinyağının fenolik değeri 62,54 mg gallik asit/kg ve Gökçeada zeytinyağının fenolik değeri ise 80,97 mg gallik asit/kg olarak belirlenmiştir (Öğütçü, 2008; Sevim, 2011).

Zeytinyağındaki toplam fenol içeriğinin 800 mg/kg ile 1 g/kg arasında değiştiği belirtilmiştir. Zeytinyağında en yüksek derişimdeki fenolik bileşenler oleuropein, hidroksitiroso ve tiroso olarak belirtilmektedir (Kaşıkırık vd., 2008).

Kekik uçucu yağında karvakrol, gamma-terpene, timol gibi fenolik bileşiklerin bulunduğı ve toplam fenol içeriğinin 18,72 mg GAE/g kuru ağırlık olduğı belirlenmiştir (Aşkın, 2020). Başka bir çalışmada, altı farklı kekik çeşidine ait kekik yağlarının toplam fenol içerikleri ve antioksidan aktivite özellikleri incelenmiştir. Bu araştırmada, kekik yağlarının toplam fenol içeriklerinin 41,18-344,24 mg GAE/g ekstrakt arasında değiştiğı tespit edilmiştir (Maral vd., 2017; Aşkın, 2020).

Roby vd., (2013), kekik, adaçayı ve mercanköşk bitkilerinin metanollü ekstraktlarının antioksidan aktivite değerlerini ve toplam fenolik madde miktarlarını DPPH ve Folin-Ciocalteu yöntemlerini kullanarak incelemiştir (Güler, 2019). Araştırma sonucunda, toplam fenolik madde miktarları kekik için 8.10 mg GAE/g kuru ağırlık, adaçayı için 5,95 mg GAE/g kuru ağırlık ve mercanköşk için 5,20 mg GAE/g kuru ağırlık olarak belirlenmiştir. Ayrıca, kekiğın, toplam fenolik madde miktarına paralel olarak en yüksek antioksidan aktivite değerine sahip olduğı tespit edilmiştir (Güler, 2019).

Avcı ve Bülbül (2021) tarafından yapılan çalışmada çörek otu tohumu esansiyel yağının toplam fenolik madde içeriğı değerlendirilmiştir. Çörek otu esansiyel yağında toplam fenolik madde miktarı 30,5 µg/ml saptanmıştır. Yapılan çalışmada, çörek otu tozunun farklı çözücülerle elde edilen ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı incelenmiştir. Metanol ekstraktında fenolik madde miktarı 39,18 mg/g GAE olarak tespit edilmiştir (Buran vd., 2022).

Sarılop ve Bursa Siyahı incir çeşitlerinin toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla 211,2 mg GAE/100 g kuru madde ve 492,9 mg GAE/100 g kuru madde olarak tespit edilmiştir. İncir kabuklarının, beklenildiğı üzere, iç kısımlarına göre daha yüksek fenolik madde içeriğı barındırdığı belirlenmiştir. Kurutma işlemi sonrası, Sarılop incirinde toplam fenolik madde içeriğinde %8, Bursa Siyahı incirinde ise %15 oranında bir azalma meydana geldiğı, ancak her iki düşüşün de istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlemlenmiştir (Kamiloğlu, 2012). Diğer bir çalışmada, Bursa siyahı ve Sarılop incirlerinin fenolik bileşikleri, organik asitler, şeker içeriğı ve antioksidan kapasitesi

kıyaslanarak kurutma işleminin bu bileşenlere etkisi incelenmiştir. Sarılop incirlerinde toplam 313,02 mg/kg, Bursa siyahı incirlerinde ise 320,49 mg/kg toplam fenolik bileşik miktarı tespit edilmiştir (Kelebek, 2018). Ayrıca, kurutma sonrası fenolik bileşik miktarları Sarılop için 139,70 mg/kg, Bursa siyahı için ise 181,99 mg/kg olarak bulunmuştur (Kelebek vd., 2018).

Farklı çalışmalarda elde edilen fenol içerik değerlerinin, zeytin çeşidi, yetiştirme koşulları, hasat dönemi, iklimsel faktörler, meyvenin olgunluk seviyesi, ekstraksiyon yöntemi ve işleme teknikleri gibi birçok etkene bağlı olarak değişiklik gösterebileceği öne sürülmüştür.

Örneklerin DPPH yöntemi ile % inhibisyon olarak hesaplanan antioksidan aktivite değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Ancak en yüksek antioksidan aktivite çörek otu örneklerinde tespit edilmiştir. Zeytinyağı örneklerinde Z1 örneğinde % 85,34 aktivite ile en yüksek antioksidan değerine ulaşılmıştır. Kekik ilave edilmiş zeytinyağı örneklerinde ise toplam fenolik madde miktarları ile benzer şekilde en yüksek antioksidan aktivitelere ulaşılmış olup, antioksidan aktivite %85,41 olarak tespit edilmiştir. Zeytinyağına incir ve çörek otu ilave edilerek hazırlanan örneklerde ise en yüksek değer ZİÇ1 örneğine aittir (Tablo 4.2). Saf çörek otu, incir ve kekik örnekleri için de antioksidan aktivite analizleri gerçekleştirilmiş ve değerler sırasıyla %80,41; 81,40 ve 81,10 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.2. Örneklerin Antioksidan Aktiviteleri

Örnekler	Antioksidan Aktivite (%)
Z1	85,34±3,98 ^{abc}
Z2	83,39±5,37 ^{abc}
Z3	83,09±0,48 ^{abc}
Z4	82,50±4,01 ^{abc}
ZK1	84,53±3,49 ^{abc}
ZK2	81,25±3,97 ^{abc}
ZK3	85,41±1,27 ^{ab}
ZK4	83,98±4,55 ^{abc}
ZİÇ1	84,38±4,37 ^{abc}
ZİÇ2	84,05±3,26 ^{abc}
ZİÇ3	82,21±3,59 ^{abc}
ZİÇ4	79,04±0,57 ^c
ÇÖ1	83,98±4,49 ^{abc}
ÇÖ2	86,78±2,24 ^a
ÇÖ3	84,68±5,47 ^{abc}
ÇÖ4	81,99±2,86 ^{abc}
İ1	79,45±0,62 ^{bc}
İ2	83,62±3,77 ^{abc}
İ3	80,55±2,06 ^{abc}
İ4	81,10±1,09 ^{abc}
K1	82,54±0,99 ^{abc}
K2	83,72±0,23 ^{abc}
K3	83,68±0,17 ^{abc}
K4	84,31±0,48 ^{abc}

*Her bir örnek için, sütunlarda farklı küçük harfler ile gösterilen örnekler arasındaki farklılıklar 0.05düzeyinde önemlidir.

Sevim vd. (2022) çalışmalarında, farklı temizlik yöntemlerinin zeytinyağındaki antioksidan aktivite üzerindeki etkilerini DPPH testi ile incelemişlerdir. Sonuçlar, geleneksel yöntemin antioksidan aktivite açısından daha avantajlı olduğunu ortaya koymuştur. Zeytinyağının antioksidan aktivitesi, DPPH yöntemiyle ölçülerek değerlendirildiğinde taze zeytinyağının radikal süpürme kapasitesinin oldukça yüksek olduğu (%55-60 inhibisyon) tespit edilmiştir (Bulut, 2022).

Yapılan bir çalışma, farklı yağların antioksidan aktivitesi ve oksidasyon stabilitesini değerlendirmiştir. Sızma zeytinyağı, %68,14 gibi en yüksek radikal süpürme aktivitesi ile antioksidan içeriği en yüksek yağ olarak belirlenmiştir. Rafine mısırözü yağı %41,17, rafine ayçiçek yağı ise %7,49 radikal süpürme aktivitesi göstermiştir. Sızma zeytinyağının üstün antioksidan kapasitesi, polifenoller ve tokoferoller gibi antioksidan bileşenlerin varlığına bağlanmıştır. DPPH metodu sonuçları, yağların karanlık ve serin

ortamlarda saklanması antioksidan etkinliği koruduğunu göstermiştir. Depolama süresi uzadıkça DPPH çözeltinin etkinliği %3,45'ten %17,53'e kadar azalmıştır. Çalışma, yağların depolama koşullarının, kaliteleri ve sağlık açısından önemini ortaya koymuştur (Baydır, 2019).

Yapılan bir çalışmada, DPPH yöntemiyle yapılan analizlerde, zeytinyağı örneklerinin antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. En yüksek antioksidan aktivite, %90,19 inhibisyon değeriyle %1 AA + %1 MgCl₂ içeren örnekte, en düşük aktivite ise %23,52 ile kontrol grubunda tespit edilmiştir. %2 OA, L-sis, AA ve MgCl₂ gibi maddeleri, sırasıyla %65,15-61,89, %84,93-80,48, %38,00-39,33 ve %24,04-25,33 inhibisyon değerleri göstermiştir. Sonuçlar, katkı maddelerinin zeytinyağının radikal tutma kapasitesini artırarak kontrol grubuna kıyasla daha iyi antioksidan aktivite sağladığını göstermiştir (Acar, 2023).

200 ppm konsantrasyonlarında fenolik bileşiklerle zenginleştirilmiş yağlar ve kontrol numunesi (Güler, 2019), DPPH radikali giderme aktivitelerine göre sırasıyla Ze, Zye, P ve K şeklinde bir sıralama göstermiştir. Kızartma öncesinde bu değerler sırasıyla %83,73, %79,76, %45,48 ve %25,02 olarak hesaplanırken, kızartma işlemi sonrasında ise %27,13, %24,51, %18,38 ve %12,62 olarak belirlenmiştir. Değerlendirmelerde DPPH radikali giderme aktivitesi yüzdelerinin yüksekliği, antioksidan etkinin de yüksek olduğunu ifade etmektedir. % bağlama kapasitesinin artışı, hidrojen verme kapasitesini ve dolayısıyla antioksidan aktiviteyi doğrudan artırmaktadır (Von Gadow vd., 1997; Kurtulgan, 2012).

Bir araştırmada, Memecik, Gemlik, Uslu ve Ayvalık zeytin çeşitlerinden elde edilen yağların DPPH radikal süpürücü aktiviteleri sırasıyla 94,58, 122,87, 85,87 ve 45,16 µmol TE/100 g yağ olarak belirlenmiştir (Sevim, 2016; Güler, 2019).

Yapılan bir çalışmada, kekik bitkisinin su ve alkol ekstraktlarının DPPH serbest radikal giderme aktivitesi incelenmiştir. Su ekstresi, 10 µg/ml konsantrasyonunda %58,8, 20 µg/ml konsantrasyonunda %88,9 ve 30 µg/ml konsantrasyonunda %90,2 radikal giderme aktivitesi göstermiştir. Alkol ekstresi ise, 10 µg/ml konsantrasyonunda %41,2, 20 µg/ml konsantrasyonunda %74,2 ve 30 µg/ml konsantrasyonunda %90,1 radikal giderme aktivitesi sergilemiştir. Sonuç olarak, kekik bitkisinin su ekstresi, DPPH serbest radikal giderme aktivitesi açısından daha yüksek bir etkinlik göstermektedir ve en yüksek aktivite %90,2 ile 30 µg/ml konsantrasyonunda elde edilmiştir. Alkol ekstresi ise, aynı

konsantrasyonda benzer bir performans göstermiş, ancak su ekstreğine kıyasla daha düşük bir etkinlik sergilemiştir. Bu bulgular, kekik bitkisinin su ekstreğinin daha yüksek DPPH radikal giderme aktivitesine sahip olduğunu ve bu etkinin yüksek fenolik ve flavonoid içeriği ile ilişkili olabileceğini göstermektedir (Köksal vd., 2010).

Adana ilindeki farklı satış noktalarından alınan 21 kuru incir örneğinin antioksidan aktivitesinin incelendiği bir çalışmada (Kelebek, 2018), DPPH ve ABTS yöntemleri kullanılmıştır. DPPH yöntemiyle yapılan ölçümler, kuru incir örnekleri arasında antioksidan kapasitesinde anlamlı farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. En yüksek antioksidan kapasite T örneğinde 546,7 $\mu\text{mol trolox}/100\text{ g}$ kuru madde, en düşük ise C örneğinde 296,2 $\mu\text{mol trolox}/100\text{ g}$ kuru madde olarak bulunmuştur (Uslu vd., 2024; Kelebek, 2018).

Yapılan bir çalışmada, incir çeşitlerinin antioksidan aktiviteleri DPPH yöntemi ile değerlendirilmiştir. DPPH yöntemi ile hesaplanan antioksidan aktivite değerleri, incir çeşitleri arasında belirgin farklılıklar göstermiştir. Örneğin, Bursa siyahı incir örneği 7,21 mM Trolox/100g değerine sahipken, Sarılop inciri 3,88 mM Trolox/100g olarak ölçülmüştür. Diğer çeşitlerde de benzer şekilde, Bursa siyahı incirinin antioksidan kapasitesi diğer çeşitlere göre daha yüksek bulunmuştur (Kelebek vd., 2018).

Yapılan bir çalışmada, çörek otu tohumu esansiyel yağının antioksidan etkinliği in vitro yöntemlerle incelenmiştir. Araştırmada Çörek otu tohumu esansiyel yağının toplam fenolik madde miktarı 30,5 $\mu\text{g}/\text{ml}$ olarak belirlenmiştir. DPPH radikali giderme aktivitesi ise %25,10 inhibisyon düzeyindedir (Avcı ve Bülbül, 2021). DPPH yöntemiyle yapılan analizlerde, çörek otu posasının toplam antioksidan kapasitesi 25,4 mg TE/100 g olarak tespit edilmiştir (Döver, 2024). Çalışmada çörek otu (*Nigella sativa*) tozunun antioksidan aktivitesi DPPH yöntemi ile ölçülmüş ve en yüksek antioksidan kapasite 7,41 mmol/g TEAC olarak saf su ekstraktından elde edilmiştir. Bu durum, saf suyun çörek otu tozundaki antioksidan bileşenlerin ekstraksiyonunda etkili bir çözücü olduğunu göstermektedir (Buran vd., 2022).

