

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI RAPHANUS SATIVUS (SİYAH, KIRMIZI VE ÇİN)
ÇEŞİTLERİNİN ANTİBAKTERİYEL VE ANTİOKSİDAN
AKTİVİTESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Abdurmajeed HAMEED KHALAF KHALAF

Biyoloji Anabilim Dalı

TEMMUZ 2025

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI RAPHANUS SATIVUS (SİYAH, KIRMIZI VE ÇİN)
ÇEŞİTLERİNİN ANTİBAKTERİYEL VE ANTİOKSİDAN
AKTİVİTESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Abdurmajeed HAMEED KHALAF KHALAF

Biyoloji Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Şule BARAN

TEMMUZ 2025

Abdulmajeed HAMEED KHALAF KHALAF tarafından hazırlanan “Farklı Raphanus Sativus (Siyah, Kırmızı ve Çin) Çeşitlerinin Antibakteriyel ve Antioksidan Aktivitesi” adlı tez çalışması 01.07.2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Jüri Başkanı :	Prof. Dr. Şule BARAN (Danışman) Sakarya Üniversitesi	
Jüri Üyesi :	Prof. Dr. Tuğba O. SEVİNDİK Sakarya Üniversitesi	
Jüri Üyesi :	Dr. Öğr. Üyesi Hülya DEMİRHAN Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi	



ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğine ve Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesine uygun olarak hazırlamış olduğum “FARKLI RAPHANUS SATIVUS (SİYAH, KIRMIZI VE ÇİN) ÇEŞİTLERİNİN ANTİBAKTERİYEL VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ” başlıklı tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın tüm aşamalarında yukarıda belirtilen yönetmelik ve yönergeye uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, bu tezi başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve 20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince Sakarya Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Enstitü tarafından belirlenmiş ölçütlere uygun rapor alındığını, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun ortaya çıkması halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.

(19/05/2025).

Abdulmajeed HAMEED KHALAF KHALAF



TEŞEKKÜR

Beni en güzel şekilde yaratan, sayısız nimetleriyle donatan ve ilim yolunda bana kolaylıklar sağlayan Yüce Allah’a sonsuz hamd ve şükürler olsun.

Her zaman yanımda olan, duaları ve destekleriyle bana güç veren sevgili anneme, babama ve kıymetli aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca bana bilgi ve tecrübeleriyle rehberlik eden, akademik gelişimime büyük katkılarda bulunan tüm hocalarıma en derin saygı ve şükranlarımı sunuyorum.

Özellikle yüksek lisans tez sürecimde bana rehberlik eden danışman hocam Prof. Dr. Şule BARAN’a değerli yönlendirmeleri ve desteği için teşekkür ederim.

Ayrıca tez hazırlık sürecinde bana her adımda eşlik eden, deneylerin gerçekleştirilmesinden bilimsel makalenin yazımına kadar her konuda bana büyük destek sağlayan Öğr. Gör. Alican Bahadır SEMERCİ hocama sonsuz teşekkür ederim. Özverili çalışmaları için kendisine minnettarım.

Yüksek lisans eğitimimi sürdürmemi mümkün kılan Türkiye Bursları (YTB) programına da içten teşekkür ederim.

Abdulmajeed HAMEED KHALAF KHALAF



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR	xi
TABLO LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1. Yeryüzünde Hayatın Başlangıcı ve Canlıların Hücresel Sınıflandırılması	5
2.1.1. Prokaryot canlılar.....	5
2.1.2. Ökaryot hücreleri.....	7
2.2. Çalışmada Kullanılan Bitkiler.....	9
2.2.1. Turp (raphanus sativus)	9
2.2.2. Turp antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi	11
2.2.3. Flavonoidler	11
2.2.4. Alkaloidler	11
2.2.5. Glikozitler	12
2.2.6. Fenoller	12
2.2.7. Saponinler	12
2.2.8. Steroller.....	13
2.2.9. Tanenler	13
2.3. Çalışmada Kullanılan Test Mikroorganizmaları	14
2.3.1. Staphylococcus aureus.....	14
2.3.2. Escherichia coli	16
2.3.3. Bacillus subtilis	17
2.3.4. Salmonella typhimurium.....	17
2.3.5. Staphylococcus epidermidis.....	18
2.3.6. Enterococcus faecalis.....	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM	21
3.1. Materyal	21
3.1.1. Deneylerde kullanılan mikroorganizmalar	21
3.1.2. Bitki materyalinin eldesi	21
3.1.3. Deneylerde kullanılan sarf malzemeler	22
3.2. Yöntem	22
3.2.1. Bitki ekstraktlarının hazırlanması	22
3.2.2. Besiyerlerinin hazırlanması.....	23
3.2.3. Kullanılan kimyasalların hazırlanması	24
3.2.4. Test mikroorganizmalarının hazırlanması	24
3.2.5. Antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesi.....	24

3.2.5.1. Disk difüzyon yöntemi	24
3.2.5.2. Deneyin yapılışı	25
3.2.5.3. Toplam fenolik madde belirlenmesi.....	26
3.2.5.4. Antioksidan aktivite.....	26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	29
4.1. Etanolik turp ekstraktların toplam fenolik içerikleri.....	29
4.1.1. Etanolik turp ekstraktların DPPH radikalini süpürme aktivitesi	29
4.1.2. Etanolik turp ekstraktların demir indirgeme analizi	30
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	33
KAYNAKLAR.....	37
ÖZGEÇMİŞ.....	47



KISALTMALAR

%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
Aap	: Accumulation-associated protein
AIDS	: Edinilmiş Bağışıklık Yetmezliği Sendromu
AMR	: Antimikrobiyal direnç
Atm	: Atmosfer basıncı
Bhp	: Biofilm-associated protein homolog
Bs	: Bacillus subtilis
Cm	: Santimetre
Cv	: Cultivated variety (kültür çeşidi)
DEC	: İshal yapan Escherichia coli
DNA	: Deoksiribonükleik asit
DPPH	: 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
EAEC	: Enteroaggregatif Escherichia coli
Ec	: Escherichia coli
Ef	: Enterococcus faecalis
EHEC	: Enterohemorajik Escherichia coli
EIEC	: Enteroinvaziv Escherichia coli
EPEC	: Enteropatojenik Escherichia coli
ETEC	: Enterotoksijenik Escherichia coli
ExPEC	: Bağırsak dışı Escherichia coli
FoodData	
Central (ABD)	: ABD Tarım Bakanlığı'na ait veri sistemi
GAE/g	: Gallic asit eşdeğeri / gram
HUS	: Hemolitik Üremik Sendrom
IDSA	: Enfeksiyon Hastalıkları Derneği
İYE	: İdrar Yolu Enfeksiyonu
Kg	: Kilogram
LTA	: Lipoteikoik Asit
McFarland	: Bakteri yoğunluk standardı (10 ⁸ CFU/mL)

mg	: Miligram
mL	: Mililitre
MRSA	: Metisiline dirençli Staphylococcus aureus
MSSA	: Metisiline duyarlı Staphylococcus aureus
Na₂CO₃	: Sodyum karbonat çözeltisi
pH	: Asit-baz derecesi
PIA	: Polisakarit İnterselüler Adezin
Sa	: Staphylococcus aureus
Se	: Staphylococcus epidermidis
SPI-1	: Salmonella Patojenlik Adası 1
St	: Salmonella typhimurium
T3SS	: Tip III Sekresyon Sistemi
UPEC	: Üropatojenik Escherichia coli
µm	: Mikrometre

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. Prokaryotik hücrelerle ve ökaryotik hücrelerin karşılaştırılması.....	8
Tablo 2.2. Raphanus L. cinsinin sistematikteki yeri.	9
Tablo 2.3. <i>Staphylococcus aureus</i> 'un virülans faktörleri.	15
Tablo 2.4. <i>Escherichia coli</i> 'un virülans faktörleri.....	17
Tablo 2.5. <i>Salmonella typhimurium</i> 'un virülans faktörleri.....	18
Tablo 2.6. <i>Enterococcus faecalis</i> 'un virülans faktörleri.	20
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan araç ve gereçler.	21
Tablo 3.2. Sarf malzemeler kullanılmıştır.	22
Tablo 4.1. Farklı turp ekstraktlarının antibakteriyel aktivitesi	31



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Prokaryot hücre yapısı (url1 t.y.)	6
Şekil 2.2. Ökaryot hücre yapısı (url2 t.y.).....	8
Şekil 3.1. Turp ekstraktının hazırlanması, (a) işlem öncesi taze numune, (b) liyofilizatörde kurutma, (c) soxhlet cihazı ile ekstraksiyon, (d) rotary evaporatörde çözücünün uzaklaştırılması.....	23
Şekil 3.2. Disk difüzyon metodunda (a) antibiyotik veya bitkisel ekstraktların disklere yüklenmesi, (b) disklerin bakteri ekimi yapılan petrilere yerleştirilmesi, (c) inkübasyon, (d) inkübasyon sonrası zon çaplarının değerlendirilmesi	25
Şekil 4.1. Turp örneklerinin toplam fenolik içerikleri.....	29
Şekil 4.2. DPPH süpürme aktivitesi a) çin turpu, b) kırmızı turp, c) siyah turp	30
Şekil 4.3. Farklı ksantrasyondaki etanolik turpekstraktların demir indirgeme sonuçları.....	30
Şekil 4.4. Turp ekstraktlarının a) ef-enterococcus faecalis, b) sa-staphylococcus aureus,c) ec-escherichia coli, d) se-staphylococcus epidermidis, suşları üzerindeki antimikrobiyal aktivitesi	32



FARKLI RAPHANUS SATIVUS (SİYAH, KIRMIZI VE ÇİN) ÇEŞİTLERİNİN ANTİBAKTERİYEL VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ

ÖZET

Oksidatif stresle ilişkili hastalıkların ve mikroorganizmaların geleneksel antibiyotiklere karşı direncinin artması, tıbbi bitkilerin doğal etken madde kaynakları olarak incelenmesine olan ilgiyi artırdı. Bu bağlamda, tıbbi bitkiler, antioksidan ve antibakteriyel aktiviteler gibi özellikleri nedeniyle hem geleneksel hem de modern tıpta önemli bir odak noktası olarak öne çıkmaktadır. Bu özellikler, içerdiği çok çeşitli biyolojik bileşiklerin bir sonucudur.

Birçok kültürde turp (*Raphanus sativus* L.), vitaminler, mineraller ve aktif bitkisel bileşenler açısından zengin bir bitki olarak bilinir. Bu nedenle, özellikle uzun süreli ve bulaşıcı hastalıkların tedavisinde doğal ve güvenli kaynakların kullanımına yönelik küresel eğilimin bir sonucu olarak, araştırmacıların son yıllarda daha fazla ilgisini çekmektedir. Özellikle turp türlerinin özellikleri hakkında bazı kısıtlı çalışmalar bulunmasına rağmen, farklı türler arasındaki kapsamlı karşılaştırmalar hala sınırlıdır, özellikle de ekstraksiyon yöntemlerinin biyolojik bileşiklerin etkinliğini nasıl etkilediği konusunda. Bu çalışmanın amacı, Çin turpu, siyah turp ve kırmızı turp olmak üzere üç farklı turp türünün biyolojik özelliklerini analiz etmektir. Antioksidan ve antibakteriyel özelliklerini analiz etmek için iki farklı ekstraksiyon yöntemi (etanol ve diklorometan) kullanılmaktadır.

Bu araştırma, *Raphanus sativus* L. turpunun (*Raphanus sativus* L.) çeşitli türlerinin biyolojik özelliklerini incelemeyi amaçlamaktadır, özellikle antioksidan ve antibakteriyel özelliklerine odaklanmıştır. Çalışmada Çin turpu, siyah turp ve kırmızı turp olmak üzere üç tür turp incelenmiştir. Bu türler, Türkiye'nin Sakarya iline bağlı yerel pazarlardan alınmıştır. Taze ve kaliteli olmalarını garanti etmek için türleri özenle seçtik ve bitkisel özellikleri ve laboratuvar deneylerine uygun olmaları dikkate alınmıştır.

Bitkisel materyaller, biyolojik olarak aktif bileşiklerin kimyasal yapısını korumak için 72 saatlik bir süre boyunca dondurarak kurutma yöntemi olarak bilinen dondurarak kurutma süreci uygulandı. Bitkisel bileşiklerin korunmasında bu yöntem, geleneksel kurutma yöntemlerine göre daha iyidir. Örnekler kuruduktan sonra elektrikli bir karıştırıcı kullanılarak çok ince bir toz haline getirildi. Bu işlem, kurutulmuş bitkilerin yüzey alanını genişleterek çözücülerle etkileşimini kolaylaştırır ve bileşiklerin çıkarılmasına katkıda bulunur. Öğütme işlemi, bitkinin tüm parçalarının çözücülere eşit bir şekilde maruz kalmasını sağlamak için temel bir adımdır. Bu, biyolojik olarak aktif bileşiklerin bitki dokularından çıkarılma verimliliğini artırmıştır. Bitkisel bileşenlerin ince toz elde edildikten sonra etkili bir şekilde çıkarılması için Soxhlet cihazı kullanılmıştır. Bu yöntem, istenilen özütlerin elde edilmesinde yüksek verimlilik gösterdiği için en iyi olarak kabul edilmektedir. Elde edilen kimyasal bileşiklerin güvenliğini korumak için çözücülerini uzaklaştırmak için dönme buharlaştırıcı (Rotary Evaporator) kullanılmıştır. Bu işlem düşük basınç ve ılımlı

sıcaklıklarda gerçekleştirildi, böylece aktif bileşiklerin kimyasal özelliklerine zarar vermeden ısısal etkilerden kaçınmak ve bileşiklerin yapılarını korumak için ısısal etkilerden kaçınmak mümkün oldu.

Elde edilen özütler, antioksidan aktiviteyi belirlemek için iki ana yöntem kullanılarak analiz edildi. İlk yöntem, serbest radikalleri temizlemek için DPPH testi kullanır. Antioksidan bileşiklerin etkinliğini gösteren bu test, özütlerin zararlı serbest radikalleri temizleme kapasitesini ölçer. İkinci yöntem, ferrik iyonlarını ferrous iyonlarına indirgeme kapasitesini ölçen indirgeme testi kullanır; bu, antioksidan aktiviteyi yansıtır. Ayrıca, bitkisel örneklerdeki fenolik bileşiklerin konsantrasyonunu belirlemek için yaygın bir yöntem olan Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, özütlerin toplam fenolik içeriğini belirlemek için kullanılmıştır. Sonuçlar, özütün her gramı başına miligram gallik asit eşdeğeri (mg GAE/g) cinsinden gösterilmektedir. Örneklerdeki fenol konsantrasyonunu belirlemek için standart bir referans madde olarak gallik asit kullanılır. Çin turpu, 1000 mikrogram/mL konsantrasyonda %72 oranında serbest radikalleri temizleme yeteneğine sahiptir (DPPH testi sonuçları). Bu nedenle, diğer türlerden daha iyi bir antioksidandır. Siyah turp %59 ile en iyi performans gösterirken, kırmızı turp %39 ile en düşük performans gösterdi. Bu bulgular, fenol içeriği ile antioksidan aktivite arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Çin turpunun yüksek fenol içeriği, zararlı serbest radikalleri ortadan kaldırma yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir. Çin turpu, tüm kullanılan konsantrasyonlarda (250, 500 ve 1000 mikrogram/mL) demir indirgeme kapasitesini göstermiştir, bu da demir (Fe^{3+}) iyonlarını demir (Fe^{2+}) iyonlarına dönüştürmedeki yüksek etkinliğini ortaya koymaktadır ve böylece antioksidan özelliklerini vurgulamaktadır. Bu testte, kırmızı turp en düşük indirgeme kapasitesine sahip olurken, siyah turp ise ikinci sırada yer alarak iyi bir indirgeme kapasitesine sahip olduğunu göstermiştir.

Yine de Folin-Ciocalteu yöntemi, bitkisel özütlerin toplam fenolik içeriğini belirlemek için kullanılmıştır. Sonuçlar, Çin turpunun en yüksek fenolik bileşik konsantrasyonuna sahip olduğunu göstermektedir. En yüksek değer 18.1 miligram gallik asit eşdeğeri (mg GAE/g) idi. Kırmızı turp 14.6 mg GAE/g ve siyah turp 13.3 mg GAE/g ile ikinci sıradadır. Bu bulgular, Çin turpunun fenolik içeriğinin en yüksek olduğunu göstermektedir. Bu, demir indirgeme testi ve DPPH testi gibi antioksidan aktivitesinin gücünü göstermektedir. Bu sonuçlar, Çin turpunun üç tür arasında en yüksek antioksidan kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir. Bu, doğal antioksidan bileşiklerin bir kaynağı olarak harika bir seçenek olduğunu göstermektedir. Bu, özellikle sağlık ürünleri ve gıda takviyeleri gibi çeşitli uygulamalarda kullanılabilecek bir özelliktir.

Bakteriyel aktivite testi, bitkisel özütlerin çeşitli bakteri suşlarına karşı etkinliğini değerlendirmek amacıyla Disk Difüzyon Yöntemi (Disk Diffusion Method) kullanılarak yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan bakteriyel suşlar Sakarya Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Mikrobiyoloji Araştırma Laboratuvarı'ndan alınmıştır. Staphylococcus epidermidis (ATCC 12228), Bacillus subtilis (ATCC 6633), Escherichia coli (ATCC 8739), Enterococcus faecalis (ATCC 29212), Staphylococcus aureus (ATCC 29213) ve Salmonella typhimurium (ATCC 14028) bunlardır. Deneylerde kullanılmadan önce, bu suşlar laboratuvarında koruma koşullarında saklanmış ve aktif hale getirilmiştir. Genel olarak, etanol ve diklorometan çözücüler kullanılarak hazırlanan özütler, test edilen çoğu suş üzerinde önemli bir etkiye sahip değildi. Ancak etanol ile hazırlanan siyah turp özütü, Staphylococcus aureus ve Enterococcus faecalis bakterilerini 11 mm ve 14 mm inhibisyon çapı ile

öldürdü. Gentamisin, referans kontrol olarak kullanılmıştır ve test edilen tüm suşlar üzerinde geniş bir etki göstermiştir, inhibisyon çapı 17 ile 22 mm arasında değişmektedir.

Bu bulgular, turpun yüksek fenolik bileşen içeriği ile bilindiğini ve bu özelliğin antioksidan aktivitesini artırdığını gösteren önceki araştırmaları desteklemektedir. Ethanol ile hazırlanan özütün, Staphylococcus aureus ve Enterococcus faecalis gibi bazı bakteri suşları üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir.

Diğer özütler ise şu anda hiçbir şey yapmadı. Bu sonuçlar, gelecekte bu etkinin sorumlu bileşenlerini belirlemeyi ve çalışma mekanizmalarını daha ayrıntılı bir şekilde açıklamayı amaçlayan çalışmalara olanak tanır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara dayanarak, özellikle bazı bakteriyel suşlara karşı açık bir etki gösteren özüt üzerinde, turp özütlerinde biyolojik aktiviteye neden olan etkin bileşenlerin belirlenmesine yönelik derinlemesine kimyasal analiz çalışmalarının yapılması önerilmektedir. Ayrıca, gelecekteki araştırmaların, bu özütlerin potansiyel doğal alternatifler olarak etkinliğini değerlendirmek amacıyla antibiyotiklere dirençli bakteriyel suşları içerecek şekilde genişletilmesi önerilmektedir. Ayrıca, özütleme verimliliğini artırmak ve bileşiklerin kimyasal yapısını korumak amacıyla ultrasonik ekstraksiyon veya süper kritik çözücülerle ekstraksiyon gibi diğer ekstraksiyon yöntemlerinin de denenmesi önemlidir. Buna ek olarak, hücresel düzeyde veya canlı modeller kullanılarak biyosafet ve toksisite ile ilgili özel çalışmalar yapılması önerilmektedir. Bu, özütlerin insan kullanımı için güvenli olup olmadığını kontrol etmek amacıyla gereklidir. Bu bağlamda, canlı organizmalar üzerinde (in vivo) yapılan deneyler, özütlerin gerçek biyolojik koşullarda etkinliğini doğrulamak için gerekli bir adım olup, turp bileşenlerine dayalı tedavi veya koruyucu ürünlerin geliştirilmesi potansiyelini destekler. Ayrıca, farklı turp türleri arasındaki veya turp ile diğer tıbbi bitkiler arasındaki karşılıklı etkiyi incelemek, bitkisel karışımlar ile biyolojik etkinliğin artırılması açısından önerilmektedir.



ANTIBACTERIAL AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF DIFFERENT RAPHANUS SATIVUS (BLACK, RED AND CHINESE) VARIETIES

SUMMARY

Interest in researching medicinal plants as natural sources of active chemicals has increased due to the growing resistance of bacteria to traditional antibiotics and the illnesses linked to oxidative stress. Because of their qualities, including their antibacterial and antioxidant capabilities, medicinal plants have become a major area of interest in both conventional and modern medicine. The vast range of biological chemicals they contain is what gives them these characteristics.

Radish (*Raphanus sativus* L.) is regarded as a plant high in vitamins, minerals, and potent phytochemicals in many cultures. As a result, researchers have been paying more and more attention to it lately, especially because of the global movement to treat infectious and chronic diseases with natural and safe sources. Comprehensive comparisons across various species are still rare, despite a few limited research on the characteristics of various radish kinds. This is particularly true when it comes to how extraction techniques affect the potency of biological substances. The aim of this study is to examine the biological characteristics of three distinct varieties of radish (*Raphanus sativus* L.)—red, black, and Chinese radish—with a specific focus on their antibacterial and antioxidant properties. These properties were evaluated using two different extraction methods: ethanol and dichloromethane. The radish samples were collected from local markets in the Sakarya region of Turkey and were carefully selected based on their botanical features and suitability for laboratory analysis to ensure freshness and quality.

For 72 hours, the plant components were freeze-dried, a process called lyophilization, which preserves the chemical structure of biologically active chemicals. In terms of preserving the integrity of plant chemicals, this approach is better than conventional drying methods. Following drying, an electric blender was used to grind the samples into an extremely fine powder. By increasing the dried plant material's surface area, this procedure makes it easier for it to interact with solvents and help extract chemicals. One essential step in making sure that every area of the plant received the same amount of solvent exposure was the grinding process. The effectiveness of removing physiologically active substances from plant tissues was boosted as a result. A Soxhlet device was utilised for efficient extraction once the plant components had been ground into a fine powder. Because it is so effective at producing the desired extracts, this approach is regarded as one of the best. The solvents were eliminated using a rotary evaporator in order to maintain the safety of the chemical compounds that were produced. In order to prevent heat effects that can harm the active compounds' chemical characteristics and maintain their structural integrity, this process was conducted at moderate temperatures and low pressure.

Two primary techniques were used to assess the antioxidant activity of the extracted materials. The DPPH test is used in the first approach to scavenge free radicals. This test evaluates the extracts' ability to eliminate harmful free radicals and demonstrates

the efficiency of the antioxidant components. The second approach makes use of the reduction test, which gauges antioxidant activity by determining the ability to convert ferric ions to ferrous ions. Furthermore, a popular method for figuring out how much phenolic chemical is present in plant samples—the Folin-Ciocalteu method—was applied. The extracts total phenolic content was ascertained using this technique. Milligrammes of gallic acid equivalent (mg GAE/g) per gramme of extract are used to display the results. The standard reference material used to ascertain the phenol content in the samples is gallic acid. According to the results of the DPPH test, Chinese radish can scavenge free radicals at a rate of 72% at a concentration of 1000 µg/mL. As a result, it is a superior antioxidant to the others. Red radish had the lowest performance at 39%, while black radish had the highest at 59%. These results show that antioxidant activity and phenol concentration are positively correlated. Chinese radish's high phenol concentration indicates that it has the capacity to eradicate dangerous free radicals. At all tested concentrations (250, 500, and 1000 µg/mL), Chinese radish showed iron reduction capacity, demonstrating its great efficiency in converting ferric (Fe^{3+}) ions to ferrous (Fe^{2+}) ions, hence highlighting its antioxidant capabilities. Black radish came in second place with a decent reduction capacity, while red radish had the lowest reduction capacity in this test.

The Folin-Ciocalteu method was also used to determine the total phenolic content of the plant extracts. The results show that Chinese radish has the highest concentration of phenolic compounds, with the highest value being 18.1 milligrams of gallic acid equivalent (mg GAE/g). Red radish comes in second with 14.6 mg GAE/g, and black radish follows with 13.3 mg GAE/g. According to these results, Chinese radish has the highest phenolic content, which is consistent with its antioxidant capacity as shown by assays like the DPPH and iron reduction tests. According to these findings, Chinese radish is a great choice for a natural antioxidant component source because it has the highest antioxidant capacity of the three types. This characteristic is especially helpful in a variety of applications, including nutritional supplements and health goods.

The efficacy of plant extracts against different bacterial strains was assessed by the use of the Disc Diffusion Method in the antibacterial activity test. The Microbiology Research Laboratory of Sakarya University's Department of Biology, Faculty of Science, provided the bacterial strains used in this investigation. These include *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 12228), *Bacillus subtilis* (ATCC 6633), *Escherichia coli* (ATCC 8739), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213), and *Salmonella typhimurium* (ATCC 14028). These strains were reactivated and kept in laboratory preservation conditions before to being employed in the tests. The majority of the tested strains were generally unaffected by the extracts made with ethanol and dichloromethane solvents. With inhibition zones of 11 mm and 14 mm, respectively, the black radish ethanol extract demonstrated antibacterial activity against *Staphylococcus aureus* and *Enterococcus faecalis*. With inhibition zones spanning from 17 to 22 mm, gentamicin, which served as a reference control, demonstrated broad-spectrum action against every strain that was tested.

These results corroborate earlier studies showing that radish's high phenolic component content boosts its antioxidant effectiveness. It has been demonstrated that the ethanol-prepared extract has a significant impact on specific bacterial strains, including *Enterococcus faecalis* and *Staphylococcus aureus*.

The bacterial strains employed in this investigation were unaffected by the other extracts. These findings pave the way for additional research targeted at pinpointing

the substances causing this impact and providing a more thorough explanation of the mechanisms. According to the study's findings, it is advised that comprehensive chemical investigations be carried out in order to pinpoint the active ingredients that give radish extracts their biological activity, particularly in the extract that shown a definite impact on particular bacterial strains.

In order to assess the efficacy of these extracts as possible natural substitute sources, it is also recommended that future studies employ bacterial strains that are resistant to antibiotics. To increase extraction efficiency and preserve the compounds' chemical structure, it's also necessary to try out different extraction techniques including ultrasonic extraction and extraction using supercritical solvents.

To confirm if these extracts are safe for human usage, more research on toxicity and biosafety using cellular or animal models is advised. To support the possibility of creating therapeutic or preventative medicines based on radish components, in vivo tests are a crucial step in confirming the extracts' efficacy under actual biological settings.