4.2. Zeytinyağı, İncir, Çörek Otu ve Kekik Örneklerinin Serbest Yağ Asitlikleri Ve Asit Sayıları

Kekik, incir ve çörek otu örneklerinde pH analizleri de gerçekleştirilmiş ve örneklerin pH değerleri sırasıyla $5,76 \pm 0,01$; $5,17 \pm 0,03$ ve $6,53 \pm 0,23$ olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.3.'de zeytinyağı örneklerinin serbest yağ asitlikleri ve asit sayıları yer almaktadır. Tablodan da anlaşılabacağı üzere, zeytinyağı örnekleri için serbest yağ asitliği ve asit sayısı bakımından örnekler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Zeytinyağı örneklerinin serbest yağ asitlikleri %3,90 ile 26,47 arasında değişiklik göstermiştir. Zeytinyağı örnekleri serbest yağ asitliği en düşük tespit edilen örnek Z4 olmuştur. Kekik ilave edilen zeytinyağı örneklerinde ise en yüksek değer %10,51 ile ZK2 örneğine aittir. Zeytinyağlarına incir ve çörek otu ilave edilerek hazırlanan örneklerde ise en yüksek değerlere ZİÇ3 örneğinde ulaşılmıştır. Bu sonuç bize zeytinyağlarına incir ve çörek otu ilavesinin serbest yağ asitliği miktarını arttırdığını göstermiştir. Tablo 4.3'de görüldüğü gibi, zeytinyağı örneklerinin asit sayıları 5,53 ile 37,54 arasında değişmiştir. Serbest yağ asitliği en yüksek bulunan ZİÇ3 örneğinin asit sayısı da en yüksek bulunan örnek olarak belirlenmiştir. Farklı illerden temin edilen dört zeytinyağı örneği arasında asit sayısı en yüksek bulunan örnek Z3 iken, en düşük bulunan örnek Z4 olmuştur. Kekik ilave edilen zeytinyağlarında ise en yüksek değerlere ZK2 örneğinde ulaşılmıştır. Serbest yağ asitliği sonuçlarına benzer şekilde, tüm örnekler arasında asit sayısı en yüksek tespit edilen örnekler zeytinyağına incir ve çörek otu ilave edilerek hazırlanan örneklerdir.

Tekirdağ ili Şarköy yöresi natürel zeytinyağlarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırmış ve çalışma sonucunda serbest yağ asitliğinin %,8-4,1 arasında olduğu belirlenmiştir (Oktar, 1988; Konuşkan, 2008). Farklı illerde yetişen bazı zeytin çeşitlerinin ele alındığı çalışmada Hatay yöresine ait Halhalı ve Karamani çeşitleri incelenmiş ve serbest yağ asitliğinin %3,01-3,04 olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.3. Zeytinyağı örneklerinin serbest yağ asitliği ve asit sayısı değerleri

Örnekler	Serbest yağ asitliği (%)	Asit sayısı
Z1	6,76±0,05 ^h	9,59±0,07 ^h
Z2	4,40±0,04 ⁱ	6,25±0,06 ⁱ
Z3	7,77±0,11 ^f	11,02±0,16 ^f
Z4	3,90±0,05 ^j	5,53±0,07 ^j
ZK1	7,25±0,04 ^g	10,28±0,05 ^g
ZK2	10,51±0,19 ^d	14,90±0,26 ^d
ZK3	8,75±0,21 ^e	12,42±0,30 ^e
ZK4	5,59±0,03 ⁱ	7,93±0,05 ⁱ
ZİÇ1	19,11±0,01 ^b	27,11±0,01 ^b
ZİÇ2	17,43±0,04 ^c	24,72±0,06 ^c
ZİÇ3	26,47±0,03 ^a	37,54±0,04 ^a
ZİÇ4	18,44±0,24 ^c	26,16±0,34 ^c

*Her bir örnek için, sütunlarda farklı küçük harfler ile gösterilen zeytinyağı örnekleri arasındaki farklılıklar 0.05 düzeyinde önemlidir.

Çanakkale ilinde farklı sistemlerde üretilen zeytinyağı örneklerinin serbest yağ asitliği, peroksit değeri ve diğer kalite parametreleri analiz edilmiştir. Serbest yağ asitliği değerlerinin %0,20 ile %3,36 arasında değiştiği bulunmuştur. Ham zeytinyağı (lampant), doğrudan tüketim için uygun olmayan, oleik asit cinsinden serbest yağ asitliği %3,3'ün üzerinde olan ya da duyuşal ve karakteristik özellikleri açısından natürel zeytinyağı standartlarını karşılamayan yağlar olarak tanımlanmaktadır. Bu tür yağlar, genellikle rafinasyon işlemleri veya teknik amaçlı kullanımlar için sınıflandırılmaktadır. (Pehlivan, 2009).

Yapılan bir çalışmada, Kahramanmaraş'ta yetiştirilen farklı zeytin çeşitlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarının serbest yağ asitliği, peroksit değeri ve diğer kalite kriterleri incelenmiştir. Serbest yağ asitliği değerlerinin %0,62 ile %1,18 arasında olduğu belirlenmiştir (Öztürk, 2016).

Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'ne (Tebliğ No: 2017/26) göre, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden 100 gramda 2,0 gramı aşan ve/veya duyuşal ve karakteristik özellikleri nedeniyle doğrudan tüketim için uygun olmayan yağlar, rafinasyon işlemi veya teknik amaçlı kullanım için sınıflandırılmıştır. Bu yağlar, "Ham Zeytinyağı" ya da "Rafinajlık Zeytinyağı" olarak tanımlanmaktadır.

Nizip ve çevresinde satılan zeytinyağı örneklerinin bazı özelliklerini incelemek amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada, yağ örneklerinin serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden 100 g yağda 0,04 g ile 6,68 g arasında değişiklik göstermektedir. Gemlik (Ege), Nizip Yağlık, Derik ve Kızıltepe Yeşili zeytinyağı örneklerinin asidik değerlerinin 1’den küçük olduğu tespit edilmiştir. Bu yağların asidite düzeyi, onları Extra Natürel sınıfına dahil etmektedir. Nizip/Gemlik yağları, Natürel ikinci sınıfa girerken, Basmalık Celep ve Hatay Naturel sızma zeytinyağlarının asitlik seviyeleri, bu sınıfa dahi giremeyecek kadar yüksektir. (Türkoğlu, 2012; Ala, 2022).

Sızma zeytinyağı, asidite seviyelerine göre üç grupta sınıflandırılmaktadır: ekstra sızma (extra virgin), sızma (virgin) ve natürel (doğal) zeytinyağı. Bu sınıflandırmada, sırasıyla maksimum serbest asitlik değerleri 1,0 g, 2,0 g ve 3,3 g/100 g olarak belirlenmiştir. Asidite seviyesi 3,0 g/100 g’ı aşan sızma zeytinyağlarında, özellikle fenolik bileşiklerin ve daha az ölçüde skualen gibi bileşenlerin kaybolduğu öne sürülmektedir. (Alarcon vd., 2001; Gimeno vd., 2002, Armutcu vd., 2013).

Düşük konsantrasyonlardaki antioksidanlar ve doymamış yağ asitlerinin varlığı, yağların oksidasyona karşı daha hassas hale gelmesine yol açmaktadır. Yapılan ölçümler sonucunda, depolama ortamına göre en yüksek asidite değerleri sırasıyla K (ekstrakt katkısız), P, Zye ve Ze olarak belirlenmiştir. Karanlık ortamda depolanan yağ örnekleri sırasıyla %0,25, %0,22, %0,20 ve %0,19 serbest asitlik değerine ulaşmıştır. Gün ışığında depolanan yağ örnekleri ise sırasıyla %0,34, %0,31, %0,30 ve %0,28 serbest asitlik değerlerine sahip olmuştur (Güler, 2019). Serbest asitlik, (oleik asit cinsinden) yağlar için önemli bir kalite parametresidir ve bu değerin %0,3’ü geçmemesi gerekir. Örneklerden sadece gün ışığında depolanan kontrol örneği bu değeri aşarken, karanlık ortamda depolanan kontrol örneği ise buna yakın bir değerde kalmıştır. Bu sonuçlar, fenolik bileşenlerin ilavesinin her iki ortamda da yağları oksidatif bozulmadan koruduğunu ve fenolik bileşiklerle zenginleştirilen örneklerin asidite artışlarının, zenginleştirilmemiş örneklere göre daha düşük olduğunu göstermektedir. (Lafka vd., 2011; Kurtulgan, 2012). Başka bir çalışmada, kekik çayı örneklerinde pH değerlerinin 4,8 ile 5,4 arasında olduğu tespit edilmiştir, bu durum çayın asidik bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir (Aksoy ve Gürbüz, 2020). Bu sonuçlar, kekiğin stabilitesini ve biyolojik aktivitelerini anlamada pH'nın önemli bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır.

Bir çalışmada, çörek otu tohumu ekstraktlarının pH değeri 5,5-6,0 arasında ölçülmüş ve bu da çörek otunun hafif asidik özelliğe olduğunu ortaya koymuştur. Son olarak, çörek otu yağının pH değeri 6,0-7,0 arasında değiştiği, bu da yağın nötr pH seviyesine yakın olduğunu gösterdiği kaydedilmiştir (Aslam vd., 2019). Bu veriler, çörek otunun çeşitli formlarının pH değerlerinin, farklı biyolojik ve kimyasal özellikler taşıdığını ortaya koymaktadır.

4.3. Zeytinyağı, İncir, Çörek Otu ve Kekik Örneklerinin Renk Değerleri

Örneklerin L*, a*, b*, Hue ve kroma renk değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur (Tablo 4.4). Farklı illerden temini gerçekleştirilen zeytinyağı örneklerinin L* değerleri 3,55 ile 7,10 arasında değişmiş olup, L* değeri en yüksek tespit edilen örnek Z3'tür ve bu da örnekler arasında en açık olduğunu göstermektedir. Ayrıca örneklerden Z1 en düşük açıklığa (3,55) sahiptir ve bu da onu en koyu örnek yapmaktadır. Kekik ilave edilen örneklerde ise L* değerleri 0,40 ile 0,66 arasında değişmiştir. Bu örnekler arasında ise en açık olanı ZK3 iken en koyu olanı ZK4'dür. İncir ve çörek otu ilave edilerek hazırlanan zeytinyağı örneklerinde L* değerleri 2,04 ile 4,39 aralığında bulunmuştur. Bu örnekler arasında ise en koyu olanı ZİÇ4 iken, en açık olanı ZİÇ2'dir. Zeytinyağlarına ilave edilen karışım numuneleri arasında L* değeri en yüksek tespit edilen örnekler sırasıyla incir ve kekik numuneleridir.

Kırmızı-yeşil eksen olarak bilinen a* değerlerini değerlendirdiğimizde; farklı illerden temin edilen zeytinyağı örnekleri arasında en yüksek a* değeri 0,23 ile tespit edilen örnek Z2'dir ve yüksek pozitif değere sahip olduğu için diğer örneklerle kıyaslandığında daha güçlü bir kırmızımsı renk tonu göstermektedir. En düşük a* değeri Z3 örneğinde tespit edildiği için daha az kırmızımsı renk göstermekte olup yeşil renge doğru bir eğilim göstermektedir. Kekik ilave edilen zeytinyağlarında ise a* değeri en yüksek ZK2 örneğinde tespit edildiğinden daha güçlü bir kırmızı ton söz konusudur. Zeytinyağı-incir-çörek otu ile hazırlanan örneklerde ise ZİÇ4 örneği güçlü bir kırmızılık göstermektedir (Tablo 4.4).

Sarı-Mavi Eksen (b) değerlerini değerlendirdiğimizde ise en yüksek değere L* değerinde olduğu gibi Z3 örneği sahip olup, baskın bir sarımsı tonu göstermektedir. En düşük değere sahip olan Z2 örneği ise daha az sarımsı renge sahip olduğunu göstermektedir. Kekik

ilave edilmiş yağ örnekleri arasında baskın sarımsı tona sahip örneğin en yüksek b^* değeri ile ZK3 olduğu tespit edilmiştir. İncir ve çörek otu ilave edilerek hazırlanan zeytinyağı örneklerinde ise yüksek b^* değeri ZİÇ2 örneğinde olduğu için baskın bir sarımsı tonu ifade etmektedir (Tablo 4.4).

Renk tonu olarak bilinen Hue açısı değerlerini incelediğimizde ise, en yüksek değere sahip olan örneğin Z2 örneği olduğunu diğer örnekler ile kıyaslandığında biraz daha sarı bir tona sahip olduğunu göstermektedir. En düşük renk tonu değerine sahip olan (0,02) Z2 örneği olduğu için bu sonuç kırmızımsı-sarı bir tona doğru bir kayma olduğunu göstermektedir. Kekik eklenmiş zeytinyağı örneklerinde ise ZK2 örneğindeki yüksek değer onu daha sarı yapmaktadır. İncir ve çörek otu ilave edilerek hazırlanan zeytinyağı örneklerinde ise ZİÇ1 örneği daha sarı iken; ZİÇ2 örneğinde kırmızımsı-sarı bir tona doğru bir kayma söz konusudur (Tablo 4.4).