1. GİRİŞ

İnsanlar, en eski çağlardan beri bitkileri çeşitli amaçlar için kullanmıştır. Yaklaşık 5000 yıl öncesine ait bir Sümer kil tabletinde, bitkilerin sağlık amaçlı kullanımıyla ilgili en eski yazılı belge bulunmuştur. Mezopotamya, Mısır, Yunan ve İslam medeniyetlerinde de daha eski yazılı belgeler vardır (Süntar 2020). Bitkilerin kullanımı nesiller boyunca geliştirilmiştir ve günümüzde geleneksel tıpta yoğun olarak kullanılmaktadır. Geleneksel tıp, "farklı kültürlerle ait teorilere, inançlara ve deneyimlere dayanan bilgi, beceri ve uygulamaların bir toplamı; sağlık koruma, fiziksel ve zihinsel hastalıkların önlenmesi, teşhisi, iyileştirilmesi veya tedavi edilmesi amacıyla kullanılan bilgi, beceri ve uygulamalar" anlamına gelir (Salmerón-Manzano, Garrido-Cardenas, ve Manzano-Agugliaro 2020).

Yaklaşık 374.000 bitki türü bulunmaktadır, ancak bunların 28.187'si insanlar tarafından tıbbi olarak kullanılmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ise 20.000'den fazla tıbbi bitki türünü bildirmektedir. Bu bitkiler yeni ilaçların kaynağı olabilir (Vaou vd. 2021). Şifalı bitkiler, tohum, kök, yaprak, meyve, kabuk ve çiçek gibi çeşitli kısımlarıyla tedavi edici özelliklere sahiptir; bazen tüm bitki bile kullanılabilir. Bu bitki parçalarında bulunan aktif maddeler, iyileşmeyi doğrudan veya dolaylı olarak destekler. Bu maddeler, bitkilerde doğal olarak üretilip depolanır ve kullanıldıklarında canlılar üzerinde fizyolojik etkileri vardır (Jamshidi-Kia, Lorigooini, ve Amini-Khoei 2018).

Türkiye'nin coğrafi konumu ve bitki çeşitliliği, onu çevresindeki birçok ülkeden ayırır. Türkiye'de bulunan tüm bitki türlerinin sayısı yaklaşık olarak Avrupa Kıtası'ndaki ile aynıdır. Türkiye florasında yaklaşık 12.000 bitki taksonu (tür, alt tür ve varyete) bulunur bu taksoların 3.649'ü endemik türleridir (taner 2018). Türkiye, zengin bitki örtüsü ve derin geleneksel tıp bilgisi nedeniyle bu alanda önemli araştırma kaynakları sunar. Kırsal bölgelerde yaşayan Türk toplumu, sağlık ve beslenme için bitkileri geleneksel olarak kullanır. Çeşitli çalışmalarla bu geleneksel tıbbi yöntemler ile tıbbi hastalıklar arasındaki ilişkiyi araştırılmaktadır (Nadiroğlu, Behçet ve Çakılcıoğlu 2019).

Yapılan araştırmalar, birçok tıbbi bitkinin önemli antioksidan özelliklere sahip olduğunu ve serbest radikalleri nötralize ettiğini göstermiştir (Al-Snafi 2017). Serbest radikaller, dış orbitallerinde bir veya daha fazla eşleşmemiş elektrona sahip olan kimyasallardır (atomlar, moleküller veya iyonlar) ve sıklıkla dikkat çekici bir reaktivite gösterirler. 20. yüzyılın başlarında bu radikallerin varlığına dair kanıtlar bulunmuştur (Di Meo ve Venditti 2020). Son yıllarda, özellikle de serbest radikallerin hastalıkların nlenmesine yönelik rolüne dair artan bir ilgi gözlemlenmektedir, Serbest radikallerle ilgili biyoloji ve tıp alanları hızla gelişmektedir, çünkü bunlar insan sağlığı ile derin bir ilişkiye sahiptir ve dolayısıyla yaşam kalitesini etkilemektedir (Martemucci vd. 2022).

Antimikrobiyal direnç (AMR), virüsler, bakteriler, mantarlar ve parazitler gibi çeşitli mikroorganizmaların ilaçlara maruz kalsalar bile hayatta kalma ve çoğalma yeteneğidir. Bu patojenleri hedef almak ve ortadan kaldırmak için antibiyotikler, antiviral ilaçlar ve antifungaller gibi ilaçlar geliştirilmiştir. Antibiyotikler, özellikle bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde en yaygın olarak kullanılan ilaçlar arasındadır. Mikroorganizmaların tedaviye uyum sağlamak ve dayanmak için genetik mutasyonlar nedeniyle AMR gelişir (Angelini 2024). Bakterilerin antimikrobiyal ajanlara karşı direnmesi, bira temel mekanizmanın bir sonucudur. Bunlar, antibakteriyel moleküllerin etkisiz hale getirilmesi veya değiştirilmesi, bakteriyel hedef bölgelerde değişiklik yapılması, antibiyotiğin hücre içine girişinin veya birikiminin azaltılması ve bakteriyel biyofilm oluşumudur (Woo vd. 2023). Bitkilerden elde edilen antimikrobiyal maddeler, bakteriyel hücre zarlarının fosfolipit çift katmanlarını değiştirebilir, enzimleri bozabilir ve genetik materyale zarar verebilir. Flavonoidler ayrıca bakteriyel zarların geçirgenliğini artırarak hücre hasarını ve bakterilerin i ortamlarını değiştirebilir (Gyawali, Hayek ve Ibrahim 2015).

Yeni antibakteriyel ajan türlerine olan gereksinim, bakterilerin mevcut ilaçlara karşı artan direnci nedeniyle dünya çapında ortaya çıkan bir sorundur. Antibiyotiklerde yeni kimyasal yapılar oluşturmak için doğal bileşikler kullanılabilir. Bu doğal maddeler, sentetik ilaçların aksine, daha ucuzdur, yenilenebilir kaynaklardan gelir ve uzun bir kullanım geçmişine sahip oldukları için daha yaygın olarak kabul görürler. Bu maddeler genellikle yan etkiler üretmezler (Silva vd. 2019).

Turp, bağışıklık sistemini güçlendiren antioksidanlar, sindirime yardımcı olan diyet lifleri ve kan basıncını ve kalp sağlığını kontrol etmeye yardımcı olan vitaminler içeren

mükemmel bir besin kaynağıdır. Bu besin değerine ve hızlı büyüme döngüsüne rağmen, turp tüketiminin artırılması gerekiyor (Reis vd. 2024). Turpta bulunan çok sayıda sekonder metabolit, özellikle fenoller, biyolojik işlevleri etkiler (da SILVA vd. 2020).

Erzurum'da yapılan bir araştırmada, kırmızı kabuklu cv. Antep ve cv. Cherry Belle turp çeşitlerinin köklerinden elde edilen metanol ekstraktlarının gıda kaynaklı 52 farklı bakteri üzerindeki antibakteriyel etkilerini disk difüzyon testi kullanılarak incelenmiştir. Ekstraktların antibakteriyel etkileri çok çeşitlidir. *Arthrobacter ilicis*, *Corynebacterium ammoniagenes*, *Enterobacter hormaechei*, *Kocuria rosea*, *Neisseria subflava*, *Pantoea agglomerans*, *Proteus vulgaris*, *Psychrobacter immobilis* ve *Shigella dysenteriae* en hassas bakterilerdir. Cv. Antep'in *Bacillus sphaericus* ve *Corynebacterium flavescentis* ile karıştığı, Cv. Cherry Belle'in ise *Arthrobacter atrocyaneus* ile karıştığı görülmüştür (Caglar Kaymak vd. 2018).

Mustafa Sevindik ve ark., beyaz turp (*Raphanus sativus*) köklerinin ve toprak üstü kısımlarının antioksidan ve antibakteriyel özelliklerini araştırmış ve sonucunda bitkinin antioksidan kapasitesinin yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan laboratuvar testleri, yaprak ve gövde ekstraktlarının çeşitli bakteri ve mantar türlerine karşı etkili olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, bitkinin bir gıda bileşeni olarak veya antimikrobiyal ve antioksidan özelliklere sahip bir kaynak olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Çalışmada, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Staphylococcus aureus* MRSA ATCC 43300, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 ve *Acinetobacter baumannii* ATCC 19606 gibi çeşitli bakteri türlerini incelenmiştir. Ek olarak, *Candida albicans* ATCC 10231, *Candida krusei* ATCC 34135 ve *Candida glabrata* ATCC 90030 gibi tipik mantar suşları da incelenmiştir (Sevindik vd. 2023).

Bu tez çalışmasında, kırmızı, çin ve siyah turp (*Raphanus sativus*) çeşitlerinden elde edilen özlerin test bakterileri üzerindeki antibakteriyel etkilerini ve bakteriyel suşların oluşumunu ne kadar engelleyebileceğini araştırılmıştır. Turpların içerdiği antibakteriyel ve antioksidan etkili fitokimyasalların, bakteriyel enfeksiyonlarla mücadele etmek ve artan antibiyotik direncine karşı doğal bir tedavi alternatifi sunma potansiyeli araştırılmıştır.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

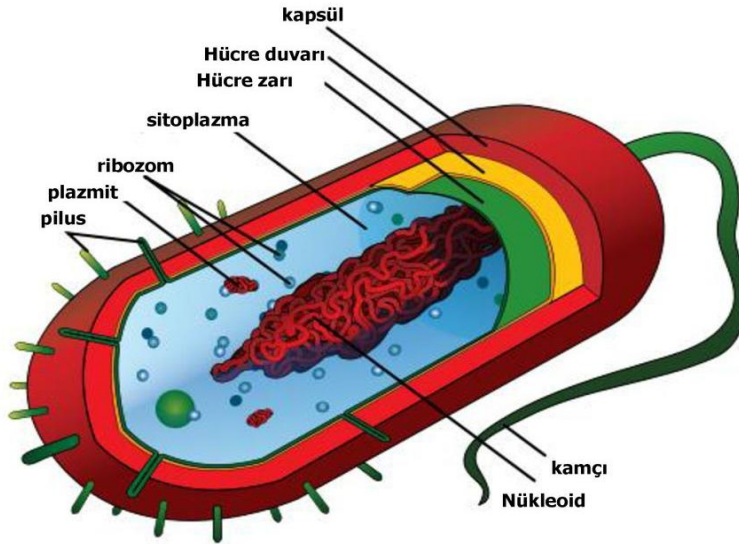
2.1. Yeryüzünde Hayatın Başlangıcı ve Canlıların Hücresel Sınıflandırılması

Tüm canlıların ortak atası yaklaşık 3,4 milyar yıl önce yeryüzünde varlık göstermeye başlamıştır, ancak hayatın nasıl başladığına dair net bir bilgi bulunmamaktadır. Bu tarih, gezegenin yaklaşık 4,5 milyar yıl önce oluşumundan kısa bir süre sonrasına karşılık gelmektedir.(Thomas D. Pollard vd. 2022). Günümüzde canlılar, hücre yapılarına göre prokaryot ve ökaryot olarak iki gruba ayrılmaktadır (Esin Çınar 2023).

2.1.1. Prokaryot canlılar

Prokaryot canlılar, genellikle 1-5 µm çapında ve zarı çevreleyen bir çekirdeğe sahip olmayan tek hücreli organizmalardır. Çoğu prokaryot, hücre metabolizmasını yöneten özel zar yapıları içerir. Plazma zarının içe doğru kıvrılması bu yapıları oluşturur. Bazı prokaryotlarda ana kromozomlarının yanı sıra birkaç genden oluşan küçük DNA halkaları vardır. Bunlar "plazmit" olarak bilinir. Bacteria ve Archaea, prokaryotik yaşamın iki ana alanıdır. Bilinen prokaryotların çoğu bakterilerdir. Prokaryotların çoğu hücre duvarları tarafından şekillendirilir ve korunur. Bakteri hücrelerinin hücre duvarlarında peptidoglikan tabakası vardır, ancak arkeya hücrelerinin yoktur. Prokaryotlar, ekosistemlerde kimyasal madde üretimi ve geri dönüşümünde önemli bir rol oynadıkları için biyoteknolojinin temelini oluştururlar (Bahadır Semerc 2018). Bakteriler küre, çubuk ve spiral şeklinde olabilir. Küre şeklinde olan bakteriler "kok", çubuk şeklinde olanlar "basil" ve spiral şeklinde olanlar "spirillum" olarak adlandırılır. Bu şekiller, bakterilerin çevreye uyum sağlamasına ve etkileşim kurmasına çok yardımcı olur. Bir bakteri hücresinde yaygın olarak bulunan organeller arasında nükleoid, ribozom, sitoplazma, hücre zarı, hücre çeperi ve bazı bakteri türlerinde kapsül, pilus ve fimbrialar yer alır. Hücre, plazma zarıyla çevresinden ayrılır. Zar, iki fosfolipit tabakadan oluşur. Fosfolipitler polar moleküllerdir ve hidrofob yağ asitlerinden ve hidrofil fosfattan ve hidrofil gliserinden oluşur (Tuğba Konca 2012). Hücre zarının hemen dışında bulunan hücre duvarı, peptidoglikandan oluşan karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu yapı, hücrenin şeklini korumak ve iç basıncı dengelemek için gereklidir, aynı zamanda çevresel değişikliklere karşı da koruma sağlar. Hücre duvarı

ayrıca bağışıklık sistemini uyarabilir ve hastalıkların gelişiminde rol oynar. Bu duvar, bakterilerin hayatta kalmasında çok önemli bir bileşendir ve bu nedenle antibiyotikler için önemli bir hedeftir (Dörr, Moynihan, ve Mayer 2019). Hücre duvarları her bakteride aynı değildir. Gram boyama, bakterileri iki gruba ayırır: gram pozitif ve gram negatif. Gram pozitif bakteriler koyu mavi veya mor renge sahiptir, ancak gram negatif bakteriler kırmızıdır. Bakteriler, hücre duvarlarının kalınlığına göre sınıflandırılır. Gram pozitif bakterilerin hücre duvarları, gram negatif bakterilerinkinden daha kalındır. Gram pozitif hücre duvarları yapı bakımından daha çeşitlidir, ancak her iki grup da peptidoglikan içerir. Gram negatif bakteriler, lipid içeren dış zarla kaplı ince bir peptidoglikan tabakasına sahipken, Gram pozitif bakteriler kalın bir peptidoglikan tabakası bulundurmaktadır; bu durum, onları bazı antibiyotiklere karşı daha hassas hale getirir (Seltmann ve Holst 2002).