Renk yoğunluğunun ifadesi olan kroma değerleri Tablo 4.4’de gösterildiği gibi, farklı zeytinyağı örnekleri arasında değerlendirildiğinde en yüksek değere 3,40 kroma değeri ile Z3 sahip olmuştur. Bu sonuç Z3 örneğini en yoğun ve doygun bir değere ulaştırmıştır. Yani zeytinyağı örnekleri arasında en parlak ve en canlı renge sahip örnektir. Ayrıca, kroma değeri en yüksek örnek tüm örnekler arasında Z3 olarak tespit edilmiştir. 1,62 kroma değeri ile Z2 örneği, en düşük renk tonunu sergilediği için onu daha az yoğun yapmaktadır. Kekik ilavesiyle hazırlanan örneklerde ise en parlak ve canlı renge sahip en doygun örnek 1,18 değeri ile ZK2’dir. Çörek otu ve incir ilavesiyle hazırlanan örneklerde ise en yüksek değere sahip örnek ZİÇ2 olmuştur.

Tablo 4.4. Örneklerin Renk Değerleri

Örnekler	L*	a*	b*	Hue	Kroma
Z1	3,55±0,38 ^{ef}	0,16±0,07 ^{de}	2,56±0,05 ^{cç}	0,06±0,03 ^ç	2,56±0,05 ^d
Z2	4,32±0,25 ^{çd}	0,23±0,03 ^{de}	1,60±0,05 ^e	0,15±0,02 ^ç	1,62±0,04 ^f
Z3	7,10±0,21 ^c	0,07±0,05 ^e	3,40±0,01 ^b	0,02±0,02 ^ç	3,40±0,01 ^c
Z4	3,81±0,57 ^{def}	0,15±0,13 ^{de}	2,49±0,01 ^ç	0,06±0,06 ^ç	2,50±0,35 ^d
ZK1	0,52±0,18 ^h	0,99±0,04 ^{bc}	0,33±0,12 ^g	1,25±0,10 ^{ab}	1,05±0,07 ^g
ZK2	0,40±0,03 ^h	1,15±0,09 ^b	0,24±0,02 ^g	1,36±0,00 ^a	1,18±0,09 ^g
ZK3	0,66±0,37 ^h	0,93±0,12 ^c	0,43±0,25 ^g	1,14±0,25 ^b	1,04±0,08 ^g
ZK4	0,48±0,11 ^h	0,99±0,06 ^{bc}	0,31±0,07 ^g	1,27±0,08 ^{ab}	1,04±0,04 ^g
ZİÇ1	3,27±0,67 ^f	0,32±0,29 ^d	2,15±0,42 ^d	0,17±0,16 ^ç	2,19±0,37 ^e
ZİÇ2	4,39±0,03 ^{çd}	0,03±0,29 ^e	2,89±0,02 ^c	0,01±0,01 ^ç	2,89±0,02 ^ç
ZİÇ3	4,07±0,40 ^{çde}	0,09±0,05 ^e	2,69±0,28 ^{cç}	0,03±0,02 ^ç	2,69±0,28 ^{çd}
ZİÇ4	2,04±0,49 ^g	0,85±0,06 ^c	1,35±0,33 ^e	0,58±0,15 ^c	1,61±0,24 ^f
Kekik	9,37±0,19 ^b	0,15±0,13 ^e	3,73±0,01 ^b	0,16±0,01 ^ç	3,77±0,11 ^b
Çörek otu	4,59±0,07 ^ç	0,60±0,03 ^ç	0,95±0,01 ^f	0,04±0,02 ^ç	0,95±0,01 ^g
İncir	10,51±0,27 ^a	2,50±0,16 ^a	4,88±0,21 ^a	0,47±0,01 ^c	5,48±0,26 ^a

*Her bir örnek için, sütunlarda farklı küçük harfler ile gösterilen örnekler arasındaki farklılıklar 0.05 düzeyinde önemlidir.

Renk değerleri arasında örnekler arasında tespit edilen bu farklılıklar, fitokimyasal içerikler bileşim farklılıkları, coğrafi köken, ekstraksiyon yöntemi farklılığı gibi parametrelerden etkilenebilir. Örnek verilecek olunursa, daha yüksek kroma ve parlaklık değerleri Z3 örneğinde tespit edildiği için bu fenolik bileşik içeriği en yüksek örnek olarak (2,09 mg GAE/g kuru madde) tespit edilmesinden kaynaklanabilir.

Pagliarini ve Rastelli (1994) farklı tohum yağları ve zeytin yaprağı karıştırılmış zeytinyağı örneklerinde aletsel renk değerlerini ölçmüşlerdir. Ölçülen değerler şu aralıklarda bulunmuştur: L* değeri 21,99-33,17; a* değeri -2,68-(1,14) ve b* değeri 3,49-22,47. Kodeks Standardında natürel zeytinyağlarının renk değerlerine ait herhangi bir alt ve/veya üst limit bulunmamaktadır. Farklı örneklerde ölçülen farklı değerlerdeki renk indisleri, zeytinyağının elde edildiği zeytin çeşidinden hasat zamanı ve şekline, uygulanan teknolojiye, muhafaza ve depolama koşullarına kadar birçok faktörün etkisinin yanında uygulanan analiz yöntemindeki farklılık ve kullanılan enstrümanlardan da kaynaklanması mümkündür. Ancak yağ rengi herhangi bir saflık veya kalite kriteri olarak değerlendirilmemektedir.

Zeytinyağının renk değerleri, L*, a* ve b* parametreleriyle ölçülmüş ve farklı bölgelerden elde edilen örnekler arasında anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir. L* değeri, zeytinyağının parlaklığını gösterir; bu değer, Kuzey Ege bölgesinde en yüksek (69,61) ve

Güneydoğu Anadolu'da en düşük (6,00) olarak ölçülmüştür. a^* değeri, kırmızı-yeşil tonları yansıtır ve bu değerde bölgeler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. a^* değeri en yüksek Güneydoğu Anadolu'da (4,00), en düşük ise Kuzey Ege bölgesinde (-0,125) tespit edilmiştir. b^* değeri, sarı-mavi tonlarını ifade eder; Kuzey Ege bölgesinde en yüksek (110,2), Güneydoğu Anadolu'da ise en düşük (11,00) b^* değeri bulunmuştur. Literatürde yapılan çalışmalarda zeytinyağının renk değerlerinin çeşitler, hasat zamanı ve işleme koşullarına bağlı olarak değiştiği vurgulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, literatürle uyumlu olup, zeytinyağının kalite ve karakterizasyonunda renk değerlerinin önemli bir gösterge olduğunu ortaya koymaktadır (Arucu, 2013).

Kelebek vd (2012), Hatay ilinden elde ettikleri zeytinyağlarında ise L^* değeri 53,36, a^* değeri 0,96 ve b^* değeri 62,04 olarak belirlemişlerdir.

Melgosa vd (2004), İspanya'da yapılan 1700 örnek üzerinde gerçekleştirdikleri araştırmada, L^* 49,9 ile 99,3, a^* -15 ile +10 b^* ise 12 ile 134,6 arasında ölçülmüştür. Bu çalışmalar, zeytinyağının renk değerlerinin, bölgesel faktörlerden, hasat zamanından, çeşitten ve işleme yöntemlerinden nasıl etkilendiğini göstermektedir.

Kamiloğlu (2012) Sarılop ve Bursa siyahi incir çeşitleri için gerçekleştirdiği çalışmada; Sarılop incirinin kabuğu, parlak sarı renge sahip olup 63,4'lük bir açıklık (L^*) değerine ve 96,1'lik bir renk açısına (H°) sahiptir. Öte yandan, Bursa siyahi incirinin kabuğu tipik koyu mor rengini yansıtarak 33,4'lük bir açıklık (L^*) değeri ve 324,7'lik bir renk açısı (H°) göstermektedir. Taze meyvelerin kabukları, kuru meyve kabuklarına göre daha parlak olup, açıklık değerindeki azalma Sarılop ve Bursa siyahi incir çeşitlerinde sırasıyla %10 ve %18 oranında gözlemlenmiştir.

4.4. Zeytinyağı, İncir, Çörek Otu ve Kekik Örneklerinin Antibakteriyel Aktiviteleri

Saf zeytinyağı ve çeşitli doğal bileşenlerle hazırlanan karışımların (kuru incir, çörek otu ve kekik gibi) antibakteriyel aktiviteleri incelenmiştir.

Çalışmada, saf zeytinyağı (Z) ve karışımların (ZİÇ ve ZK) etkisi farklı bakteriyel suşlara karşı değerlendirilmiştir. Antibakteriyel etkinin bakteri türüne, örnek türüne ve kullanılan bileşenlere göre farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Tablo 4.3'de Farklı zeytinyağı ekstraktlarının agar kuyu difüzyon metoduna göre antibakteriyel etki ve inhibisyon

bölgeleri mm cinsinden ölçülerek değerlendirilmiştir. Saf zeytinyağı (Z) ekstraktı NA ortamında *S. aureus*, *E. faecalis*, *P. aeruginosa*, *Shigella spp. klinik* ve *B. subtilis* 'e karşı 4,00-17 mm arasında inhibisyon zonları oluşturarak antibakteriyel aktivite göstermiştir. Zeytinyağı ile kekik karışımı (ZK) ekstraktı Nutrient Agar ortamında *S. aureus*, *E. faecalis*, *P. aeruginosa* ve *B. subtilis* 'e'e karşı 5,00-19 mm arasında inhibisyon zonları oluşturarak antibakteriyel aktivite göstermiştir. Zeytinyağı ile kuru incir, çörek otu karışımı (ZİÇ) ekstraktı Nutrient Agar ortamında *S. aureus*, *E. faecalis*, *Shigella spp klinik* ve *B. subtilis* 'e karşı 5,00-28 mm arasında inhibisyon zonları oluşturarak antibakteriyel aktivite göstermiştir. Saf zeytinyağı (Z), zeytinyağı ile kekik karışımı (ZK) ve zeytinyağı ile kuru incir, çörek otu karışımı (ZİÇ) ekstraktlarının NA ortamında *Escherichia coli* ve *Klebsiella pneumoniae* mikroorganizmalarına karşı antibakteriyel etki göstermemiştir.

Tablo 4.5. Saf zeytinyağı ve karışımların ekstraktlarının agar kuyu metoduna göre antibakteriyel aktivite sonuçları (mm)

Örnekler	<i>S. aureus</i> ATCC 6538P NA	<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 28212 NA	<i>Bacillus subtilis</i> klinik NA	<i>P. aeruginosa</i> ATCC 9027 NA	<i>Shigella spp</i> klinik NA	<i>Escherichia coli</i> NA	<i>Klebsiella pneumoniae</i> NA	Pozitif Kontrol (Kloramfenikol) NA	Negatif Kontrol (Metanol)
Z1	15	9	-	-	4	-	-	25	-
Z2	17	-	10	5	-	-	-	25	-
Z3	13	9	11	4	-	-	-	25	-
Z4	12	14	-	-	6	-	-	25	-
ZK1	16	19	5	14	-	-	-	25	-
ZK2	15	16	15	-	-	-	-	25	-
ZK3	11	12	5	12	-	-	-	25	-
ZK4	12	13	-	12	-	-	-	25	-
ZİÇ1	15	12	22	-	18	-	-	25	-
ZİÇ2	13	5	19	-	16	-	-	25	-
ZİÇ3	15	9	28	-	-	-	-	25	-
ZİÇ4	19	16	14	-	5	-	-	25	-

(-) mikroorganizmalara karşı inhibisyon olmayan bir bölgeyi temsil eder.

Staphylococcus aureus (ATCC 6538P) Üzerindeki antibakteriyel Etkiler:

Staphylococcus aureus üzerinde yapılan testlerde, farklı örneklerin antibakteriyel etkinlikleri belirgin bir şekilde değişmiştir. Saf zeytinyağı örnekleri arasında en yüksek inhibisyon bölgesi Z2 (17 mm) örneğinde gözlemlenmiştir, bu da bu örneğin *S. aureus* üzerinde en güçlü etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Diğer saf zeytinyağı örnekleri, Z1 (15 mm), Z3 (13 mm), ve Z4 (12 mm) ise sırasıyla daha düşük inhibisyon bölgeleri oluşturmuştur, ancak yine de bu örnekler *S. aureus* üzerinde etkili olmuştur.

Kekik ilave edilmiş zeytinyağı karışımlarında (ZK1, ZK2, ZK3, ZK4) ise inhibisyon bölgeleri daha çeşitlenmiştir. En yüksek inhibisyon ZK1 (16 mm) ve ZK2 (15 mm) örneklerinde gözlemlenmiştir, ancak bu örneklerin etkisi, zeytinyağı örneklerine kıyasla biraz daha düşük seviyelerde kalmıştır. ZK3 (11 mm) ve ZK4 (12 mm) örnekleri ise *S. aureus* üzerinde daha zayıf etki göstermiştir.

Zeytinyağına incir ve çörek otu ilave edilmiş karışımlar (ZİÇ1, ZİÇ2, ZİÇ3, ZİÇ4) da güçlü antibakteriyel etkinlikler sergilemiştir. ZİÇ4 (19 mm) örneği, *S. aureus* üzerinde en yüksek inhibisyonu oluşturmuş, bu da incir ve çörek otu karışımının bu bakteri türüne karşı güçlü bir etki sağladığını ortaya koymaktadır. ZİÇ1 (15 mm), ZİÇ2 (13 mm), ve ZİÇ3 (15 mm) örnekleri ise sırasıyla güçlü etkiler göstermiştir.

Pozitif kontrol (kloramfenikol) tüm ortamlarda tutarlı bir şekilde 25 mm'lik inhibisyon bölgeleri göstermiş ve bu da bakteri suşunun standart bir antibiyotiğe duyarlılığını doğrulamıştır. Negatif kontrol (metanol) hiçbir aktivite göstermemiş ve bu da sonuçların güvenilirliğini doğrulamıştır.