Şekil 2.1. Prokaryot hücre yapısı (url1 t.y.).

Birçok mikroorganizma, özellikle bakteriler, insan, hayvan ve bitkilerde parazit olarak yaşayabilirler. Bu nedenle, bakterilerin teşhis edilip sınıflandırılması oldukça önemlidir. Günümüzde bakteriler, çeşitli kriterlere göre farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır. Sınıflandırmada dikkate alınan bazı kriterler şunlardır: şekil, boyut, genetik özellikler, yaşam alanları, boyama yöntemleri, hareket yetenekleri ve fizyolojik ihtiyaçlar.

Bakterilerin sınıflandırılması şu başlıklar altında yapılmaktadır:

- Mikroskobik özellikler
 - Morfoloji

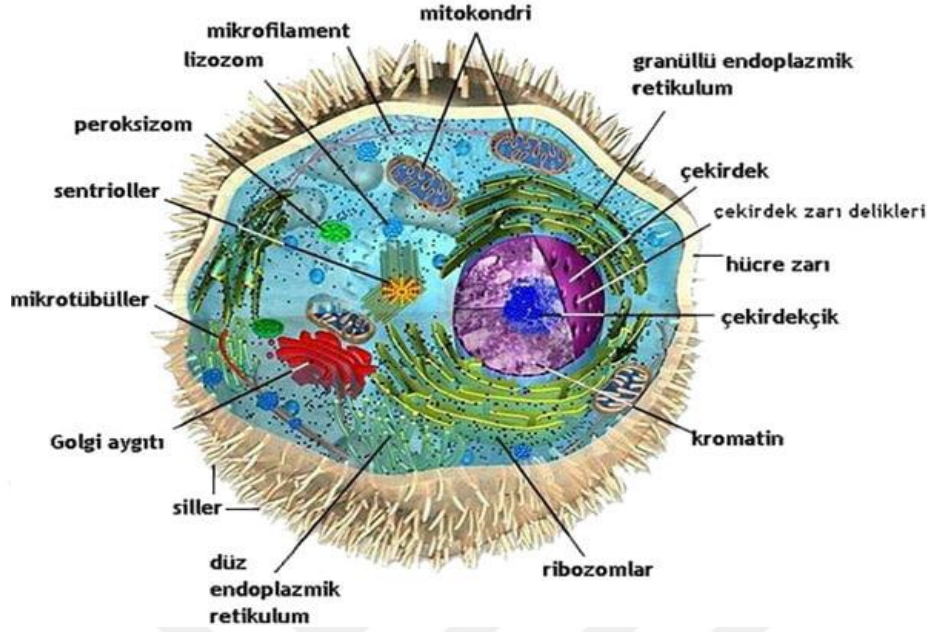
- Boyama özellikleri
- Büyüme özellikleri
- Biyokimyasal özellikler
- Fizyolojik özellikler
- Beslenme özellikleri
- Genetik özellikler (Esin Çınar 2023).

İnsan vücudu, yararlı bakteriler olarak bilinen çok sayıda bakteri içerir. Bu bakteriler ve insanlar arasındaki ilişkiye karşılıklı faydalı veya simbiyotik ilişki denir. Sindirime yardımcı olarak, bağışıklık sistemini güçlendirerek ve zararlı organizmaların büyümesini engelleyerek bu mikroorganizmalar genel sağlığı iyileştirir. Bu bakteriler, cilt, gastrointestinal sistem ve solunum sistemi gibi vücuttaki çeşitli yerlerde bulunur ve her yerdeki karmaşık çevrelerine uyum sağlar (Ogunrinola vd. 2020). Çalışmalara göre, insan vücudundaki bakterilerin ağırlığı yaklaşık 0,2 kg'dır (Sender, Fuchs, ve Milo 2016). Sağlıklı insanların cilt ve mukozalarında bulunan mikroorganizmalar, "normal mikrobiyal flora" olarak bilinir. Bu mikroorganizmaların tüm genomları mikrobiyom olarak bilinir. Yapılan araştırmalar, "normal mikrobiyotanın" mikrobiyal patojenlere karşı ilk savunma hattını oluşturduğunu, toksinlerin parçalanmasını desteklediğini ve bağışıklık sisteminin gelişiminde önemli bir rol oynadığını göstermiştir. Bununla birlikte, dengesizlikler veya bağırsak iltihabı gibi hastalıklara neden olabilir (Brooks vd. 2012).

2.1.2. Ökaryot hücreleri

Ökaryot hücreleri, bitkiler, algler, amipler, mantarlar, hayvanlar ve diğer tek hücreli organizmalarda bulunabilir. Bu hücreler prokaryotik hücrelerden farklıdır çünkü sitoplazmalarında belirli işlevlere sahip organeller bulunur. Genetik materyali taşıyan bir çekirdek hücre içinde bulunur. Hücre çekirdeğinin kromozomlarında genetik materyal bulunur. Çekirdek zarı, nükleoplazma ve sitoplazma olmak üzere iki ana bölme ayırır. Endoplazmik retikulum, çoğu ökaryotik hücrenin protein ve fosfolipid sentezinin gerçekleştiği yerdir. Golgi aygıtı, membran proteinlerini, lizozomal proteinleri ve salgı proteinlerine şeker ekleyen sindirim enzimlerini içeren lizozomlar ve oksidatif reaksiyonlarla ilgili enzimleri barındıran peroksizomlardan oluşur. Ayrıca çoğu mitokondrilere sahiptir, yani besinlerin kimyasal bağlarında depolanan enerjiyi

ATP'ye dönüştürürler. Siler ve kamçılar, hareket veya çevreyi algılamak için kullanılır (Thomas D. pollard 2022).



Şekil 2.2. Ökaryot hücre yapısı (url2 t.y.).

Tablo 2.1. Prokaryotik hücrelerle ve ökaryotik hücrelerin karşılaştırılması.

Özellik	Prokaryot	Ökaryot
Filogenetik Gruplar	Bacteria, Archaea	Protista, fungus, bitki ve hayvan
Boyut	0,2-10 μm	10-100 μm
Çekirdek Zarı	Yok	Var
Çekirdekçik	Yok	Var
Kromozomları	Basit ve halkasal	Çok sayıda, çubuk biçiminde
Histon Proteinleri	Bacteria'da yok, Archaea'da var	Var
Golgi Kompleksi	Yok	Var
Endoplazmik Retikulum, Lizozom ve Mitokondrileri	Yok	Var
Genlerinde İntronlar	Nadir	Yaygın
Ribozomları	Nispeten küçük (70S'lik)	Oldukça büyük (80S'lik)
Mikrotübül, Mikrofilament ve Ara Filamentler	Yok	Var
Kamçı (Flagellum)	Var, ama 9+2 yapısı yok, flagellin proteini var	Var, 9+2 yapısında tübülün proteini var
Hücre Duvarı	Var. Bakterilerde peptidoglikan yapısında	Bitki, alg ve funguslarda, polisakkarit yapısında. Hayvanlarda yok.
Solunum Enzimleri	Hücre zarında	Mitokondride
Gaz Vezikülleri	Bazılarında var	Yok
Bölünme	Fizyon (ikiye bölünme)	Mitoz ya da mayoz
Aşırı Koşullarda Yaşama ve Üreme	Bazı Archaea türlerinde var	Yok

(M Turan Akay 2017).

2.2. Çalışmada Kullanılan Bitkiler

2.2.1. Turp (*Raphanus sativus*)

Turp, Brassicaceae familyasına ait bir bitkidir ve genellikle kök sebze olarak kullanılır. Turp kökleri hem şekil hem de boyut olarak çeşitlidir. Japonya'daki "Sakurajima-daikon", 30 cm'den büyük yuvarlak köklere sahiptir, ancak Avrupa'daki küçük turplar 2-3 cm çapındadır. Asya'da yaygın olan silindirik turp çeşitleri yaklaşık on santimetre çapında ve kırk santimetre uzunluğundadır. Ayrıca beyaz, kırmızı, mor, yeşil ve siyah gibi çeşitli renk seçeneklerine sahiptir. Çin'de bulunan bazı çeşitler ise kırmızı veya yeşil köklere sahiptir (Nishio ve Kitashiba 2017). Turp (*Raphanus sativus* L.) tüm dünyada yetiştirilir. Salatalarda, pişirilerek veya turşu olarak tüketilir. Küçük ve orta ölçekli üreticiler için kısa büyüme döngüsü idealdir. Turp, yüksek verim ve karlılık sağlamak için uygun toprak nemi, sıcaklığı ve gübrenmesi gerekir (Santos vd. 2022).

Tablo 2.2. *Raphanus* L. cinsinin sistematikteki yeri.

Alem	Plantae
Alt alem	Angiosperms
Şube	Eudicots
Sınıf	Rosids
Takım	Brassicales
Familya	Turpgiller
Cins	<i>Raphanus</i>
Tür	<i>Raphanus sativus</i>

(Sabishruthi vd. 2018)

Turpların besinsel ve biyolojik aktif bileşenleri, çeşitli bitki türlerinin ve çeşitli bölümlerinin incelenmesine odaklanmıştır. Yaklaşık %30'luk bir oranla kırmızı turp en sık incelenen türdür. Siyah turp en az çalışılan türdür ve sadece yaklaşık %6'lık bir oranda bulunurken, beyaz turp %13 civarında bulunuyor. İlginç bir şekilde, araştırmaların yaklaşık %41'inde turp türü açıklanmamıştır. Turp bölümleri açısından, araştırmaların %41'inde kökler en çok incelenmiştir. Yapraklar %22 ile ikinci sırada yer aldı. Araştırma, kotiledonlar, saplar, kabuklar ve tohumlar gibi diğer bölümleri de incelemiştir (Gamba vd. 2021).

FoodData Central Search (ABD) verilerine göre, 100 gram turp, 18 kalori, 4,1 gram karbonhidrat, 2,5 gram şeker, 1,6 gram diyet lifi, 0,1 gram yağ ve 0,6 gram protein içermektedir. Turp ayrıca B1, B2, B5, B6, B9 ve C vitaminleri ve tiamin, riboflavin, niasin ve pantotenik asit gibi B grubu vitaminleri de içerir. Ayrıca 94,5 gram suyu

Çinko, kalsiyum, demir, magnezyum, manganez, fosfor, potasyum, sodyum ve magnezyum gibi hayati mineralleri ve çeşitli iz elementleri içerir (Sevindik vd. 2023).

Turp, geleneksel olarak safra akışını artırmak için kullanılan bir astringent ve idrar sektürücü maddedir. Turp suyu, safra taşı, öksürük ve romatizmal artrit için eski bir evde tedavi yöntemidir. Bu, Hindistan ve Arap geleneksel tıbbında sarılık, safra taşı, karaciğer hastalıkları, rektal bozukluklar ve hazımsızlık gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılır. Astım, göğüs sıkışıklığı ve bağırsak enfeksiyonlarının tedavisinde hem kökler hem de yapraklar kullanılır. Kökler, antibakteriyel ve antifungal özellikleri nedeniyle tümörlere karşı etkilidir (Saha, Paul S ve Afroz A 2023).

Turpun mikrop­lara karşı güçlü bileşikler içerdiğini ve *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi* ve *Bacillus subtilis* gibi çok sayıda bakterinin gelişmesini durdurabileceğini gösteren araştırmalar. Ayrıca sülforafan içeriğı nedeniyle kolon kanseri hücrelerinin büyümesini önler. İçeriğinde bulunan saponin ise belirli kanser hücrelerini öldürebilir. Turp aynı zamanda yüksek antioksidan aktivitesi vardır. Siyanidin glikozit olarak bilinen antosiyanin bileşiğı sayesinde oksidasyona karşı güçlü bir koruma sağlar. Ek olarak, etanolik ve sulu özlerinin böbrekleri rifampisin gibi bazı ilaçların zararlı etkilerinden koruyucu özellikleri vardır (Saha, Paul S ve Afroz A 2023). Turp filizleri, en yüksek fenol içeriğine sahiptir ve güçlü antioksidan özelliklere sahiptir. Ek olarak, çeşitli bakteri ve mantarlara karşı antimikrobiyal aktiviteye sahiptir. Bu nedenle, biyolojik olarak aktif maddeler için umut verici bir doğal kaynaktır (Sabishruthi vd. 2018). Beyaz turp (*Raphanus sativus*) bitkisinin antioksidan bileşikleri oksidatif stresi azaltır ve etanol ekstraktı antimikrobiyal aktivite gösterir. Yumruları *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* ve *Candida spp.* Gibi birçok bakteri ve mantarı öldürür. Ayrıca yaprakları ve gövdesi antimikrobiyal özelliklere sahiptir, bu da onu doğal olarak biyolojik olarak aktif maddelerin kaynağı haline getirir (Sevindik vd. 2023).

Turp (*Raphanus sativus*), biyolojik olarak aktif bileşiklerle dolu içeriğı nedeniyle çeşitli biyolojik aktivitelere sahiptir. Turp ile ilgili önemli biyolojik faaliyetler şunlardır:

2.2.2. Turp antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi

Turp, antosiyaninler açısından zengin olan fiyrlotlerden biridir ve doğal antioksidanlar arasında çok önemlidir. Diğer türlere göre kırmızı turplarda antosiyanin yoğunluğu daha yüksek olduğundan, sağlık açısından daha faydalıdır. Serbest radikallere karşı etkili bir savunma yöntemi, antisiyaninlerdir. Vücudun doğal süreçleri ve çevresel faktörler, örneğin kirlilik, sigara ve ultraviyole ışınları, serbest radikalleri oluşturur. Bu radikaller, hücreleri zarar vererek kanser ve kalp hastalıkları gibi hastalıkların gelişmesine neden olabilir (El-Beltagi vd. 2022).

Turp (*Raphanus sativus*) bitkisinin, bakterilerin büyümesini durdurma yeteneğine katkıda bulunan bir dizi ikincil metabolit içerdiğini gösteren araştırmalar. Flavonoidler, alkaloidler, glikozitler, fenoller, saponinler, steroller ve tanenler bu metabolitlerden bazılarıdır. Bu bileşenler, bitkinin antibakteriyel özelliklerini açıklamaktadır. Bakteriyel enfeksiyonlarla mücadele etmek için bir tedavi olarak kullanılabilir (Ahmad vd. 2012).

2.2.3. Flavonoidler

C6–C3–C6 iskeletine sahip flavonoidler, polifenol sınıfının ana bileşenleridir. Bu maddeler, antibakteriyel özellikleri nedeniyle antibiyotiklere dirençli enfeksiyonların tedavisinde potansiyel bir alternatif olarak kullanılabilir. Flavonoidler bakterileri doğrudan öldürür, antibiyotik etkinliğini artırır ve bakteriyel patojeniteyi azaltır. Flavonoidlerin taşıma pompasını durdurduğunu, bakteriyel hücrelerin işlevlerini bozduğunu ve antibiyotikleri engelleyen enzimlere karşı güçlü olduğunu gösteren araştırmalar vardır. Ayrıca, flavonoidlerin antioksidan, anti-inflamatuvar, antikanser ve kardiyovasküler koruyucu özellikleri, geleneksel antibiyotiklerin dirençli bakterilere karşı alternatif bir seçenek olarak umut vericidir (Xie vd. 2014).

2.2.4. Alkaloidler

Alkaloidler, yaklaşık 300 bitki ailesinde, bakterilerde, mantarlarda ve hayvanlarda bulunan çok çeşitli bir ikincil metabolit grubudur. Alkaloidlerin yapılarında birincil, ikincil veya üçüncül amin olabilecek temel bir azot atomu bulunur. Alkaloidler, kimyasal yapılarına göre iki kategoriye ayrılabilir: halkalı alkaloidler (halkada azot bulunur) ve halkasız alkaloidler (yan zincirinde azot yoktur). Gerçek, proto- ve psödo-alkaloidler ayrıca biyokimyasal yollarına veya doğal kaynaklarına göre sınıflandırılırlar. İndoller, pirrolidinler, izokinolinler ve diğerleri gibi daha küçük

gruplara ayrılabilirler. Alkaloidler, enzimler ve reseptörlerle hidrojen bağları oluşturma yetenekleri sayesinde kanser ve enfeksiyon hastalıklarını tedavi ederler, bu da onları bakteriler ve virüsler karşısında etkili kılar. Ayrıca merkezi sinir sistemini etkiler (Casciaro vd. 2020).

2.2.5. Glikozitler

Glikozitler, şeker olmayan bir bileşenin (aglikon veya jenerin) şeker kısmı ile belirli bir şekilde bağlanmasıyla oluşan bitkisel kökenli organik bileşiklerdir. Bu maddeler, bitkileri savunmak ve korumakla kalmaz, aynı zamanda tıbbi ve farmasötik alanda da kullanılır. Glikozitlerin şeker olmayan kısmına göre çeşitli türleri vardır; O-glikozitler, S-glikozitler, N-glikozitler ve C-glikozitler, çeşitli özelliklere ve kullanım amaçlarına sahiptir. Glikozitler hem modern hem de geleneksel tıpta hayati öneme sahiptir. Bu maddeler, antioksidan özellikleri, kalp hastalıklarının tedavisi ve anti-inflamatuar etkileri nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Streptomisin gibi antibiyotiklerde bulunan glikozitler, bu maddelerin tıbbi değerini gösteren bir örnektir (SIM 1967).

2.2.6. Fenoller

Fenoller, bitkileri hastalık ve ultraviyole ışınlarından koruyan önemli bir ikincil bitki metabolitidir. Bu bileşikler, bitkileri çevresel zararlara karşı doğal olarak korur. Güçlü antioksidan özellikleri nedeniyle, fenoller kanser, diyabet ve kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik hastalıkları önleyebilir. Ayrıca, vücuttaki serbest radikallerin zararlı etkilerini azaltarak iltihaplanmayı önler ve genel sağlığı iyileştirir (Rahman vd. 2022). Fenoller, bir veya daha fazla fenolik gruptan oluşan ve bitkilerin çeşitli parçalarından elde edilen bileşiklerdir. Bu maddeler aynı zamanda antibakteriyel, antitoksin, antiviral ve antifungal özelliklere sahiptir. Ayrıca insan sağlığına çok sayıda fayda sağlar: antioksidan, anti-inflamatuar, anti-diyabetik, anti-alerjik, anti-aterojenik, anti-hipertansif, anti-trombositik, kanser karşıtı, kardiyoprotektif, osteoprotektif, nöroprotektif, anti-aging ve hepatoprotektif. Gıda endüstrisi, antioksidan ve mikrobiyal özellikleri nedeniyle fenolleri doğal koruyucu maddeler olarak kullanırlar (Manso, Lores, ve de Miguel 2022).

2.2.7. Saponinler

Saponinler, doğal olarak bitkilerde, bazı deniz canlılarında ve bakterilerde bulunan yüksek moleküler ağırlıklı ve kimyasal olarak karmaşık bir bileşik grubudur. Saponinlerin farmakolojik özellikleri arasında kolesterolü düşürme, kanserle

mücadele etme, bağışıklık sistemini uyarma, kan şekeri düşürme, yumuşakçaları öldürme, protozoalarla mücadele etme ve antioksidan özellikler yer almaktadır. Bu sonuçlar, bu metabolitlere sahip bitki özlerinin farmasötik, veteriner ürünleri ve bitkisel ilaçlar için kullanılabileceği fikrini güçlendirmektedir (Akinpelu vd. 2014). Vücut saponinleri metabolize ederek farmakolojik olarak aktif maddelere dönüştürür. Çeşitli in vivo araştırmalar, saponinin hemolitik, anti-inflamatuar, antibakteriyel, antifungal, antiviral, insektisit, antikanser, sitotoksik, hepatoprotektif ve moluskisit özelliklerini göstermiştir. Saponinin hem hayvanlarda hem de insanlarda kolesterolü ve diyabetli kişilerde kan şekeri azalttığı gösterilmiştir (Timilsena, Phosanam, ve Stockmann 2023).

2.2.8. Steroller

Bitki hücre duvarlarında bulunan bitkisel steroller, sağlık açısından yararlı birçok biyolojik özelliğe sahiptirler. Özellikle kolesterol seviyelerini düşürdüğü bilinmektedir. Bağırsaklardan kolesterol emilimini engelleyerek LDL ve plazma kolesterol seviyelerini düşürürler. Beta-sitosterol gibi bitkisel steroidler ayrıca kolon kanseri gelişimini önleyebilir. Bunun dışında antibakteriyel, antifungal, anti-inflamatuar ve antioksidan özelliklere sahiptirler, bu da onları çeşitli hastalıkların tedavisinde etkili kılar. Vücut, kolesterole benzeyen steroidler üretir ve bu steroidler hücre duvarı gelişimini etkiler. Kolesterol türevlerinin antibakteriyel özellikleri olduğu düşünülmektedir, bu da antibiyotiklere karşı artan dirençle mücadele için yeni yöntemler sunar (Altunayar Unsalan, Sahin ve Kazanci 2018; Dogan vd. 2017).

2.2.9. Tanenler

Taninler, meyve, odun, ağaç kabukları ve sürdürülebilir tarım yoluyla yetiştirilen birçok yabani bitkide yaygın olarak bulunan doğal fenolik bileşiklerdir. Deri tabaklama işlemlerinde ve halk sağlığında çeşitli enfeksiyonlar ve hastalıklarda kullanılmıştır. Modern araştırmalar, bu maddelerin tıp ve eczacılık alanlarında büyük bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir.

Taninler, bitkinin mantar, bakteri ve böceklerden korunmasına yardımcı olur. Taninler genellikle iki ana kategoriye ayrılır: yoğunlaştırılmış taninler (örneğin poliflavonoid taninler), hidrolize edilebilir (örneğin gallotaninler ve ellajitaninler) ve yoğunlaştırılabilir taninler (örneğin ellajitaninler). Her iki grup da mantar ve bakterileri öldürür (Pizzi 2021). Taninler, hem gram-pozitif hem de gram-negatif

bakterilerin büyümesini inhibe edebilir ve ayrıca biyofilmleri çözebilir. Bazı durumlarda, biyofilmin bakteriyel büyümeyi durdurma kapasitesi onu etkileyebilir. Tanik asit, ellajik asit ve epigallokateşin gallat, antibakteriyel tanin özelliklerine sahiptir.

Taninlerin antibakteriyel etkisini açıklayabilecek faktörler hala belirsizdir. Enzimatik aktiviteyi etkileyen serbest fenolik hidroksil gruplarının varlığı aktivitenin kaynağı olarak düşünülüyor. Peptidoglikan oluşumunun bozulması, membranın bozulması, pompaların inhibe edilmesi ve yağ asidi sentezi, taninlerin antibakteriyel aktivitesine yönelik diğer mekanizmalar arasındadır.

Taninlerin ayrıca biyofilm oluşumunu azaltabildikleri bilinmektedir. Dış hücresel polimerik maddelerle çevrili biyofilmler, bakterilerin dehidrasyon, dezenfektanlar ve antibiyotikler gibi zorlu koşullarda hayatta kalmalarına yardımcı olmaktadır(Villanueva vd. 2023).

2.3. Çalışmada Kullanılan Test Mikroorganizmaları

2.3.1. Staphylococcus aureus

Staphylococcus aureus, gram-pozitif bir bakteridir, Gram preparatında üzüm salkımı şeklinde duran, yaklaşık 1 µm büyüklüğünde yuvarlak koklardır. Gruplar tek tek, ikili veya dörtlü olarak da görülebilir. Kapsülsüz, hareketsiz ve sporsuz bakterilerdir. Bununla birlikte, bazıları organizmadan izole edildiğinde kapsüllü olabilir(Prof. Dr. Ali vd. 2005). sağlıklı insanlarda burun mukozası ve cildinde bulunabilir. Bu organizma, yumuşak dokularda veya ciltte enfeksiyonlardan başlayarak sistemik ve ölümcül hastalıklara kadar çeşitli hastalıklar üretebilir. Ek olarak, *S. aureus*, biyofilm oluşturma yeteneği ve çoklu antibiyotiklere karşı direnç göstermesi nedeniyle sağlık için önemli bir tehlike oluşturmaktadır (Sato vd. 2019). *Staphylococcus aureus*, dünyanın en ünlü ve yaygın bakteriyel patojenlerinden biridir ve basit cilt enfeksiyonları ile tahmin edilmesi zor olan daha ciddi, invaziv enfeksiyonların yüz binlerce hatta milyonlarca vakasına dünya çapında her yıl neden olmaktadır. Bu bakteri, pnömoni ve diğer solunum yolu enfeksiyonları, cerrahi alan enfeksiyonları, protez eklem enfeksiyonları, kardiyovasküler enfeksiyonlar ve hastane kaynaklı bakteremi gibi birçok hastalığın nedenidir. 2012 yılında yapılan bir araştırmaya göre, *S. aureus* bakteremisi yılda 100,000 kişide 20 ila 50 vaka arasında yaygındır. Bu vakalardan %10 ila %30'unun enfeksiyondan dolayı ölmesi beklenir. 2017 yılında

yapılan bir araştırma, Amerika Birleşik Devletleri'nde *S. aureus* bakteremisi nedeniyle yılda yaklaşık 20,000 kişinin öldüğünü gösterildi. Ek olarak, *S. aureus* bakteremisi, AIDS, tüberküloz ve viral hepatit gibi hastalıklardan kaynaklanan ölümlerden daha fazla insanın hayatını kaybetmesiyle ilişkili olduğu bildirilmiştir (Cheung, Bae, ve Otto 2021). *Staphylococcus aureus*, antimikrobiyal peptitlere, kompleman sistemine ve fagositleri çekme girişimlerine karşı çok sayıda mekanizmaya sahiptir. Bu mekanizmaların çoğu, konakçının doğal savunma sistemini engeller. İlaç toleransını artıran toksinler, enzimler, hücre yüzeyi proteinleri ve yapışma proteinleri, *S. aureus*'un enfeksiyon oluşturma yeteneğine katkıda bulunur. Bakteri, konak hücrelerinin zarlarını tahrip eden ve hücre lizisine neden olan toksik maddeler üretir (Zainulabdeen ve Dakl 2021).