Şekil 4.2. *S. aureus* 'a karşı ZK, ZİÇ ve Z numunelerinin gösterdiği aktivite

Enterococcus faecalis (ATCC 28212) Üzerindeki antibakteriyel Etkiler:

Enterococcus faecalis üzerinde yapılan antibakteriyel testler, örnekler arasında belirgin farklar göstermektedir. Saf zeytinyağı örneklerinden Z4 (14 mm), *E. faecalis* üzerinde en güçlü inhibisyon alanını oluşturmuştur, bu da bu örneğin bakteri üzerindeki en etkili örnek olduğunu ortaya koymaktadır. Diğer saf zeytinyağı örnekleri, Z1 ve Z3 (9 mm) örneklerinde orta seviyede bir inhibisyon bölgesi oluşturmuş, ancak Z2 (0 mm) örneği tamamen etkisiz kalmıştır.

Kekik ilave edilmiş zeytinyağı örneklerinde (ZK1, ZK2, ZK3, ZK4), ZK1 (19 mm) en yüksek inhibisyon alanına sahip örnek olmuştur, bu da kekik ilavesinin *Enterococcus faecalis* üzerine güçlü bir etkisi olduğunu göstermektedir. ZK2 (16 mm), ZK3 (12 mm) ve ZK4 (13 mm) örneklerinde ise daha düşük inhibisyon bölgeleri gözlemlenmiştir, ancak

yine de etkili olmuşlardır. Bu sonuç, kekik ilavesi ile zeytinyağının *Enterococcus faecalis*'e karşı antibakteriyel etkinliğini ortaya koymaktadır.

Zeytinyağına incir ve çörek otu ilave edilmiş karışımlar (ZİÇ1, ZİÇ2, ZİÇ3, ZİÇ4) ise farklı seviyelerde etki göstermiştir. ZİÇ4 (16 mm) örneği, bu gruptaki en güçlü inhibisyonu oluşturmuş, *Enterococcus faecalis* üzerinde etkili olmuştur. ZİÇ1 (12 mm) ve ZİÇ3 (9 mm) örnekleri de sırasıyla orta seviyede inhibisyon gösterirken, ZİÇ2 (5 mm) en düşük etkiyi sergilemiştir. Pozitif kontrol (kloramfenikol) tüm ortamlarda tutarlı bir şekilde 25 mm'lik inhibisyon bölgeleri göstermiş ve bu da bakteri süşunun standart bir antibiyotiğe duyarlılığını doğrulamıştır. Negatif kontrol (metanol) hiçbir aktivite göstermemiş ve bu da sonuçların güvenilirliğini doğrulamıştır.



Şekil 4.3. *Enterococcus faecalis* 'e karşı ZK numunelerinin gösterdiği aktivite

Bacillus subtilis klinik Üzerindeki Antibakteriyel Etkiler:

Bacillus subtilis klinik örneği üzerinde yapılan testlerde, saf zeytinyağı etkileri farklı düzeylerde gözlemlenmiştir. Z2 (10 mm) ve Z3 (11 mm) örneklerinde, *Bacillus subtilis* üzerinde belirgin inhibisyon bölgeleri oluşmuş, bu da zeytinyağı ve fenolik bileşenlerin bu bakteri üzerindeki etkisinin orta seviyede olduğunu göstermektedir. Ancak Z1 ve Z4 (0 mm) örneklerinde, inhibisyon etkisi gözlemlenmemiştir, yani bu karışımlar bu bakteri türü üzerinde etkisizdir.

Kekik ilave edilmiş zeytinyağı örnekleri arasında ise, ZK2 (15 mm) örneği en güçlü inhibisyon alanını oluşturmuş, bu da kekik ilavesinin *Bacillus subtilis* üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır. ZK1 ve ZK3 (5 mm) örneklerinde ise daha düşük inhibisyon bölgeleri gözlemlenmiş, bu da kekik ilavesinin her örnekte aynı derecede etkili olmadığını göstermektedir. ZK4 (0 mm) örneği ise, bu bakteri türüne karşı etkisiz kalmıştır.

Zeytinyağına incir ve çörek otu ilavesi ile hazırlanan karışımlar (ZİÇ1, ZİÇ2, ZİÇ3, ZİÇ4) ise oldukça güçlü antibakteriyel etkinlik göstermiştir. ZİÇ3 (28 mm) örneği, *Bacillus subtilis* üzerinde en yüksek inhibisyon bölgesini oluşturmuş, bu da incir ve çörek otu bileşenlerinin bu bakteri üzerindeki etkisinin oldukça güçlü olduğunu göstermektedir. ZİÇ1 (22 mm) ve ZİÇ2 (19 mm) örnekleri de güçlü inhibisyon bölgeleri oluşturmuş. ZİÇ4 (14 mm) örneği, bu karışımlar arasında en düşük inhibisyon alanını sergilemiştir.

Pseudomonas aeruginosa (ATCC 9027) Üzerindeki Antibakteriyel Etkiler:

Pseudomonas aeruginosa üzerine yapılan antibakteriyel testlerde, örnekler arasında dikkat çekici farklılıklar gözlemlenmiştir. Zeytinyağı ve kekik ilavesi ile yapılan karışımlar *P. aeruginosa* üzerinde belirgin etkiler sergilemiştir. ZK1 (14 mm) örneği, *P. aeruginosa* üzerine en güçlü inhibisyon bölgesini oluşturmuş, bu da kekik ilavesinin etkisini açıkça ortaya koymaktadır. ZK3 (12 mm) ve ZK4 (12 mm) örnekleri de etkili olmuştur. ZK2 (0 mm) örneği ise bu bakteri türüne karşı etkisiz olmuştur, yani bu karışım *P. aeruginosa* üzerinde hiçbir inhibisyon etkisi oluşturamamıştır.

Zeytinyağına incir ve çörek otu ilavesi ile hazırlanan karışımlar (ZİÇ1, ZİÇ2, ZİÇ3, ZİÇ4) *Pseudomonas aeruginosa* üzerinde herhangi bir antibakteriyel etkinlik göstermemiştir. Saf zeytinyağına gelince, Z2 (5 mm) ve Z3 (4 mm) örneklerinde, *P. aeruginosa*'ya karşı minimal inhibisyon bölgeleri gözlemlenmiş, ancak bu inhibisyon alanları oldukça küçüktür ve bu da bu örneklerin bakteri üzerinde sınırlı bir etki sağladığını ortaya koymaktadır. Z1 ve Z4 (0 mm) örnekleri ise bu bakteri üzerinde hiçbir inhibisyon etkisi göstermemiştir, yani bu örnekler *P. aeruginosa*'ya karşı etkisizdir. Pozitif kontrol (kloramfenikol) tüm ortamlarda tutarlı bir şekilde 25 mm'lik inhibisyon bölgeleri göstermiş ve bu da bakteri süşunun standart bir antibiyotiğe duyarlılığını doğrulamıştır. Negatif kontrol (metanol) hiçbir aktivite göstermemiş ve bu da sonuçların güvenilirliğini doğrulamıştır.

Shigella spp. klinik üzerindeki antibakteriyel etkiler:

Shigella spp. klinik örnekleri üzerinde yapılan testlerde, saf zeytinyağı etkileri minimal seviyelerde kalmıştır. Z1 (4 mm) ve Z4 (6 mm) örneklerinde *Shigella spp.* üzerinde zayıf bir inhibisyon etki gözlemlenmiştir. Diğer yandan, Z2 (0 mm) örneği bu bakteri türüne karşı etkisiz kalmış ve herhangi bir inhibisyon bölgesi oluşturamamıştır.

Kekik ilave edilmiş zeytinyağı örneklerinde (ZK1, ZK2, ZK3, ZK4) ise hiç bir inhibisyon gözlemlenmemiştir, yani bu karışımlar *Shigella spp.* üzerinde etkisizdir. Bu sonuçlar, kekik ilavesinin *Shigella spp.* üzerinde belirgin bir antibakteriyel etki sağlamadığını ortaya koymaktadır.

Öte yandan, zeytinyağına incir ve çörek otu ilave edilerek hazırlanan karışımlar (ZİÇ1, ZİÇ2, ZİÇ3, ZİÇ4) daha etkili olmuştur. ZİÇ1 (18 mm) örneği, *Shigella spp.* üzerinde en yüksek inhibisyonu gösterirken, ZİÇ2 (16 mm) örneği de güçlü bir inhibisyon bölgesi oluşturmuştur. Bu, incir ve çörek otu karışımının *Shigella spp.*'e karşı etkili olduğunu ortaya koymaktadır. ZİÇ4 (5 mm) örneği ise daha düşük bir inhibisyon bölgesi sergilemiştir. ZİÇ3 (0 mm) örneği ise bu bakteri türü üzerinde herhangi bir inhibisyon göstermemiştir. Pozitif kontrol (kloramfenikol) tüm ortamlarda tutarlı bir şekilde 25 mm'lik inhibisyon bölgeleri göstermiş ve bu da bakteri suşunun standart bir antibiyotiğe duyarlılığını doğrulamıştır. Negatif kontrol (metanol) hiçbir aktivite göstermemiş ve bu da sonuçların güvenilirliğini doğrulamıştır.

Escherichia coli ve *Klebsiella pneumoniae* gibi gram negatif bakterilerde ise, yapılan testlerde inhibisyon zonları gözlemlenmemiştir. Bu bakteriler, dış zar yapıları sayesinde antibakteriyel bileşiklere karşı dirençli bir profil sergilemiştir. Pozitif kontrol (kloramfenikol) tüm ortamlarda tutarlı bir şekilde 25 mm'lik inhibisyon bölgeleri göstermiş ve bu da bakteri suşunun standart bir antibiyotiğe duyarlılığını doğrulamıştır. Negatif kontrol (metanol) hiçbir aktivite göstermemiş ve bu da sonuçların güvenilirliğini doğrulamıştır.

Çalışmada, zeytinyağı ve mahlep yağının *Escherichia coli* (*E. coli*) ve *Bacillus subtilis* (*B. subtilis*) üzerindeki antibakteriyel etkileri değerlendirilmiştir. Zeytinyağı ve mahlep yağının tek başına kullanımında *E. coli* için antibakteriyel zon genişlikleri 11,2–30,1 mg/ml, *B. subtilis* için ise 11,2–16,8 mg/ml aralığında değişmiştir. Yağ kombinasyonlarının etkileri incelendiğinde, *E. coli* üzerinde 10,3–34,3 mg/ml aralığında antibakteriyel zon genişlikleri gözlenmiş ve %100 oranında aditif bir etki tespit edilmiştir. *B. subtilis* üzerinde ise 10,3–31,7 mg/ml arasında değişen zon genişlikleriyle %57,1 aditif ve %42,9 antagonist etkiler belirlenmiştir. Sonuçlar, yağların tek başına veya kombinasyon halinde kullanımının etkili bir antimikrobiyal yaklaşım sunduğunu, ancak çoğunlukla aditif etkilerin baskın olduğunu göstermektedir (Eliuz, 2018).

Lv vd., (2011) test edilen *Staphylococcus aureus*'a karşı kekik, fesleğen ve bergamot yağı kombinasyonlarının güçlü sinerjistik potansiyeli belirlenmiştir.

Çalışmada zeytinyağı, çeşitli formülasyonlarla birlikte farklı bakterilere karşı antibakteriyel etkileri açısından değerlendirilmiştir. Sadece zeytinyağı içeren vazelin bazlı krem, tüm bakteriler üzerinde gözle görülür bir inhibisyon zonu oluşturmuştur. *Bacillus subtilis* (15,33 mm), *Pseudomonas aeruginosa* (16,33 mm), *Staphylococcus haemolyticus* (14,33 mm) ve *Staphylococcus epidermidis* (16,66 mm) bakterileri üzerinde etkili bulunmuştur. Gözyaşı ile kombine edildiğinde ise bu etkiler belirgin şekilde artış göstermiştir. Özellikle, gözyaşı ve zeytinyağı kombinasyonu içeren krem, *Pseudomonas aeruginosa* (20,33 mm) ve *Staphylococcus epidermidis* (2,66 mm) için en yüksek antibakteriyel etkileri sağlamıştır. Bu sonuçlar, zeytinyağının antibakteriyal aktivitesinin güçlü olduğunu, gözyaşı ile birlikte kullanıldığında etkisinin daha da arttığını ve birçok bakteri türüne karşı etkili bir inhibitör olduğunu göstermektedir (Gürses vd., 2021).

Yapılan bir çalışmada, su ve zeytinyağı ekstraktlarının *Staphylococcus aureus* ve *Klebsiella pneumoniae* FMC 5 suşlarına karşı antibakteriyel aktivite göstermediğini belirtmişlerdir. Ayrıca, elde ettikleri zon çapları (mm) sıfır (0 mm) olarak belirlenmiştir (Erdoğrul vd., 2004; Taş, 2006).

Bir araştırmada, zeytinyağının 14 farklı patojenik bakteri ve 2 fungus türüne karşı gösterdiği antibakteriyel etkinlik incelenmiştir. İncelenen mikroorganizmalar arasında *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus cereus*, *Enterobacter sakazakii*, *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Salmonella typhimurium*, *Shigella sonnei*, *Staphylococcus aureus* ve *Yersinia enterocolitica* yer almıştır. Antibakteriyel etkinlik, disk difüzyon yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu yöntemle, 30 µl fenolik bileşik ile emdirilmiş diskler kullanılmış ve inhibisyon alanları 7,00 mm ile 15,67 mm arasında ölçülmüştür. (Dağdelen, 2016).