Staphylococcus aureus enfeksiyonları, hastanelerde yaygın olarak bulunan ve topluluklarda ortaya çıkan metisiline dirençli suşlar (MRSA) ile birlikte önemli bir tıbbi sorundur. İlk nesil sefalosporinler, klindamisin ve eritromisin daha az şiddetli enfeksiyonlar için etkili tedavi seçenekleridir, ancak fülokloksasilin sıklıkla şiddetli metisiline duyarlı enfeksiyonlar (MSSA) için kullanılır. Topluluk kaynaklı metisiline dirençli suş (MRSA) enfeksiyonları genellikle linkozamidler veya kotrimoksazol ile tedavi edilir, ancak vankomisin ciddi MRSA enfeksiyonlarını tedavi edebilir. Linezolid gibi geleneksel tedavilere yanıt vermeyen hastalar için yeni antibiyotikler geliştirilmiştir (Rayner ve Munckhof 2005).

Tablo 2.3. *Staphylococcus aureus*'un virülans faktörleri.

Adı	Kısaltma	Fonksiyon
Beta toksin	Hlb	Hücre zarlarını yıkan sitolitik bir sfingomiyelinaz.
Alfa toksin	Hla	Hücre zarlarında delikler oluşturan bir toksin.
Lökositinler D, E, M	LukD/E/M	Lökotoksinler, iki parçadan oluşan bir delik olan lökositleri öldürür.
PSM peptitleri	PSMs	Delik açmak için toksinler veya deterjanlar.
Eksfoliyatif toksinler A, B, D	ETA/B/D	Süperantijen aktivitesine sahip ekzotoksinler; desmoglein 1'i parçalar.
Enterotoksinler	SEs	Gastroenterik toksisite, süperantijen aktivitesi yoluyla immünomodülasyon.
SE-benzeri proteinler	SEIs	Bilinmiyor; gastrointestinal toksisite yok, süperantijen aktivitesi yoluyla immünomodülasyon.
Toksik şok sendromu toksini-1	TSST1	Endotel toksisitesi (doğrudan veya sitokin yoluyla); süperantijen aktivitesi.
Formilpeptitler	fMLPs	Formil peptid reseptörü için ligandlar.

(Zecconi ve Scali 2013).

2.3.2. Escherichia coli

Escherichia coli, çubuk şeklinde ve gram-negatif olan, *Enterobacteriaceae* familyasına ait bakterilerdir ve ilk olarak 1885 yılında Theodor *Escherich* tarafından bebek dışkılarından izole edilmiştir. Bebek doğduktan birkaç saat sonra, *E. Coli* sindirim sisteminde yerleşir. Çeşitli karşılıklı faydalar olduğundan dolayı, insanlar ve komensal *E. coli* suşları zararsız bir şekilde bir arada yaşayabilir. Ancak, gastrointestinal bariyerleri zayıflamış veya bağışıklık sistemi zayıflamış insanlarda *E. Coli* hastalığı yapabilir (Pakbin, Brück, ve Rossen 2021). Bağırsak dışı *Escherichia coli* (ExPEC) ve ishal yapıcı bağırsak patojenleri, patojenik *Escherichia coli* suşlarının iki ana grubudur. Enteropatojenik *Escherichia coli* (EPEC) ve üropatojenik *Escherichia coli* (UPEC), çocuklarda idrar yolu enfeksiyonlarının %90'ını oluşturur. İshal yapan *Escherichia coli* (DEC) suşları, virülans faktörleri, fenotipik özellikleri ve hastalığa neden olma mekanizmaları açısından altı ayrı patotipe ayrılmaktadır: EPEC, enterotoksijenik *Escherichia coli* (ETEC), Vero toksin üreten/Shiga toksin üreten *Escherichia coli* (VTEC/STEC), enterohemorajik *Escherichia coli* (EHEC), enteroinvaziv *Escherichia coli* (EIEC), enteroaggregatif *Escherichia coli* (EAEC) ve difüz yapışkan (Wolde vd. 2022). Patojenik *E. coli*, tutunma, kolonizasyon, invazyon, hücre yüzeyi molekülleri, salgı, taşıma ve siderofor üretimi gibi özellikleri belirleyen virülans genlerinin bulunması sayesinde patojenik olmayan türlerden ayrılabilir. Bu virülans genleri genellikle büyük bloklar halinde bakteriyofajlar, kromozomlar veya plazmidlerde bulunur ve sıklıkla farklı *E. Coli* suşları arasında geçerler (Sora vd. 2021). 2011 yılında Enfeksiyon Hastalıkları Derneği (IDSA), akut basit idrar yolu enfeksiyonlarına (İYE) neden olan üropatogenler için yerel direnç oranlarının %20'yi geçmemesi veya enfeksiyona neden olan suşun bu ilaçlara duyarlı olduğunun bilinmesi durumunda trimetoprim-sülfametoksazol (kotrimoksazol), nitrofurantoin, fosfomisin veya pivmecilinam kullanılması gerektiğini önermiştir. Florokinolonlar veya beta-laktamlar (özellikle sefalosporinler) alternatif olarak önerilmektedir. *E. Coli* ile ilgili bölgesel duyarlılık verilerine sahip olmak, uygun ampirik antibiyotikleri seçmek için çok önemlidir. Ancak *E. Coli* suşlarının çoğu antibiyotiğe karşı direnç geliştiriyor ve bu, dünya çapında artıyor. *Enterobacteriaceae* ayrıca hemen hemen tüm antibiyotiklere karşı direnç geliştiren genlere sahiptir (Lee vd. 2018).

Tablo 2.4. *Escherichia coli*'un virölans faktörleri.

Virölans Faktörü	Fonksiyonu
Fimbriler (Pili)	Bakterilerin konak hücrelerine yerleşmesini kolaylaştırır.
Kapsül	Fagositozun inhibe edilmesi, bakterilerin bağışıklık sisteminden kaçmasına izin verir.
Endotoksin	Bakteriler öldüğünde endotoksinler salınır, bu da iltihaplanma ve ateşe neden olabilir.
Ekzotoksinler	Sıcak duyarlı ve sıcak kararlı toksinler içerir; bu toksinler konak hücrelerinde hücresel işlevleri bozuyor.
Verotoksin (Shiga Toksini)	Bağırsaktaki mikrovilusları yıkar ve ishal ve hemolitik üremik sendrom (HUS) gibi diğer komplikasyonlara neden olabilir.

(Shumi Gebisa 2019).

2.3.3. *Bacillus subtilis*

Bacillus türleri, spor oluşturan ve çubuk şeklinde olan cinsler olarak kabul edilmektedir. *Bacillus subtilis*, gram-pozitif bir bakteridir ve çeşitli ortamlarda hayatta kalabilir. Genetik olarak çok çeşitlidir ve patojen değildir. Bunlar *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus licheniformis* ve *Bacillus amyloliquefaciens* olmak üzere dört farklı türden oluşur. Birçok yeni tür ve alt tür, moleküler evrim, fizyoloji ve kimyasal taksonomik karakterizasyonun bir sonucu olarak tanımlanmıştır. Gastrointestinal bozukluklar için *Bacillus* türleri yararlıdır ve antibiyotiklere yardımcı olabilir. *Bacillus subtilis*, Doenjang ve Chungkookjang gibi fermente soya fasulyesine dayalı Kore ve Japon yemeklerinde tüketilir. *B. subtilis*'ten elde edilen birçok enzim, dehidrogenaz, metil transferaz ve gamma-glutamil transpeptidaz gibi işlevseldir. *B. subtilis*'ten elde edilen proteinlerin heparine benzer antitrombotik etkileri olduğu da gösterilmiştir (Iqbal vd. 2023).(Jung vd. 2015).

2.3.4. *Salmonella typhimurium*

Salmonella typhimurium, gram-negatif fakültatif anaerobik çomak bir bakteridir ve genellikle bağırsak lümeninde yaşar. Bu bakteri, özellikle bebekler ve küçük çocuklar için ishal yapar ve gıda zehirlenmesinin yaygın bir nedenidir (Yang vd. 2020). *Salmonella Typhimurium* en yaygın olarak kirlenmiş yiyecek veya su tüketimi yoluyla yayılır. Midenin asidik ortamı bu patojene karşı etkili bir bariyer işlevi görse de yeterli miktarda inokulum veya tamponlama kapasitesine sahip kirli yiyecek tüketmek, bakterinin başarılı bir enfeksiyon oluşturmaya ve belirgin semptomlara yol açmasına neden olabilir. Ağız yoluyla alındığında, *S. Typhimurium* sindirim sistemini geçer ve kalın bağırsakta çoğaldığı düşünülmektedir. *S. Typhimurium* bu bölgeye ulaştıktan

sonra kimyasal yönelim sistemlerini kullanarak bağırsağın epitel hücrelerine yakın bir yere yerleşir. Bağırsağın epiteli ile temas, Tip III Sekresyon Sistemini (T3SS) başlatır. *Salmonella* Patojenlik Adası 1'de (SPI-1) kodlanan bu mekanizmanın bir sonucu olarak bakteri, konak hücre işlevlerini modüle edebilen çeşitli etki proteinlerini salgılamasına izin verir (Galán 2021).

Şiddetli *Salmonella* enfeksiyonları tedaviye ihtiyaç vardır ve antibiyotik direnci en büyük engeldir. Antibiyotiklerin yanlış kullanımı, çeşitli patojenik bakterilerde, özellikle *S. Typhimurium*'da, antibiyotiklere karşı güçlü bir direnç geliştirme potansiyeline sahiptir. Antibiyotiğe dirençli *Salmonella* türlerinin dünya çapında yayılması son derece etkilidir. Laboratuvar ortamında yapılan antibiyotik duyarlılık testleri, direnç eğilimlerini izlemek ve enfeksiyonları tedavi etmek için uygun yöntemleri belirlemek için çok önemlidir (Wang vd. 2019).

Tablo 2.5. *Salmonella typhimurium*'un virülans faktörleri.

Virülans faktörü	Fonksiyon
Somatik O polisakaridi	Şeker yapısının bir parçası, bakterinin türünü belirlemesine yardımcı olur. Bağışıklık sisteminin direncini artırır.
Kor polisakaridi (ortak antijen)	Bakterinin bağışıklık sisteminden kaçmasına ve antikorlar tarafından korunmasına yardımcı olur.
Lipid A (endotoksin)	LPS'nin bir parçasıdır ve endotoksin olarak işlev görerek vücutta ateş ve sepsis gibi inflamatuvar reaksiyonlara neden olur. Hastalığın şiddetini artırır

(Dr. Ahmet Cç Başustaoğlu 2010).

2.3.5. *Staphylococcus epidermidis*

Staphylococcus epidermidis, gram pozitif bir bakteridir (Zarandona vd. 2023). Biyolojik açıdan yuvarlak olan mikroorganizmalar, 0.5 ile 1.8 mikrometre çapındadır (Kavanagh vd. 2018). *Staphylococcus epidermidis* bakterisi, cilt ve mukozal zarlarda sıklıkla bulunan insan vücudunun doğal mikrobiotasında kalır. *S. epidermidis*, konakçı hücrelerinin yüzeylerine belirli adezinlerle yapışarak insanla yaşam boyunca süren bir simbiyotik bağ kurabilir. Bu ilişki yaşamın erken dönemlerinde başlar. *S. epidermidis*, bir simbiyotik organizma olarak insan konakçıya fayda sağladığı düşünülmektedir çünkü daha virulent patojenlerle savaşır. Bununla birlikte, *S. epidermidis*, implante edilmiş yabancı cisimlerde biyofilm oluşturma yeteneğine sahip olması nedeniyle hastane kaynaklı enfeksiyonlara neden olabilir (Brescó vd. 2017). Ortaya çıkan bulgular, *Staphylococcus epidermidis*'in belirli suşlarının belirli koşullar altında konuta zarar verebileceğini göstermektedir. Sağlam cilt, patojenler ve simbiyotikler

için güçlü bir bariyerdir. Ancak genetik mutasyonlar veya fiziksel hasar, *S. epidermidis*'in davranışını patojenik bir bakteriye dönüştürebilir (Brown ve Horswill 2020). Yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde, özellikle kan dolaşımı enfeksiyonu nedeniyle, son birkaç yılda *Staphylococcus epidermidis*, yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde artan sayıda ciddi hastane enfeksiyonunda bir patojen haline gelmiştir. *Staphylococcus epidermidis*, prematüre yenidoğanların uzun süre hastanede kalmasına da neden olan yaygın bir sorun haline gelmiştir (Fill Malfertheiner vd. 2017). *S. epidermidis*'in biyofilm üretme yeteneği, antibiyotiklere karşı dirençlerini artırır ve tedaviye önemli bir engel oluşturur. Polisakarit interselüler adezin (PIA) ve Aap ve Bhp gibi diğer proteinlerin üretimi, patojenitelerinin temel mekanizmasını oluşturur. Bu proteinler, biyofilm oluşumunda önemli bir rol oynar. Tedavi başarısızlığı, bu biyofilmler nedeniyle bakterilerin antibiyotiklere karşı daha dirençli hale gelmesine neden olur (Szemraj, Glajzner, ve Sienkiewicz 2023). Hücre dışı polisakkarit üretme yeteneği, *Staphylococcus epidermidis* bakterisini yayma yeteneğine katkıda bulunur ve bu da biyofilm oluşumuna neden olur. Bu biyofilm, bakteriyi konakçıya daha güçlü bir şekilde tutmakta ve onu antibiyotiklere ve bağışıklık sisteminin saldırısına karşı korumaktadır (Prof. Dr. Ali vd. 2005).

2.3.6. Enterococcus faecalis

Enterococcus faecalis, gram-pozitif ve fakültatif bir anaerob bakteridir ve genellikle kök kanallarında yaşar. Geniş bir pH aralığı ve yüksek sıcaklıklarda yaşama yeteneğine sahiptir. Dentin tübülleri ve kök kanalının yan dallarında yerleşebilir. Kök kanal tedavisi başarısızlıklarının %63'ünden sorumlu olan *Enterococcus faecalis*, çoğunlukla bu bakterinin yeniden enfeksiyonundan kaynaklanmaktadır. Biyofilm üretimi, bakterinin kök kanallarında kalmasını sağlar ve bu da bakterinin geleneksel dezenfeksiyon tekniklerine karşı direnç kazanmasına neden olur (Almelan, Abbas ve Al-Zubidi 2023). *Enterococcus faecalis*, erkek hastalarda şüpheli idrar yolu enfeksiyonlarında (İYE) ikinci en yaygın bakteridir (Salm vd. 2023). *Enterococcus faecalis*, enfektif endokardit vakalarının yaklaşık %90'ından sorumludur. Yaşlı hastalar, kanser veya kalp kapakçığı sorunları gibi altta yatan hastalıkları olduğu için bu enfeksiyona daha duyarlıdır. Kronik anemi gibi nonspefik semptomların ve hastalığın genellikle yavaş ilerleyen seyrinin bir sonucu olarak tanı zordur, özellikle bağışıklık sistemini baskılayan kişilerde. Bazı durumlarda, sol ventrikül yetmezliği ilk semptom olabilir. Zamanında teşhis ve tedavi, kalp yetmezliği gibi ciddi sonuçları

önlemek için çok önemlidir (Herrera-Hidalgo vd. 2023). *Enterococcus faecalis*, diyabetik ayak yaraları, yanıklar ve cerrahi yaralardan sıklıkla çıkarılır. Cerrahi alan enfeksiyonlarında en yaygın üçüncü organizmadır (Chong vd. 2017). Kan zehirlenmesinin başlıca nedenleri *Enterococcus faecalis* ve *Enterococcus faecium*'dur ve %20-35'lik bir 30 günlük ölüm oranına sahiptir. Yaşlılık, kronik hastalıklar ve bağışıklık yetmezliği bu durumla sıklıkla bağlantılıdır (Rogers ve Rice 2024).

Dünya çapında, *Enterococcus faecalis* bakterisi antibiyotiklere karşı daha dirençli hale gelmektedir. Bu direnç, kloramfenikol, fosfomisin, imipenem, linezolid, minosiklin, norfloksasin, kinopristin-dalfopristin ve tetrasiklin gibi çeşitli ilaçlara karşı ortaya çıkmaktadır. Bu direnç oranları ülkeler arasında değişmektedir. *E. faecalis* enfeksiyonlarının tedavisinde tigesiklin ve daptomisin kullanılabilir. Bununla birlikte, Avrupa ve Avustralya gibi düşük direnç oranlarına sahip bölgelerde daha iyi sonuçlar elde etmek için yüksek direnç oranlarına sahip bölgelerde önleyici yöntemler uygulanması önerilmektedir (Guan vd. 2024). *Enterococcus faecalis*'in neden olduğu enfektif endokarditlerin tedavisinde amoksisilin ve seftriakson kombinasyonu en iyi seçenek olarak ortaya çıkmış olsa da bu bakteri nedeniyle ölüm oranları hala yüksektir (Beganovic vd. 2018).

Tablo 2.6. *Enterococcus faecalis*'un virülans faktörleri.

Faktör	Fonksiyon
Yüzey Adhezinleri	Yapışma ve Kolonizasyon
Lipoteikoik Asit (LTA)	Misafir Savunmasına Karşı Direnç
Sitozinsin, AS-48 (Bakteriosin)	Diğer Bakterilere Karşı Engelleme
Ekstrasellüler Süperoksit Anyonu, Jelatinaz, Hiyaluronidaz, Sitozisin	Doku Hasarı
Cinsiyet Feromonları	İltihaplanma İndüksiyonu

(Güven Kayaoğlu 2004).

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneylerde kullanılan mikroorganizmalar

Sakarya Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Mikrobiyoloji Araştırma Laboratuvarı'ndan sağlanan *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 12228), *Bacillus subtilis* (ATCC 6633), *Escherichia coli* (ATCC 8739), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213) ve *Salmonella typhimurium* (ATCC 14028) suşları kullanılmıştır.

3.1.2. Bitki materyalinin eldesi

Sakarya'daki yerel pazarlardan 2024 yılı mart ayında Çin, siyah ve kırmızı turp türleri ticari olarak temin edilmiştir. Laboratuvara getirilen örnekler yıkanıp temizlendikten sonra kabuklarıyla birlikte doğranmış ve dondurularak 72 saat boyunca liyofilizatörde kurutulmuştur.

3.1.3. Kullanılan araç ve gereçler

Sakarya Üniversitesi Biyoloji Bölümü'ne bağlı Mikrobiyoloji Araştırma Laboratuvarı ve Sakarya Üniversitesi Organik Kimya Araştırma Laboratuvarı, deneyler sırasında kullanılan araç ve gereçleri sağladı. Tablo 3.1, bu araç ve gereçleri göstermektedir.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan araç ve gereçler.

İnkübatör (Friocell MMM)	Dijital Kumpas (Stainless Hardened)
Mikropipet 5-50 Ml (ISOLAB)	Mikropipet Ucu
Otoklav (Alp Cl-32l)	Baget
Elektronik Hassas Tartı	Manyetik Karıştırıcı (IKA RCT Classic)
Petri Kabı ve Taşıyıcısı	Öze
Liyofilizatör	Pipet
Uv Spektrometre	Cam Balon
Densitometre (Biosan Den-1)	Cam Tüp
Rotary Evaporatör	Beher
Pens	Öğütücü (Premier PRG 259)
Folyo	Mikropipet 100-1000 Ml
Erlenmayer	Filtre Kâğıdı

3.1.3. Deneylerde kullanılan sarf malzemeler

Sakarya Üniversitesi Biyoloji Bölümü Mikrobiyoloji Araştırma Laboratuvarı tarafından sağlandı. Tablo 3.2, ilgili materyalleri içerir.

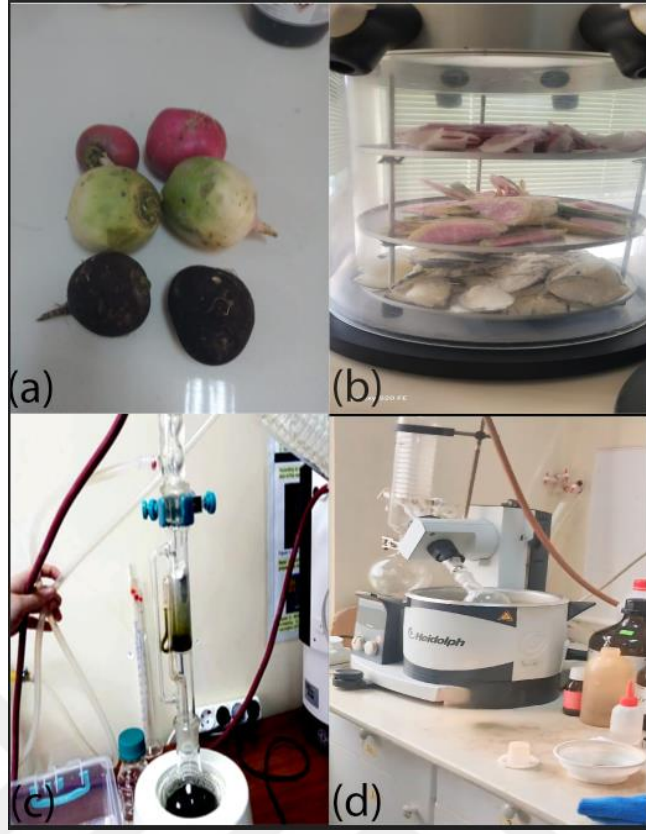
Tablo 3.2. Sarf malzemeler kullanılmıştır.

Metanol (MERCK)	Numune kabı
Etanol (MERCK)	Tartım kabı
DPPH (MERCK)	Mueller Hinton Agar (MERCK)
	Triptik Soy Broth (MERCK)
Steril plastik petri	Distile su
Antibiyotik Diskler (MERCK)	Gentamisin
Parafilm	Eküvyon Çubuk
Streç film	Otoklav poşeti

3.2. Yöntem

3.2.1. Bitki ekstraktlarının hazırlanması

Kurutulan örnekler vakumlanarak kullanılacağı zamana kadar derin dondurucuda -10 °C'de saklanmıştır. Çalışma sırasında bitki örnekleri oda sıcaklığına çıkarılarak elektrikli öğütücüde toz haline gelene kadar öğütülmüştür. Daha sonra on gram örnek tartılarak soxhlet kartuşlarına yerleştirilmiştir. Soxhlet aparatına yerleştirilen kartuşlar 12 saat boyunca metanol ve diklormetanda ekstrakte edilmiştir. Süre sonunda whatman kâğıdı kullanılarak bitki ekstraktları cam balonlara süzüldü. Ardından, çözücüler 40 ila 45°C sıcaklıkta rotary evaporatörde uzaklaştırıldı. Balonlar hem işlem öncesinde hem de sonrasında tartıldı. Antibakteriyel ve antioksidan aktivite çalışmalarında kullanılmak üzere 5 mg/mL konsantrasyonunda stoklar hazırlanarak +4CoDe saklandı.



Şekil 3.1. Turp ekstraktının hazırlanması, (a) işlem öncesi taze numune, (b) liyofilizatörde kurutma, (c) soxhlet cihazı ile ekstraksiyon, (d) rotary evaporatörde çözücünün uzaklaştırılması.

3.2.2. Besiyerlerinin hazırlanması

Mueller Hinton Agar ve Tryptic Soy Broth besiyerleri, laboratuvar ortamında aseptik koşullar altında hazırlanmıştır. Tryptic Soy Broth besiyeri hazırlamak için 30 gram toz besiyeri uygun miktarda distile su içinde çözülerek toplam hacim 1000 mL'ye ayarlanmıştır. Hazırlanan besiyeri, her birine 5 mL olacak şekilde vida kapaklı kısa deney tüplerine dağıtılmıştır. Sterilizasyon işlemi, 121°C'de 1 atm basınç altında 15 dakika boyunca gerçekleştirilmiştir. Sterilizasyon sonrası, besiyeri kullanım anına kadar +4°C'de buzdolabında saklanmıştır.

Mueller Hinton Agar besiyeri hazırlamak için 34 gram toz besiyeri uygun miktarda distile su ile karıştırıldı ve hacim 1000 mL'ye ulaştı. Karışım erlen mayerde iyice karıştırıldıktan sonra alüminyum folyo ağız kısmını sıkıca kapatmalıdır. 121°C ve 1 atm basınç altında 15 dakika boyunca besiyeri temizlenmiştir. Otoklavdan çıkarılan besiyerin 50 °C'ye kadar soğutulduktan sonra, 4 mm kalınlığında steril petri kaplarına dökülmesi beklenir. Bu, katılaşması için gereklidir. Hazırlanan besiyerleri kullanılabilece kadar buzdolabında +4 °C'de saklanmıştır.

3.2.3. Kullanılan kimyasalların hazırlanması

%0,004 DPPH çözeltisi, 20 mg 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl reaktifinin 500 mL etanol içerisinde çözülmesiyle hazırlanmıştır. 1000 mL distile su ile 1000 mL Folin-Ciocalteu reaktifini karıştırarak %50'lik Folin-Ciocalteu reaktifi hazırlandı.

3.2.4. Test mikroorganizmalarının hazırlanması

Çalışmada kullanılacak olan bakteri suşları Tryptic Soy Broth besiyerine inoküle edildi ve 24 saat boyunca 37°C'de inkübe edildi.

Aktivasyondan sonra bakteriler Mueller-Hinton Agar besiyerine inoküle edilerek taze suş kültürleri hazırlandı. Daha sonra, taze kültürlerden alınan mikroorganizmalar 9 mL Tryptic Soy Broth içeren tüplere inoküle edilerek bakteri yoğunluğu ayarlanmıştır. Bakteri yoğunluğu bir densitometre kullanarak 0,5 McFarland (108 CFU/mL) yoğunluğuna sabitlenmiştir.