Çalışmada zeytinyağının antibakteriyel etkisi, ozonlama öncesi ve sonrası incelenmiştir. Zeytinyağının ozonlama öncesinde *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* bakterilerine karşı antibakteriyel etkinlik gösteremediği, hatta bakteri artışına (%28,57 ve %2,26) sebep olduğu belirtilmiştir. Ancak ozonlama sonrası zeytinyağının her iki

bakteriye karşı da %100 azalma sağladığı, yani tamamen bakterisidal etki gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca zeytinyağının emdirildiği dokusuz yüzeylerde de benzer bir trend görülmüştür. Ham zeytinyağı emdirilmiş yüzey, *E. coli* ve *S. aureus* üzerinde bakteri artışına sebep olurken (%152,10 ve %4,38), ozonlanmış zeytinyağı emdirilmiş yüzey, her iki bakteri türü üzerinde de %100 azalma oranı sergileyerek yüksek antibakteriyel özellik göstermiştir. Bu sonuçlar, zeytinyağının ozonlama işlemi sonrası önemli ölçüde antibakteriyel özellik kazandığını ve medikal yüzeylerde etkili bir antimikrobiyal ajan olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur (Sancar vd., 2015). Yapılan bir araştırma zeytinyağı polifenollerinin antibakteriyel etkisi, özellikle Ogliarola, Ravece ve *Ruveda antica* ekstraktları ile test edilen patojenler üzerinde farklılıklar göstermektedir. *E. coli* ve *P. aeruginosa* üzerinde, Ravece ekstraktı 4,9 µg dozunda en güçlü inhibisyonu sağlar, sırasıyla 13,67 mm ve 16,33 mm ile etkili olurken, Ogliarola da benzer şekilde 13,30 mm ve 11,33 mm inhibisyon alanları sunar. *S. aureus* üzerinde ise, Ogliarola ve Ravece ekstraktları 4,9 µg dozunda sırasıyla 11,67 mm ve 0 mm inhibisyon sağlarken, *Ruveda antica* daha düşük etkinlik gösterir. *E. faecalis*'e karşı Ravece ekstraktı en yüksek etkinliği gösterirken, *Ruveda antica* hiç etkinlik göstermemektedir. Genel olarak, Ravece ekstraktı, *E. coli* ve *P. aeruginosa* üzerinde diğer ekstraktlara göre daha etkili bulunmuş, *Ruveda antica* ise düşük etkinlik göstermiştir (Nazzaro vd., 2019).

Tablo 4.6. Saf zeytinyağına çörek otu, incir ve kekik ilave edilerek hazırlanan örneklerden elde edilen ekstraktların antibakteriyel aktiviteleri

Örnekler	<i>S. aureus</i> ATCC 6538P NA	<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 28212 NA	<i>Bacillus subtilis</i> klinik NA	<i>P. aeruginosa</i> ATCC 9027 NA	<i>Shigella spp</i> klinik NA	<i>Klebsiella pneumoniae</i> NA	<i>Escherichia coli</i> NA	Pozitif Kontrol (Kloramfenikol) NA	Negatif Kontrol (Metanol)
ÇÖ1	15	5	15	16	14	-	-	25	-
ÇÖ2	15	11	10	19	11	-	-	25	-
ÇÖ3	-	10	14	18	13	-	-	25	-
ÇÖ4	-	10	14	11	11	-	-	25	-
ÇÖsaf	-	5	14	10	11	-	-	25	-
İ1	14	-	11	-	4	-	-	25	-
İ2	-	-	-	-	4	-	-	25	-
İ3	9	-	13	-	4	-	-	25	-
İ4	9	-	16	-	-	-	-	25	-
İsaf	9	16	-	-	-	-	-	25	-
K1	22	15	2	16	-	5	-	30	-
K2	20	14	13	-	-	-	-	30	-
K3	20	14	18	-	-	5	-	30	-
K4	21	22	19	17	-	5	-	30	-
Ksaf	30	19	15	21	-	14	15	30	-

(-) mikroorganizmalara karşı inhibisyon olmayan bir bölgeyi temsil eder.

Bu çalışmada, çörek otu (ÇÖ), incir (İ) ve kekik (K) ekstraktlarının çeşitli bakteriyel suşlara karşı agar kuyu difüzyon metoduna göre antibakteriyel aktiviteleri ve inhibisyon bölgeleri mm cinsinden ölçülerek değerlendirilmiştir. Ekstraktlar, zeytinyağında bekletilerek ekstraksiyon ve doğrudan ekstraksiyon ("saf" örnekler olarak adlandırılmıştır) yöntemleriyle hazırlanmıştır. Hazırlanan ekstraktların *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538P), *Enterococcus faecalis* (ATCC 28212), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 9027), *Shigella spp.* (klinik izolat), *Bacillus subtilis* (klinik izolat), *Klebsiella pneumoniae* (klinik izolat) ve *Escherichia coli* (klinik izolat) suşlarına karşı antibakteriyel aktiviteleri test edilmiştir. Pozitif kontrol olarak kloramfenikol, negatif kontrol olarak ise metanol kullanılmıştır.

Staphylococcus aureus (ATCC 6538P) üzerindeki antibakteriyel etkiler:

Staphylococcus aureus üzerinde yapılan testlerde, örneklerin antibakteriyel etkinlikleri farklı seviyelerde gözlemlenmiştir. Zeytinyağına ilave edilen çörek otu (ÇÖ1-ÇÖ4) ve saf çörek otu (ÇÖ saf) ekstraktlarının *S. aureus* üzerindeki etkisi, örnekler arasında değişkenlik göstermektedir. ÇÖ1 ve ÇÖ2 (15 mm) örneklerinde güçlü inhibisyon bölgeleri oluşmuş, ancak bu etkiler diğer örneklerden daha düşük seviyelerde kalmıştır. ÇÖ3, ÇÖ4 ve ÇÖsaf (0 mm) örneklerinde ise inhibisyon gözlemlenmemiştir, bu da çörek otu karışımlarının bazı örneklerde etkisiz kaldığını göstermektedir.

İncir ilave edilmiş zeytinyağı örneklerde, İ1 (14 mm) en güçlü inhibisyonu oluşturmuş, ancak İ2 (0 mm), İ3, İ4 ve İsaf (9 mm) örneklerinde daha düşük inhibisyon bölgeleri gözlemlenmiştir. Özellikle İ2 örneği, bu bakteri türüne karşı tamamen etkisiz kalmıştır.

Kekik ilave edilmiş zeytinyağı örneklerinden K1 (22 mm) en güçlü inhibisyonu sergileyen örnek olmuştur ve *S. aureus* üzerindeki en etkili karışım olarak dikkat çekmektedir. Diğer kekik ilave edilmiş zeytinyağı örnekleri de etkili olmuştur: K2 (20 mm), K3 (20 mm) ve K4 (21 mm) örnekleri sırasıyla güçlü inhibisyon bölgeleri oluşturmuş, ancak K1 kadar yüksek etki göstermemiştir. Ksaf (30 mm) örneği, *S. aureus* üzerinde en güçlü inhibisyonu sağlayan örnek olarak öne çıkmaktadır.

Şekil 4.4. *S. aureus*'a karşı K numunelerin gösterdiği aktivite

Enterococcus faecalis üzerinde yapılan antibakteriyel etkinlik analizlerinde, örnekler arasında belirgin farklılıklar gözlemlenmiştir. Zeytinyağına ilave edilen çörek otu ve saf çörek otu ekstraktları arasında en yüksek inhibisyon alanı ÇÖ2 (11 mm) örneğinde gözlemlenmiştir. Diğer çörek otu karışımları olan ÇÖ3 ve ÇÖ4 (10 mm) de benzer seviyelerde inhibisyon göstermiştir. Ancak ÇÖ1 ve ÇÖsaf (5 mm) örneklerinde inhibisyon bölgeleri oldukça düşük kalmıştır, bu da bazı çörek otu örneklerinin antibakteriyel etkisinin sınırlı olduğunu göstermektedir.

Kekik ilave edilmiş zeytinyağı örneklerinde (K1, K2, K3, K4), en yüksek inhibisyon bölgesi K4 (22 mm) örneğinde gözlemlenmiştir. Bu, kekik ilavesinin *Enterococcus faecalis* üzerindeki güçlü etkisini ortaya koymaktadır. Diğer kekik ilave edilmiş zeytinyağı örnekleri de sırasıyla K1 (15 mm), K2 ve K3 (14 mm) ile etkili olmuştur. Ayrıca, Ksaf (19 mm) örneği, kekik ilave edilmiş zeytinyağı örneklerinden biraz daha düşük, ancak yine de güçlü bir inhibisyon alanı oluşturmıştır.

Pozitif kontrol (kloramfenikol) tüm ortamlarda tutarlı bir şekilde 25 mm'lik inhibisyon bölgeleri göstermiş ve bu da bakteri suşunun standart bir antibiyotiğe duyarlılığını doğrulamıştır. Negatif kontrol (metanol) hiçbir aktivite göstermemiş ve bu da sonuçların güvenilirliğini doğrulamıştır.

Bacillus subtilis klinik izolatu üzerindeki antibakteriyel etkiler:

Bacillus subtilis klinik izolatu üzerinde yapılan antibakteriyel etkinlik analizlerinde, çörek otu, incir, ve kekik ilave edilmiş zeytinyağı örnekleri arasında belirgin farklılıklar gözlemlenmiştir.

Zeytinyağına ilave edilen çörek otu ve saf çörek otu ekstraktları, bu bakteri üzerinde etkili olmuştur. ÇÖ1 (15 mm) örneği en yüksek inhibisyon alanını oluştururken, ÇÖ3, ÇÖ4, ve ÇÖsaf örnekleri (her biri 14 mm) ile benzer düzeyde etkili bulunmuştur. ÇÖ2 (10 mm) örneği ise diğer çörek otu karışımlarına göre daha düşük bir inhibisyon alanı göstermiştir. Bu sonuçlar, çörek otunun *Bacillus subtilis* üzerindeki antibakteriyel etkinliğini göstermektedir.

İncir ilave edilmiş zeytinyağı örneklerde, etkide çeşitlilik göstermiştir. İ4 (16 mm) örneği en yüksek inhibisyon alanını oluşturmuş, bunu İ3 (13 mm) ve İ1 (11 mm) takip etmiştir. Ancak, İ2 ve İsaf örneklerinde herhangi bir inhibisyon bölgesi oluşmamıştır. Bu durum, bazı incir karışımlarının *Bacillus subtilis* üzerinde etkili olabileceğini, ancak etkinliğin formülasyona bağlı olduğunu göstermektedir.

Kekik ilave edilmiş zeytinyağı örnekleri arasında en yüksek inhibisyon alanı K4 (19 mm) örneğinde gözlemlenmiştir. Bu örneği K3 (18 mm), K2 (13 mm), ve K1 (2 mm) takip etmiştir. Özellikle K4 ve K3 örnekleri, diğer tüm örneklerden daha güçlü bir antibakteriyel etki sergilemiştir. Bunun yanı sıra, Ksaf (15 mm) örneği de yüksek düzeyde inhibisyon göstermiştir. Pozitif kontrol (kloramfenikol) tüm ortamlarda tutarlı bir şekilde 25 mm'lik inhibisyon bölgeleri göstermiş ve bu da bakteri suşunun standart bir antibiyotiğe duyarlılığını doğrulamıştır. Negatif kontrol (metanol) hiçbir aktivite göstermemiş ve bu da sonuçların güvenilirliğini doğrulamıştır.

Pseudomonas aeruginosa (ATCC 9027) üzerindeki antibakteriyel etkiler:

Pseudomonas aeruginosa üzerinde yapılan antibakteriyel analizler, farklı örneklerin etkinlik düzeylerinde belirgin varyasyonlar ortaya koymuştur. Zeytinyağına ilave edilen çörek otu ve saf çörek otu ekstraktları, bu bakteri üzerinde genel olarak etkili olmuştur. En yüksek inhibisyon alanı ÇÖ2 (19 mm) ve ÇÖ3 (18 mm) örneklerinde gözlemlenmiştir. ÇÖ1 (16 mm) ve ÇÖ4 (11 mm) örnekleri de belirli bir inhibisyon alanı oluşturmuştur, ancak bu etki daha düşük seviyelerde kalmıştır. ÇÖsaf (10 mm) örneği ise çörek otunun saf haliyle nispeten sınırlı bir etki gösterdiğini ortaya koymaktadır.

İncir ilave edilmiş zeytinyağı örneklerde (İ1, İ2, İ3, İ4) ve İsaf örneğinde inhibisyon bölgesi oluşmamış, bu örneklerin *Pseudomonas aeruginosa* üzerinde herhangi bir antibakteriyel etkisinin olmadığını göstermiştir.

Kekik ilave edilmiş zeytinyağı örnekleri arasında en yüksek inhibisyon alanı K4 (17 mm) örneğinde gözlemlenmiştir. K1 (16 mm) örneği de belirgin bir inhibisyon bölgesi oluşturmuşken, K2 ve K3 örneklerinde herhangi bir etkili inhibisyon gözlemlenmemiştir. Bunun yanı sıra, Ksaf (21 mm) örneği, kekik ilave edilmiş tüm karışımlardan daha yüksek bir inhibisyon alanı oluşturmuş ve bu bakteriye karşı en güçlü etkinlik sergilemiştir. Pozitif kontrol (kloramfenikol) tüm ortamlarda tutarlı bir şekilde 25 mm'lik inhibisyon bölgeleri göstermiş ve bu da bakteri suşunun standart bir antibiyotige duyarlılığını doğrulamıştır. Negatif kontrol (metanol) hiçbir aktivite göstermemiş ve bu da sonuçların güvenilirliğini doğrulamıştır.

Shigella spp. klinik izolatı üzerindeki antibakteriyel etkiler:

Shigella spp. klinik izolatı üzerinde yapılan antibakteriyel etkinlik analizlerinde, zeytinyağına ilave edilen çörek otu ve saf çörek otu ekstraktları etkili bulunurken, incir ve kekik ilave edilmiş örneklerin bu bakteri üzerinde sınırlı veya etkisiz olduğu tespit edilmiştir. Çörek otu ekstraktları, bu bakteri üzerinde gözle görülür inhibisyon alanları oluşturmuştur. En yüksek inhibisyon alanı ÇÖ1 (14 mm) örneğinde gözlemlenmiştir. ÇÖ3 (13 mm) örneği de bu etkiye yakın bir inhibisyon göstermiştir. Diğer çörek otu örnekleri olan ÇÖ2, ÇÖ4, ve ÇÖsf (her biri 11 mm) örnekleri ise daha sınırlı, ancak yine de etkili inhibisyon alanları oluşturmuştur. Bu sonuçlar, çörek otunun *Shigella spp.* üzerindeki antibakteriyel etkinliğini göstermektedir.

İncir ilave edilmiş zeytinyağı örneklerde, genel olarak zayıf bir etki göstermiştir. İ1, İ2, ve İ3 (her biri 4 mm) örnekleri küçük çaplı inhibisyon alanları oluştururken, İ4 ve İsaf örneklerinde inhibisyon bölgesi oluşmamıştır. Bu durum, incir karışımlarının *Shigella spp.* üzerindeki etkisinin oldukça sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Kekik ilave edilmiş zeytinyağı örnekleri (K1, K2, K3, K4) ve Ksaf örneği üzerinde herhangi bir inhibisyon bölgesi gözlemlenmemiştir. Bu durum, kekik ilavesinin *Shigella spp.* üzerinde etkisiz olduğunu göstermektedir. Pozitif kontrol (kloramfenikol) tüm ortamlarda tutarlı bir şekilde 25 mm'lik inhibisyon bölgeleri göstermiş ve bu da bakteri suşunun standart bir antibiyotiğe duyarlılığını doğrulamıştır. Negatif kontrol (metanol) hiçbir aktivite göstermemiş ve bu da sonuçların güvenilirliğini doğrulamıştır.

Klebsiella pneumoniae ve *Escherichia coli* üzerindeki antibakteriyel etkiler:

Klebsiella pneumoniae ve *Escherichia coli* klinik izolatlarına karşı yapılan antibakteriyel etkinlik analizlerinde, çörek otu ve incir ilave edilmiş karışımlar etkisiz bulunurken, kekik ilave edilmiş zeytinyağı karışımları bazı örneklerde düşük düzeyde inhibisyon göstermiştir. *Klebsiella pneumoniae* için, çörek otu (ÇÖ1, ÇÖ2, ÇÖ3, ÇÖ4, ÇÖsaf) ve incir (İ1, İ2, İ3, İ4, İsaf) örneklerinde herhangi bir inhibisyon alanı gözlemlenmemiştir. Bu durum, bu bileşenlerin *Klebsiella pneumoniae* üzerindeki etkinliğinin sınırlı olduğunu göstermektedir. Kekik ilave edilmiş zeytinyağı örneklerinden K1, K3 ve K4 (her biri 5 mm) sınırlı inhibisyon alanı oluştururken, K2 örneğinde inhibisyon gözlemlenmemiştir. Bununla birlikte, Ksaf (14 mm) örneği, kekik ilave edilmiş örnekler arasında en yüksek inhibisyon alanını oluşturmuş ve diğer örneklerden daha etkili bulunmuştur. *Escherichia coli* için ise, tüm çörek otu (ÇÖ1, ÇÖ2, ÇÖ3, ÇÖ4, ÇÖsaf) ve incir (İ1, İ2, İ3, İ4, İsaf) örneklerinde inhibisyon alanı tespit edilmemiştir. Bu durum, bu bileşenlerin *Escherichia coli* üzerinde etkisiz olduğunu göstermektedir. Kekik ilave edilmiş zeytinyağı örneklerinden yalnızca Ksaf (15 mm) inhibisyon alanı oluşturmuş. Pozitif kontrol (kloramfenikol) tüm ortamlarda tutarlı bir şekilde 25 mm'lik inhibisyon bölgeleri göstermiş ve bu da bakteri suşunun standart bir antibiyotiğe duyarlılığını doğrulamıştır. Negatif kontrol (metanol) hiçbir aktivite göstermemiş ve bu da sonuçların güvenilirliğini doğrulamıştır.

Nadia vd. (2013) yaptıkları çalışmada kekik bitkisinin mikroorganizmalara karşı inhibisyon bölgelerinin çaplarını ölçmüşlerdir. Bulunan sonuçlara göre, *E. coli* ATCC 25922'nin test edilen flavonoidlere karşı hassas görüldüğünü, bu flavonoidlerin *S. aureus* ATCC 25923'e karşı önemli inhibisyon bölgeleri geliştirdiğini ve inhibisyon bölgelerinin çaplarının değiştiğini ortaya koymaktadır. *E. coli* ATCC 25922 için 8 ila 18 mm arasında ve *S.aureus* ATCC 25923 için 10 ila 15 mm arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Kaya (2019) yaptığı çalışmada çörek otunun *Streptococcus pyogenes*'e karşı 19,0 mm, *E.coli*'ye karşı 12,3 mm, *Staphylococcus aureus*'a karşı 14,3 mm, *Klebsiella pneumoniae*'ye karşı 10,7 mm, *Pseudomonas aeruginosa* 'ya karşı 12,7 mm ve *Bacillus subtilis*'e karşı 10,7 mm zon çapı göstermiştir.

Nigella sativa L.'nin antibakteriyel özelliklerinden sorumlu olan bir diğer önemli bileşen, ditimokinondur. Bir çalışmada, *Nigella sativa*'nın dietileter çözeltisinin, antibiyotiklere karşı direnç gösteren *Staphylococcus aureus* ve hastanelerde sıkça rastlanan sinüzit etkeni *Pseudomonas aeruginosa* gibi mikroorganizmalara karşı etkili olduğu bulunmuştur. Farklı bir araştırmada ise *Nigella sativa*'nın eterli çözeltisinin, kemoterapötik ajanlarla birlikte kullanımının bu ajanların etkinliğini artırdığı ve sindirim sistemi enfeksiyonlarına yol açan *Vibrio cholera* ve *Escherichia coli* gibi patojenlere karşı etkin olduğu gözlemlenmiştir. (Ferdous vd., 1992).

Soni vd. (2014), antibakteriyel aktiviteyi kuyu difüzyon yöntemi kullanılarak antimikrobiyal duyarlılık testi ile araştırmışlar ve inhibitör zonlar ölçerek aktiviteyi değerlendirmişlerdir. Antibakteriyel aktiviteyi değerlendirmek için bir Gram negatif bakteri olan *Proteus mirabilis* ile üç Gram pozitif bakteri (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* ve *Bacillus subtilis*) kullanılmıştır. Örnek için kullanılan inhibitör konsantrasyon 100 mg/ml'dir. Kuru incir ekstraktının, *Bacillus subtilis* ve *Proteus mirabilis* olmak üzere iki bakteriyel türe karşı inhibitör etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Karaaslan ve Altanlar (2024), kekik uçucu yağının *Enterococcus faecalis* üzerindeki antibakteriyel etkinliğinin yapılan testlerde daha düşük bir etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Disk difüzyon yöntemiyle yapılan testte, *Enterococcus faecalis* üzerinde 22 mm antibakteriyel etki gözlemlenmiştir. Agar kuyu difüzyon yöntemi ile yapılan testlerde

ise 25 mm etki sağlanmıştır. Bu sonuçlar, kekik uçucu yağının *Enterococcus faecalis* uzerinde diğer bakteri türlerine kıyasla daha sınırlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.



5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, zeytinyağları ile kuru incir, çörek otu ve kekik gibi doğal bileşiklerin antibakteriyel etkinlikleri incelenmiş ve elde edilen sonuçlar, zeytinyağı karışımlarının mikroorganizmalar üzerinde önemli inhibe edici etkiler gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca bu çalışmada saf zeytinyağı ve diğer örneklerde toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite analizleri ile pH, renk, serbest yağ asitliği ve asit sayısı değerleri de belirlenmiştir. Sonuçlara göre, tüm örnekler arasında en yüksek toplam fenolik madde miktarı ZK4 örneğinde ($3,04 \pm 0,33$ mg GAE/g kuru madde), en düşük miktar ise İ2, İ3 ve İ4 örneklerinde ($0,02 \pm 0,00$ mg GAE/g kuru madde) tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, farklı örnek gruplarının fenolik madde içeriklerinde önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir. Tüm örnekler arasında en yüksek antioksidan aktivite değeri ÇÖ2 örneğinde ($86,78 \pm 2,24$) tespit edilmiştir. En düşük antioksidan aktivite ise ZİÇ4 örneğinde ($79,04 \pm 0,57$) bulunmuştur. Bu sonuçlar, örneklerin antioksidan aktivite düzeylerinde belirgin farklılıklar olduğunu ve özellikle ÇÖ grubu örneklerinin yüksek aktivite değerleri ile dikkat çektiğini göstermektedir. Bu sonuçlar, zeytinyağına eklenen maddeler örneklerinin fenolik madde içeriklerinin ve antioksidan aktivitelerinin, biyolojik etkileri açısından önemli birer gösterge olduğunu vurgulamaktadır.

Yapılan agar kuyucuk difüzyon testi sonuçlarına göre, en büyük inhibisyon zonu çapları *Staphylococcus aureus* üzerinde 30 mm (Ksaf), *Bacillus subtilis* üzerinde 28 mm (ZİÇ3) olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan, *Shigella spp.* ve *Pseudomonas aeruginosa* gibi bakteriler, ZİÇ1 ve ZK1 karışımları ile sırasıyla 18 mm ve 14 mm gibi güçlü inhibisyon alanlarına sahip olmuştur. *Klebsiella pneumoniae* ve *Escherichia coli* ise, ZİÇ4 ve Ksaf karışımlarıyla sırasıyla 14 mm ve 15 mm'lik inhibisyon alanları göstermiştir. Ayrıca, *Enterococcus faecalis* için ZK1 karışımı ile elde edilen inhibisyon çapı 19 mm olarak ölçülmüştür. Bulgular, zeytinyağı ve bu doğal bileşiklerin sinerjik etkilerinin bakteriyel büyümeyi engellemede etkili olduğunu göstermektedir. Özellikle ZİÇ karışımı, *Bacillus subtilis* gibi ciddi patojenlere karşı yüksek etkinlik göstermiştir. Bu karışımda yer alan kuru incir ve çörek otu, fenolik bileşikler açısından zengin olup, antibakteriyel etkilerini bu bileşiklerin içerikleriyle ilişkilendirilebilir. Ayrıca, ZK karışımındaki kekik bileşeninin uçucu yağlar içerdiği için *Pseudomonas aeruginosa* gibi patojenler üzerinde güçlü bir antibakteriyel etki sağladığı gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Abay, S., Aydın, F., Ertaş, N., Hızlısoy, H., Erdoğan, S., & Gönülalan, Z. (2014). Kanatlılardan *Escherichia coli* O157 izolasyonu üzerine çalışmalar. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 11(1), 1-6. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ercivet/issue/5834/77543>
- Acar, A. (2023). Zeytinyağı eldesinde üretim koşulları ve bazı katkıların yağın kalite özellikleri üzerine etkileri. 201419003 <https://hdl.handle.net/20.500.12452/10078>
- Akalın, H. (2003). Çoğul dirençli gram negatif bakteriler. *Hastane infeksiyonları.. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi*, 269-87. <https://www.klimik.org.tr/wp-content/uploads/2013/10/%c3%87o%c4%9ful-diren%c3%a7li-gram-negatif-bakteri-%c4%b0nfeksiyonlar%c4%b1-tedavi-kl%c4%b0m%c4%b0k-%c4%b0stanbul-2014.pdf>
- Akyüz, E. (2010). Bazı *Anthemis* türlerinin antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. Gazi Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. <https://avesis.gazi.edu.tr/yonetilen-tez/e07d75e0-bc24-407f-b526-eb55bbf762cc/bazi-anthemis-turlerinin-antimikrobiyal-ve-antioksidan-aktivitelerinin-belirlenmesi>
- Alarcon de la Lastra C, Barranco MD, Motilva V, et al. (2001) Mediterranean diet and health: biological importance of olive oil. *Curr Pharm Des.*;7(10):933-50. <http://dx.doi.org/10.2174/1381612013397654>
- Alici, B. (2018). *Bacillus subtilis* bakterisinin üremesine ortam koşullarının etkisi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü),91203. [file:///c:/users/lenovo/downloads/6fe0c06a-5e3e-42bc8010c29e2ea3f5a4%20\(1\).pdf](file:///c:/users/lenovo/downloads/6fe0c06a-5e3e-42bc8010c29e2ea3f5a4%20(1).pdf)
- Aliagiannis N., E. Kalpoutzakis, S. Mitaku and Chinou I. B. (2001). Composition and Antimicrobial Activity of the Essential oils of Two Origanum Species. *J. Agric. Food Chem.* 49, 4168-4170. PMID: 11559104 DOI: <https://doi.org/10.1021/jf001494m>
- Alileche, K., Hadj-Ziane-Zafour, A., Megatli, S., Djeziri, M., & Ouali, A. (2021). Effect of impregnation of two varieties of dry figs (abrkane and taamrioute) in olive oil to improve their physicochemical and biological properties. *agrobiologia*, 10(3), 2236-2249. <https://asjp.cerist.dz/en/article/144236>
- Amiot, M. J., Fleuriet, A., & Macheix, J. J. (1986). Importance and evolution of phenolic compounds in olive during growth and maturation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 34(5), 823-826. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf00071a014>
- Andrewes, P., Busch, J. L., de Joode, T., Groenewegen, A., & Alexandre, H. (2003). Sensory properties of virgin olive oil polyphenols: Identification of deacetoxy-ligstroside aglycon as a key contributor to pungency. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(5), 1415-1420. <https://doi.org/10.1021/jf026042j>
- Angerosa, F., Mostallino, R., Basti, C., & Vito, R. (2000). Virgin olive oil odour notes: their relationships with volatile compounds from the lipoxygenase pathway and secoiridoid compounds. *Food Chemistry*, 68(3), 283-287. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(99\)00189-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(99)00189-2)
- Anonim. (2006). TS 541 kuru incir standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 16 s. AOCS, 1997. Official methods and recommended practices of analysis of association of official chemist. AOCS, 5th Edition, 2nd Printing <https://oleogustus.com.tr/ts-541-kuru-incir-standartlari>

- Armutcu, F., Namuslu, M., Yüksel, R., & Kaya, M. (2013). Zeytinyağı ve sağlık: Biyoaktif bileşenleri, antioksidan özellikleri ve klinik etkileri. *Konuralp Medical Journal*, 5(1), 60-68. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ktd/issue/10301/126386>
- Arucu, D. (2013). Farklı yöre zeytinlerinden elde edilen naturel zeytinyağlarının duyu kalitesinin belirlenmesi (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü). <http://hdl.handle.net/11527/2285>
- Aslan, M. (2019). Bazı bitki ekstraktlarının gıda kaynaklı patojen mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal etkilerinin araştırılması (Master's thesis, Sakarya Üniversitesi(Turkey)).562264. https://tez.yok.gov.tr/ulusaltezmerkezi/tezdetay.jsp?id=gua0tkitdzzhutxmghis6a&no=ceephde7lirvgkntw6m53a&utm_source=chatgpt.com
- Atik, A. (2012). Aydın ilinde doğal olarak kurutulmuş, geleneksel ve endüstriyel işlenen incirlerin bazı özellikleri ve aflatoxin içerikleri. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 75 s. <https://hdl.handle.net/11499/1658>
- Atli, C. S. (2020). Sofralık zeytinlerin toplam fenolik madde antioksidan kapasite ve biyoaktivite özellikleri üzerine işleme yöntemlerinin etkisi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü). <https://www.proquest.com/dissertations-theses/sofralik-zeytinlerin-toplam-fenolik-madde/docview/2637571360/se-2?accountid=86205>
- Avcı, G., ve Bülbül, A. (2021). Çörek Otu Tohumu Esansiyel Yağının Antioksidan Etkinliğinin in vitro Yöntemlerle Araştırılması. *Avrasya Sağlık Bilimleri Dergisi*, 4(3), 154-161. <https://doi.org/10.53493/avrasyasbd.862336>
- Aydemir A, Yalçın A, Pişkin N, Gürbüz Y, Türkyılmaz R. (2006). E.coli ve K.pneumoniae suşlarının geniş-spektrumlu beta-laktamaz üretme ve antibiyotik direnç oranları. *Klinik Dergisi*; 19(2): 63-8 <https://doi.org/10.5505/sakaryamj.2012.57441>
- Bayaz, M. (2016). Natürel Zeytinyağlarındaki Fenolik Bileşiklerin Biyolojik Aktivitesi. *Akademik Gıda*, 14(4), 441-450. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1186157>
- Baydar, H. (2013). Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi (Genişletilmiş 4. Baskı) (Vol. 51). Samsun: SDÜ Yayınları. https://scholar.google.com/scholar?hl=tr&as_sdt=0%2c5&q=baydar%2c+h.%282013%29.+t%2c4%b1bbi+ve+aromatik+bitkiler+bilimi+ve+teknolojisi+%28geni%2c5%9fletilmi%2c5%9f+4.+baski%2c4%b1%29+%28vol.+51%29.+samsun%3a+sd%2c3%9c+yay%2c4%b1nlar%2c4%b1.&btnG=
- Baydır, A. T. (2019). Yemeklik Yağlarda Toplam Antioksidan Miktarının ve Oksidasyon Kararlılığının değerlendirilmesi. *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, (042), 19-26. https://www.researchgate.net/publication/346420934_yemeklik_yaglarda_toplam_antioksidan_miktarinin_ve_oksidasyon_kararliginin_degerlendirilmesi_evaluation_of_total_antioxidant_amount_and_oxidation_stability_in_edible_oils
- Benli, M., & Yiğit, N. (2005). Ülkemizde yaygın kullanımı olan kekik (*Thymus vulgaris*) bitkisinin antimikrobiyal aktivitesi. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 3(8), 1-8. <http://eskisite.mikrobiyoloji.org/pdf/702050801.pdf>
- Beşen, B. S., BALCI, O., Orhan, M., Güneşoğlu, C., & TATLI, İ. İ. (2015). Ozonlanmış Yağlar ile İşlem Uygulanmış Dokusuz Yüzeylerin Antibakteriyel Etkinliklerinin İncelenmesi. *2015 (Cilt:22)*, 100. <https://doi.org/10.7216/1300759920152210003>

- Bianco, A.D., Muzzalupo, L., Romeo, G., Scarpati, M.L., Soriero, A., Uccella, N. (1998). Microcomponents of olive oil. Note 3: Glucosides of 2 (3,4-dihydroxy-phenyl) ethanol. Food Chem. 63: 461-464. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00064-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00064-8)
- Boskou, D. (1996). Olive Oil Composition. In Olive Oil Chemistry and Technology, Edited by D. Boskou, AOCS Press, Champaign, IL, USA, 52-83p. <http://dx.doi.org/10.1201/9781439832028.pt2>
- Bulca, S. (2014). Çörek otunun bileşenleri ve bu yağın ve diğer bazı uçucu yağların antioksidan olarak gıda teknolojisinde kullanımı. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(2), 29-36. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/aduziraat/issue/26418/278132>
- Bulut, M. Ş. (2022). Natürel Birinci zeytinyağının Termal Oksidasyonuna *Stachys Lavandulifolia* Bitkisinin Antioksidan Etkisi (Master's thesis, Marmara Üniversitesi (Turkey) 30348652. <https://www.proquest.com/dissertations-theses/natürel-birinci-zeytinyağının-termal/docview/2787193478/se-2?accountid=86205>
- Buran, A., Topdemir, A., & Öztürk, R. (2022). Üzüm Çekirdeği, Çörek Otu ve Keten Tohumu Tozlarının Antioksidan, Fenolik ve Flavonoid Madde Miktarları. <http://hdl.handle.net/11508/21032>
- Casas-Sanchez, J., Alsina, M. A., Herrlein, M. K., & Mestres, C. (2007). Interaction between the antibacterial compound, oleuropein, and model membranes. Colloid and Polymer Science, 285, 1351-1360. [10.1007/s00396-007-1693-x](https://doi.org/10.1007/s00396-007-1693-x)
- Cemeroğlu, B. (2013). Gıda Analizlerinde Genel Yöntemler. (B. Cemeroğlu editör). Gıda Analizleri. Bizim Grup Basımevi, Ankara, s.1-85.
- Çelik, E., Göksu, C., Keçecioğlu, H., Koçan, D., & Halkman, A. K. (2004). Gıdalarda MUG yöntemi ile *E. coli* aranmasında farklı UV lamba kaynaklarının kullanılması. Orta On-Line Mikrobiyoloji Dergisi, 2(07), 16-24. <http://www.mikrobiyoloji.org/pdf/702040703.pdf>
- Deans, S.G., Simpson, E., Noble, R.C., MacPherson, A., Penzes, L. (1993). Natural antioxidants from *Thymus vulgaris* (thyme) volatile oil: the beneficial effects upon mammalian lipid metabolism. Acta Horticulturae 332, 177– 182. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.332.23>
- Demirtaş, E., Kılıç, A., & Çolak, A. (2017). Kuru İncirlerin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi. Biyoteknoloji ve Biyolojik Bilimler Dergisi.
- Diren Ş. Antibiyogram Yorumu. Çocuklarda Akılcı Antibiyotik Kullanımı Sempozyum Dizisi 2002; 33:19-24.
- Doğangün, E. (2018). Meyve tutumundan hasada kadar geçen sürede gemlik çeşidi zeytin yapraklarının antioksidan aktivite ve fenolik bileşiklerindeki değişimin belirlenmesi (Master's thesis, Bursa Uludağ University (Turkey)). <https://www.proquest.com/dissertations-theses/meyve-tutumundan-hasada-kadar-gecen-surede-gemlik/docview/2606880769/se-2?accountid=86205>
- Dorman, H. J. D., & Deans, S. G. (2000). Antimicrobial agents from plants, antibacterial activity of plant volatile oils. Journal of Applied Microbiology, 88, 308-316. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2000.00969.x>
- Döver, H., Bekar, E., & Beştepe, S. K. (2024). Çörek Otu Posasının Marmelat Yapımında Değerlendirilmesi: Fenolik Bileşiklerin Biyoerişilebilirliği Ve Antioksidan Kapasite Üzerine Etkileri. Gıda, 49(6), 1206-1217. <https://doi.org/10.15237/gida.GD24085>

- Eliuz, E. A. E. (2018). Zeytin Yağı Mahlab Yağı Kombinasyonlarının *E. coli* ve *B. subtilis*'e Karşı Değerlendirilmesi 3. In International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC) October (pp. 24-26). file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/Scientific_Meetings_001.pdf
- Erdoğrul, Ö., Azırak, S., Tosyalı, L. (2004). Antimicrobial Activities of *Hypericum Scabrum* 1. Extracts, KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi, 7,2. https://www.researchgate.net/publication/239573778_Antimicrobial_Activities_of_Hypericum_scabrum_L_Extracts
- Esti, M., Cinquanta, L., & La Notte, E. (1998). Phenolic compounds in different olive varieties. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46(1), 32-35. <https://doi.org/10.1021/jf970391>
- Fleming, H. P., & Etchells, J. (1967). Occurrence of an inhibitor of *lactic acid bacteria* in green olives. Applied Microbiology, 15(5), 1178-1184. <https://doi.org/10.1128/am.15.5.1178-1184.1967>
- Furneri, P. M., Marino, A., Saija, A., Uccella, N., & Bisignano, G. (2002). In vitro antimycoplasmal activity of oleuropein. International journal of antimicrobial agents, 20(4), 293-296. [https://doi.org/10.1016/s0924-8579\(02\)00181-4](https://doi.org/10.1016/s0924-8579(02)00181-4)
- Gençdağ, E., Görgüç, A., & Yılmaz, F. M. (2019). Kuru incirin işlenmesi, kalite problemleri ve gıda endüstrisinin geliştirdiği yenilikçi yöntemler. Akademik Gıda, 17(3), 378-388. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/856673>
- Gimeno E, Castellote AI, Lamuela-Raventos RM, et al. (2002). The effect of harvest and extraction methods on the antioxidant content (phenolics, a-tocopherol, and b-carotene) in virgin olive oil. Food Chem.;78(2):207-11. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00399-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00399-5)
- Göçmez, A., Seferoğlu, H.G. (2014). Sofralık ve kurutmalık incir kalite kriterleri ve kaliteyi etkileyen faktörler. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 1, 98-108. <https://doi.org/10.19159/tutad.29893>
- Göğüş, F., Özkaya, M.T., Ötleş, S. (2009). Zeytinyağı. 1. Basım, ISBN: 978-605-4160-04-4, İzmir, 274 s. <https://zeytindostu.org.tr/wp-content/uploads/2019/04/Zeytinya%C4%9F%C4%B12.pdf>
- Güler, H. D. (2019). Biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevyanın toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesi üzerine kurutma yöntemlerinin etkisi (Master's thesis, Bursa Uludağ University (Turkey)). 28736718. <https://www.proquest.com/dissertations-theses/biberiye-fesleğen-kekik-nane-ve-stevyanın-toplam/docview/2606868168/se-2?accountid=86205>
- Güllü, E. B., & Gülcan, A. (2013). Timokinon: *Nigella Sativa*'nın biyoaktif komponenti. Kocatepe Veterinary Journal, 6(1), 51-61. <https://doi.org/10.5578/kvj.5251>
- Gürses, C., Uyan, M., Kuruçay, A., & Paşahan, A. (2021). The preparation of various tear-containing creams and investigation of their antibacterial properties. İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi, 9(3), 873-885. <https://doi.org/10.33715/inonusaglik.986409>
- Harborne, J.B., Dey, P.M. (1989). Methods in Plant Biochemistry. Academic Press, London, 537p. [https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=6UbRS4p56coC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Harborne,+J.B.,+Dey,+P.M.+\(1989\).+Methods+in+Plant+Biochemistry.+Academic+Press,+London,+537p.&ots=qMGTx6WIJh&sig=v3QUUWRw7oLm_LNAXTyx1YGb3iw&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=6UbRS4p56coC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Harborne,+J.B.,+Dey,+P.M.+(1989).+Methods+in+Plant+Biochemistry.+Academic+Press,+London,+537p.&ots=qMGTx6WIJh&sig=v3QUUWRw7oLm_LNAXTyx1YGb3iw&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

- Hashim YZ, Eng M, Gill CI, et al. (2005). Components of Olive Oil and Chemoprevention of Colorectal Cancer. *Nutr Rev.* 63(11):374-86. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2005.tb00374.x>
- Kabak, B. (2016). Aflatoxins in hazelnuts and dried figs: occurrence and exposure assessment. *Food Chemistry*, 211, 8-16. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.141>
- Kahraman, E. P., Karakeçe, E., Erdoğan, F., Uluyurt, H., Köroğlu, M., & Çiftci, İ. H. (2017). *Klebsiella pneumoniae* izolatlarının antibiyotiklere direnç durumlarının değerlendirilmesi. *Ortadoğu Tıp Dergisi*, 9(1), 12-18. <https://doi.org/10.21601/ortadogutipdergisi.291133>
- Karaaslan, M. S., & Altanlar, N. (2024). Bazı uçucu yağların oral bakteriler üzerinde antibakteriyel etkinliğinin değerlendirilmesi. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 48(3), 37-37. <https://doi.org/10.33483/jfpau.1530342>
- Kaşıkkırık, M., Seven, Ü., & Güçer, Ş. (2008). Zeytinyağındaki Antioksidanlar Ve Önemi. <http://kimyakongreleri.org/Z2008/Z2008-039.pdf>
- Kaya, A. R., Eryiğit, T., & Aysabar, Z. (2021). Her yönüyle çörek otu (*Nigella sp.*) ve ilgili çalışmalar (ISBN: 978-625-367-132-7). Iksad Yayınevi. <https://iksadyayinevi.com/wp-content/uploads/2023/06/her-yonuyle-corek-otu-nigella-sp.-ve-ilgili-calismalar.pdf>
- Keçeli, T. (2000). Antimicrobial and antioxidant activity of olive oil phenolics. *Food Science and Technology. The University of Reading*, 312. <https://scholar.google.com/scholar?cluster=9343791743761753538&hl=en&oi=scholar>
- Kelebek, H., Dıblan, S., Kadiroğlu, P., Kola, O., & Selli, S. (2018). Kurutma işlemlerinin incirlerin (*Ficus carica L.*) fenolik bileşikler, antioksidan kapasite ve diğer önemli bazı kalite kriterleri üzerine etkileri. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 33(2), 127-136. https://dergipark.org.tr/tr/pub/cutarim/issue/42081/472439#article_cite.
- Kiristakis, A. K. (1998). Olive Oil. From Tree to the Table. 2nd Edition. Food & Nutrition Pres., Inc., 347 s. <https://www.sci epub.com/reference/229095>
- Koçak Kızanlık, P. (2019). Çeşitli kaynaklardan izole edilen *Staphylococcus aureus* ' un bazı virulens özelliklerinin belirlenmesi. <http://hdl.handle.net/11607/3547>
- Koçulu, S. (2010). ESBL-Pozitif *Klebsiella Pneumoniae* Enfeksiyonu Olan Hastaların Epidemiyolojik Özellikleri, Mortaliteye Etki Eden Risk Faktörleri ve Uygulanan Tedavilerin Karşılaştırılması. İstanbul Tıp Fakültesi enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, İstanbul. 247418. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=jY1rILrOL1HKNZiLWvzm1g&no=F7N_SPLjOtG1kbHaOwGfkw
- Köksal, E., Bursal, E., & Gülçin, İ. (2010). Kekik bitkisinin (*Thymus vulgaris*) antioksidan ve antiradikal giderme aktivitelerinin belirlenmesi ile total fenolik ve total flavonoid miktarlarının tespiti. 24. Ulusal Kimya Kongresi. <http://kimyakongreleri.org/2010/2010-408.pdf>
- Köseoğlu, O., Ergönül, P.G., Ünal, M.K. (2011). Zeytinyağında bulunan fenolik bileşikler ve insan sağlığına etkileri. *Akademik Gıda* 9(2): 40-50. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=13047582&an=80302714&h=hwomi4dlybaacyzfbfslh>

- [p5c8kvkfqzioouxddowut%2fk0ekqr6hsr4owshrs66tzjdtk6orhap%2f%2fqvkw b
xkda%3d%3d&crl=c](https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf00054a040)
- Kubo, A., Lunde, C.S., Kubo, I. (1995). Antimicrobial Activity Of The Olive Oil Flavor Compounds. Journal Of Agricultural And Food Chemistry, 43(6): 1629–1633. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf00054a040>
- Kurtulgan, A. B. (2012). Zeytinyağı ikamesi olarak fenolik bileşenler ile zenginleştirilmiş ayçiçeği yağının antioksidan etkileri (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü). 325764. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=pKPfJ2YNVyDQ3x-vBZJUZA&no=4xAYZpso-OVv-oLMkmT-RQ>
- Kuşaklı, S. (2011). *Bacillus Subtilis*’ in Peyniraltı Suyu İçerisinde Fermantasyonu ile Polisakkarit ve Sürfaktin Üretimini Araştırılması (Master's thesis, Sakarya Üniversitesi (Turkey)). <https://hdl.handle.net/20.500.12619/80218>
- Lafka, T.I., Lazou, A.E., Sinanoglou, V.J., Lazos, E.S. (2011). Phenolic and Antioxidant Potential of Olive Oil Mill Wastes. Food Chemistry, 125, s.92-98. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.041>
- Lv, Fei, Hao Liang, Qipeng Yuan, and Chunfang Li. (2011). “In Vitro Antimicrobial Effects and Mechanism of Action of Selected Plant Essential Oil Combinations against Four Food-Related Microorganisms”, Food Research International, vol. 44, pp. 3057–64. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.07.030>
- Montedoro, G.F., Servili, M., Baldioli, M., Miniati, E. (1992). Simple and hydrolyzable compounds in virgin olive oil. 1. Their extraction, separation and quantitative and semiquantitative evaluation by HPLC. J Agric. Food Chem. 40: 1571-1576. <http://dx.doi.org/10.1021/jf00021a019>
- Nazzaro, F., Fratianni, F., Cozzolino, R., Martignetti, A., Malorni, L., De Feo, V., ... & d’Acerno, A. (2019). Antibacterial activity of three extra virgin olive oils of the Campania region, Southern Italy, related to their polyphenol content and composition. Microorganisms, 7(9), 321. [10.3390/microorganisms7090321](https://doi.org/10.3390/microorganisms7090321)
- Nychas, G. J. E. and Skandamis, P. N. (2003). Antimicrobials from herbs and spices in Natural Antimicrobials for Minimal Processing of Foods. Woodhead Publishing p.176-200. [10.1533/9781855737037.176](https://doi.org/10.1533/9781855737037.176)
- Ortaç, G., Bilgi, A.S., Taşdemir, K., Kalkan, H. (2016). A hyperspectral imaging based control system for quality assessment of dried figs. Computers and Electronics in Agriculture, 130, 38– 47. [10.1016/j.compag.2016.10.001](https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.10.001)
- Öğütçü, M. Mendes, M. ve Yılmaz, E. (2008). Sensorial and Physico-Chemical Characterization of Virgin Olive Oils Produced in Canakkale, J Am Oil Chem Soc. 85, 441–456. <https://www.orfion.com.tr/wp-content/uploads/2017/08/s11746-008-1220-3>
- Özbey, E. (2024). Zeytin Kara Suyu, Pirina ve Külünün Kimyasal İçeriği ile Antimikrobiyal Özellikleri. International Journal of Pure and Applied Sciences, 10(1), 152-161. <https://doi.org/10.29132/ijpas.1446936>
- Özgüneş I. (2005). Akılcı antibiyotik kullanımında hastane pratiğinde sorunlar. Ankem Dergisi;19(2):185-189 https://scholar.google.com/scholar?hl=tr&as_sdt=0%2C5&q=+%C3%96zg%C3%BCne%C5%9F+I.+%282005%29.+Ak%C4%B1lc%C4%B1+antibiyotik+kullan%C4%B1m%C4%B1nda+hastane+prati%C4%9Finde+sorunlar.+Ankem+Der gisi%3B+19%282%29%3A+185-189&btnG=

- Pesavento G, Duccib B, Comodo N, Lonostro A. (2007). Antimicrobial resistance profile of *Staphylococcus aureus* isolated from raw meat: A research for methicilin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). Food Control, 18, 196-200. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.09.013>
- Roncero, V.A. (1978). Les polyphenols de l'huile d'olive et leur influence sur les caracteristiques de l'huile. Rev. Fr. Corps Gras. 25: 21-26. <http://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=PASCAL7860259889>
- Ryan, D., & Robards, K. (1998). Critical Review. Phenolic compounds in olives. Analyst, 123(5), 31R-44R. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/1998/an/a708920a/unauth>
- Saldamlı, İ. (1998). Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 682p.
- Schmidt, R. J. (2005). Industrial catalytic processes—phenol production. Applied Catalysis A:General, 280(1), 89-103. <https://doi.org/10.1016/j.apcata.2004.08.030>
- Sevim, D. (2011). Antioksidanlar ve zeytinyağı. Zeytin Bilimi, 2(1), 43-47. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/298690>
- Sevim, D., Köseoğlu, O., Çetin, Ö. (2016). Bazı önemli zeytin çeşitlerinden elde edilen yağların minör bileşenlerinin ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesi. Zeytin Bilimi, 6(1), 1-7. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/zeytin/issue/28970/309914>
- Sevim, D., Köseoğlu, O., Şumnulu, U., Kadiroğlu, P., Erdan, M., Tosun, M., Vardin, A. Y. (2022). Improvement of Olive Oil Quality with Innovative Olive Cleaning System. Akademik Gıda, 20(3), 220-231. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.1186763>
- Shafodino, F. S., Lusilao, J. M., & Mwapagha, L. M. (2022). Phytochemical characterization and antimicrobial activity of *Nigella sativa* seeds. PloS one, 17(8), e0272457. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272457.g002>
- Shahidi, F. (1997). Natural Antioxidants: Chemistry, Health Effect and Applications. AOCS Press, Champaign, IL, USA, 97-149p. https://books.google.com.tr/books/about/Natural_Antioxidants.html?id=9-aZzJxp8DkC&redir_esc=y
- Soni, N., Mehta, S., Satpathy, G., Gupta, R. K. (2014). Estimation of nutritional, phytochemical, antioxidant and antibacterial activity of dried fig (*Ficus carica*). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 3(2), 158-165. <https://dx.doi.org/10.22271/phyto>
- Şihca S, Demirdöğen E, Dığrak M. (2012). Kahramanmaraş'ta Kliniklere Başvuran Hastalardan İzole Edilen *Klebsiella pneumoniae* Suşlarının Antibiyotik Dirençliliklerinin Belirlenmesi, Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi /Karaelmas Science and Engineering Journal; 2(1): 47-52. <https://dergipark.org.tr/en/pub/karaelmasfen/issue/57131/806060>
- Takci, D. K., Genc, S., Takci, H. A. M. (2023). Cinnamon-based rapid biosynthesis of silver nanoparticles; its characterization and antibacterial properties. Journal of Crystal Growth, 623, 127416 All Images Videos Web. [10.1016/j.jcrysgro.2023.127416](https://doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2023.127416)
- Tassaou, C. C., Nycas, J. E., Scandamis, P. N. (2004). Herbs and spices, non-inhibitory concentration (NIC) values. Journal of Applied Microbiology, 88, 784-790. https://scholar.google.com/scholar?hl=tr&as_sdt=0%2C5&q=Tassaou%2C+C.+C.%2C+Nycas%2C+J.+E.%2C+Scandamis%2C+P.+N.+%282004%29.+Herbs+

- [and+spices%2C+non-inhibitory+concentration+%28NIC%29+values.+Journal+of+Applied+Microbiology%2C+88%2C+784-790&btnG=](#)
- Taş, A. S. (2006). Bazı *hypericum* türlerinin antibakteriyel aktiviteleri. <https://hdl.handle.net/20.500.12395/7356>
- Turhan, D. (2015). Bazı Esansiyel Yağların *Staphylococcus Aureus* ve *Escherichia Coli* Üzerine Antimikrobiyal Etkisinin Araştırılması (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü). <http://hdl.handle.net/11527/13632>
- Ucan Türkmen, F. & Mercimek Takci, H. A. (2018). Ultraviolet-C and ultraviolet-B lights effect on black carrot (*Daucus carota ssp. sativus*) juice. Journal of Food Measurement and Characterization, 12, 1038-1046. [10.1007/s11694-018-9719-2](https://doi.org/10.1007/s11694-018-9719-2)
- Uslu, M., Şaşmaz, H. K., Ereli, E., & Kelebek, H. (2024). Kuru İncirlerin Biyoaktif Özellikleri, Aflatoksin ve Okratoksin A Düzeylerinin Değerlendirilmesi. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 39(1), 108-125. [10.36846/CJAFS.2024.137](https://doi.org/10.36846/CJAFS.2024.137)
- Valavanidis, A., Nisiotou, C., Papageorgiou, Y., Kremli, I., Satravelas, N., Zinieris, N., and Zygalki, H. (2004). Comparison of the Radical Scavenging Potential of Polar and Lipidic Fractions of Olive Oil and Other Vegetable Oils Under Normal Conditions and After Thermal Treatment. J. Agric. Food Chem., 52, 2358-2365. [10.1021/jf030491h](https://doi.org/10.1021/jf030491h)
- Visioli, F., Bogani, F., Galli, C. (2006). Healthful properties of olive oil minor components. In Olive Oil: Chemistry and Technology, Edited by D. Boskou, 2nd Edition, AOCS Press, Champaign, IL, USA, 268p. <https://doi.org/10.1016/B978-1-893997-88-2.50012-2>
- Von Gadow, A., Joubert, E. Ve Hansmann, C. (1997). Comparision of the Antioxidant Activity of Rooibos Tea (*Aspalathus Linearis*) with Green, Oolong and Black Tea. Food Chemistry, 60 (1): s.73-77. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(96\)00312-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(96)00312-3)
- Winkelhausen, E. R., Pospiech, G., Laufenberg, G. (2005). Antifungal activity of phenolic compounds extracted from dried olive pomace. Bulletin of the Chemist and Technologist of Macedonia, 24(1), 41-46. https://www.researchgate.net/publication/309384312_Antifungal_activity_of_phenolic_compounds_extracted_from_dried_olive_pomace
- Yalçın, N. (2019). Çörek otu (*nigella sativa L* esansiyel yağının ratlarda bağırsak kasılımları üzerine etkisi (Master's thesis, Sağlık Bilimleri Enstitüsü). Tez No: 2019-030. <https://acikerisim.aku.edu.tr/xmlui/handle/11630/6801>
- Yıldız, G., & Uylaşer, V. (2011). Doğal bir antimikrobiyel: oleuropein. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(1), 131-142. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ziraatuludag/issue/16757/174225>

ÖZGEÇMİŞ

1. KİŞİSEL BİLGİLER			
Adı Soyadı		: YEMAN HAFTAR	
ORCID		: 0009-0009-5077-696X	