3.2.5. Antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesi

3.2.5.1. Disk difüzyon yöntemi

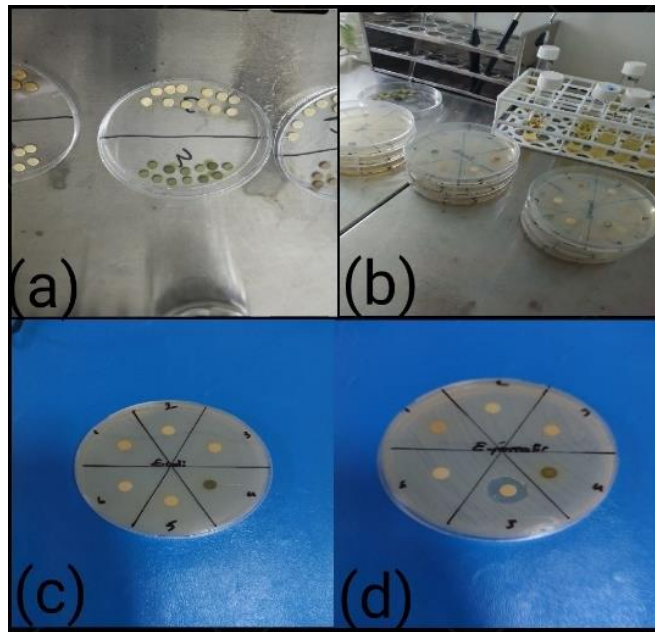
Çalışmada disk difüzyonu kullanıldı. Antibiyotiklere duyarlılığın belirlenmesi için en yaygın yöntem disk difüzyon yöntemidir. Kirby-Bauer yöntemi, bakterilerin antibiyotiklere duyarlılığını değerlendirmek için kullanılan nitel bir yöntemdir ve mikrobiyoloji laboratuvarlarında en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. Bitki ekstratlarının antimikrobiyal etkilerini araştırmak için de kullanılır. Bu, doğal antibiyotik alternatiflerinin araştırmasına yardımcı olur. Antibiyotik içermeyen diskler, bitki ekstraktı ile emdirildikten sonra Müller Hinton Agar gibi katı besiyerlerine yerleştirilir. McFarland 0.5 standardına göre önceden ayarlanmış bir bakteri süspansiyonu ile besiyerleri aşılanır. Petri kapları 37°C'de 24 saat boyunca inkübasyona tabi tutulur ve ardından disklerin çevresindeki bakterilerin büyümesi değerlendirilir. Büyümenin olmaması bakterinin maddeye duyarlı olduğunu gösterir, ancak büyümenin olması bakterinin maddeye dirençli olduğunu gösterir. Değişen inhibisyon bölgeleri milimetre cinsinden ölçülür ve referans değerlerle karşılaştırılır. Bu yöntem, özellikle antibiyotik direncinin artmasıyla birlikte, antimikrobiyal etkili doğal bileşenlerin keşfi için önemli bir araştırma aracı olarak hizmet ediyor (Esin Çınar 2023) (Dilek İnceçayır 2018).

3.2.5.2. Deneyin yapılışı

Bu çalışmada *Raphanus sativus* L.'nin Çin, kırmızı ve siyah turpu olmak üzere üç farklı kùltüvarın antibakteriyel aktivitesi disk difüzyon yöntemi kullanılarak değeriendirilmiştir.

Öncelikle 6 mm çapındaki steril diskler 30 µL hazırlanan ekstraktlar emdirilmiş ve 24 saat boyunca oda sıcaklığında steril bir biyogüvenlik kabininde kurutulmuştur. 0,5 McFarland yoğunluğundaki bakteri süspansiyonlarından steril bir eküvyon kullanılarak müeller hinton agar besiyerine bakteri ekimleri yapıldı. Daha sonra, ekstrakt yüklü diskler steril pens kullanılarak bakteri ekimi yapılan müeller hinton agar besiyerlerine eşit aralıklarla yerleştirildi. Pozitif kontrol grubu olarak ekstrak hazırlamada kullanılan solvent (methanol veya diklormetan) emdirilmiş diskler kullanırken, pozitif kontrol olarak gentamisin içeren diskler kullandı. Disk yerleştirilen petriler 24 saat boyunca 37°C'de inkübe edildi.

24 saatlik 37 oC'de inkübasyonun ardından inhibisyon bölgelerinin oluşturduğu inhibisyon zon çapları digital bir kumpas aracılığıyla ölçüldü. Bitki ekstresi ölçümlerinin her birinin tamamlanmasının ardından, mikroorganizmalara karşı etkinlikleri karşılaştırılmış ve sonuçlar kaydedilmiştir.



Şekil 3.2. Disk difüzyon metodunda (a) antibiyotik veya bitkisel ekstraktların disklere yüklenmesi, (b) disklerin bakteri ekimi yapılan petrilere yerleştirilmesi, (c) inkübasyon, (d) inkübasyon sonrası zon çaplarının değeriendirilmesi

3.2.5.3. Toplam fenolik madde belirlenmesi

Toplam fenolik madde miktarı, Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla, Singleton ve Rossi (1965) tarafından geliştirilen yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır.

Analiz için hazırlanan ekstraktan 100 µL alınmış ve üzerine 200 µL %50 Folin-Ciocalteu reaktifi eklenerek 2 dakika bekletilmiştir. Daha sonra, 1 mL %2 Na₂CO₃ çözeltisi ilave edilmiş ve karışım 1 saat boyunca karanlık ortamda bekletilmiştir.

Son olarak, numunelerin absorbans değerleri 760 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Örneğin toplam fenolik madde içeriği, gallik asit standardı kullanılarak mg/100 g birimi cinsinden hesaplanmıştır.

3.2.5.4. Antioksidan aktivite

Antioksidan seviyelerini belirlemek ve değerlendirmek için iki farklı test kullanılmıştır.

3.2.5.4.1. DPPH testi

1,1-difenil-2-pikrilhidrazin (DPPH) radikal süpürme testi ilk olarak 1958'de Blois tarafından tarif edilmiş ve daha sonra çok sayıda araştırmacı tarafından modifiye edilerek uygulanmıştır. Bitki örnekleri için en yaygın kullanılan antioksidan analizlerinden biridir (Krishnaiah, Sarbatly, ve Nithyanandam 2011). Bu çalışmada, antioksidan aktivitesi bu deney prosedürünün modifiye edilmiş bir versiyonu kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu prosedür, etanol içinde 0.004% DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) çözeltisinden 1 mL'nin hazırlanmasını ve etanol içinde çözölmüş 1 mL ekstrakt çözeltisi ile karıştırılmasını içerir.

Karışımlar 30 dakika boyunca karanlık bir ortamda bekletildikten sonra 517 nm dalga boyunda optik yoğunluk ölçümü gerçekleştirildi. Spektrofotometre olarak da bilinen bir araç kullanılarak ölçümler yapılmıştır.

Etanol, testin referans maddesi olarak kullanılmıştır. Aşağıdaki formül, örneklerdeki inhibisyon oranını hesaplamak için kullanılmıştır.

$$\% \text{ DPPH giderme aktivitesi} = \frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kontrol}}} \times 100$$

3.2.5.4.2. İndirgeme Gücü

Etanol ile elde edilen bitki özütlerinin indirgeme potansiyeli, Oyaizu (1985) tarafından tanımlanan yöntem kullanılarak değerlendirildi. Her 500 µL'lik özüt örneğine, pH'sı

6.6 olan 0.2 M fosfat tamponundan 1200 μL ve %1 potasyum ferrisiyanür [$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$] eklendi. Bu maddelerin miktarı 20 ile 100 mikrogram arasındaydı. Daha sonra karışım on dakika boyunca sabit sıcaklıkta 50°C'de inkübe edildi. Ardından, karışıma %10'luk triklorasetik asit çözeltisinden 1250 μL eklendi ve karışım 2500 devir/dakika hızında vortex cihazında 10 dakika karıştırıldı. Karışımından 500 mikrolitre süpernatant alındıktan sonra, buna 1250 μL saf su ve %1 (ağırlık/hacim) $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ çözeltisinden 250 μL eklendi. Nihai çözeltinin absorbansı, saf su referans olarak kullanılarak, UV-Vis spektrofotometresi ile 700 nm dalga boyunda ölçüldü.

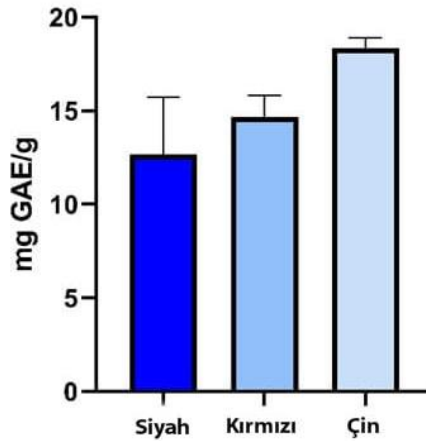


4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmada, *Raphanus sativus* L. türüne ait üç farklı kùltivarın biyolojik aktiviteleri incelenmiştir. Bu kùltivarlar: Çin turpu, kırmızı turp ve siyah turptur. Kullanılan turp örnekleri 72 saat boyunca liyofilizasyonda dondurularak kurutulduktan sonra Soxhlet yöntemi kullanılarak etanol ve diklormetan çözücùleri kullanılarak ekstraktlar elde edilmiştir. Elde edilen ekstraktların antioksidan aktivitesi, demir indirgeme testi ve DPPH radikal süpürme testi kullanılarak değeriendirilmiştir. Ayrıca Folin-Ciocalteu yöntemi ile toplam fenolik madde miktarı belirlenmiştir. Ekstraktların test edilen bakterilere karşı antibakteriyel aktivitesi ise disk difüzyon yöntemi ile incelenmiştir

4.1. Etanolik turp ekstraktların toplam fenolik içerikleri

Çin turpu, kırmızı turp ve siyah turp etanolik ekstraktlarının toplam fenolik madde içerikleri şekil 3.1 de verilmiştir. En yüksek toplam fenolik içerik Çin turpunda olduğu tespit edilmiştir. Sırasıyla toplam fenolik içerik Çin turpu 18,1 Kırmızı turp 14,6 mg GAE/g ve Siyah turp 13,3 14,6 mg GAE/g olarak belirlendi.

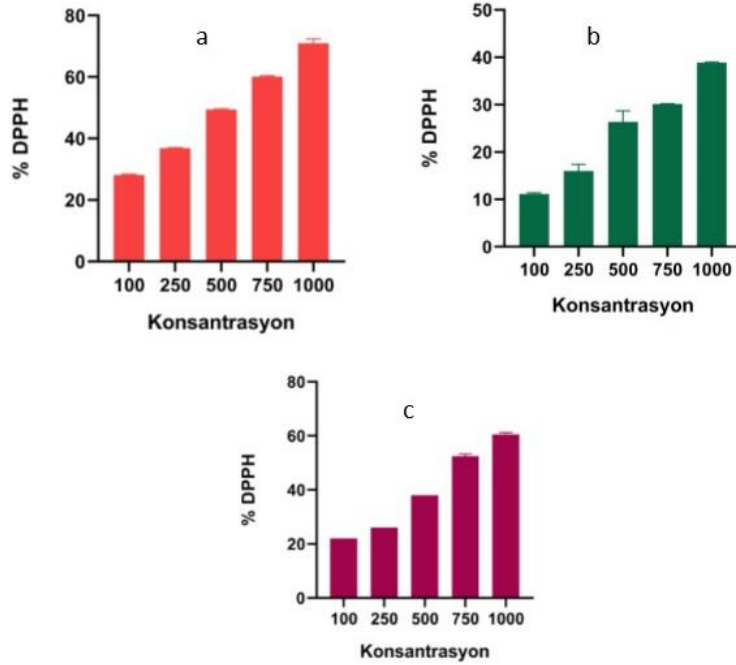


Şekil 4.1. Turp örneklerinin toplam fenolik içerikleri.

4.1.1. Etanolik turp ekstraktların DPPH radikalini süpürme aktivitesi

Çin turpu, kırmızı turp ve siyah turp 100-1000 µg/mL kòsantasyon aralığındaki etanolik ekstraktlarının % DPPH süpürme aktiviteleri şekil 3.2 de verilmiştir. 1000 µg/mL kòsantasyondaki Çin turpu %72, siyah turp %59 ve kırmızı turp %39 oranında DPPH radikalini süpürdüğü görülmüştür. Çin turpu etanolik ekstraktları en yüksek

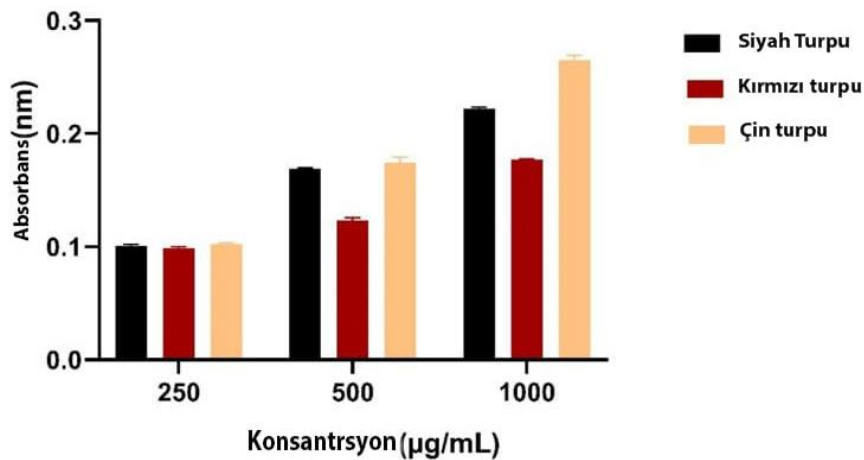
DPPH süpürme aktivitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kırmızı turp ekstraktlarının farklı konsantrasyonlardaki %DPPH süpürme aktivitesinin %50 nin altında kaldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.2. DPPH süpürme aktivitesi a) çin turpu, b) kırmızı turp, c) siyah turp

4.1.2. Etanolik turp ekstraktların demir indirgeme analizi

250,500 ve 1000 µg/mL konsantrasyondaki turp ekstraktlarının demir indirgeme sonuçları şekil 3.3’ te verilmiştir. Demir indirgeme aktivitesi tüm konsantrasyonlarda en yüksek çin turpunda görülmüştür. Ayrıca artan konsantrasyona bağlı olarak demir indirgeme gücünde artış olduğu görülmüştür.



Şekil 4.3. Farklı konsantrasyondaki etanolik turp ekstraktların demir indirgeme sonuçları

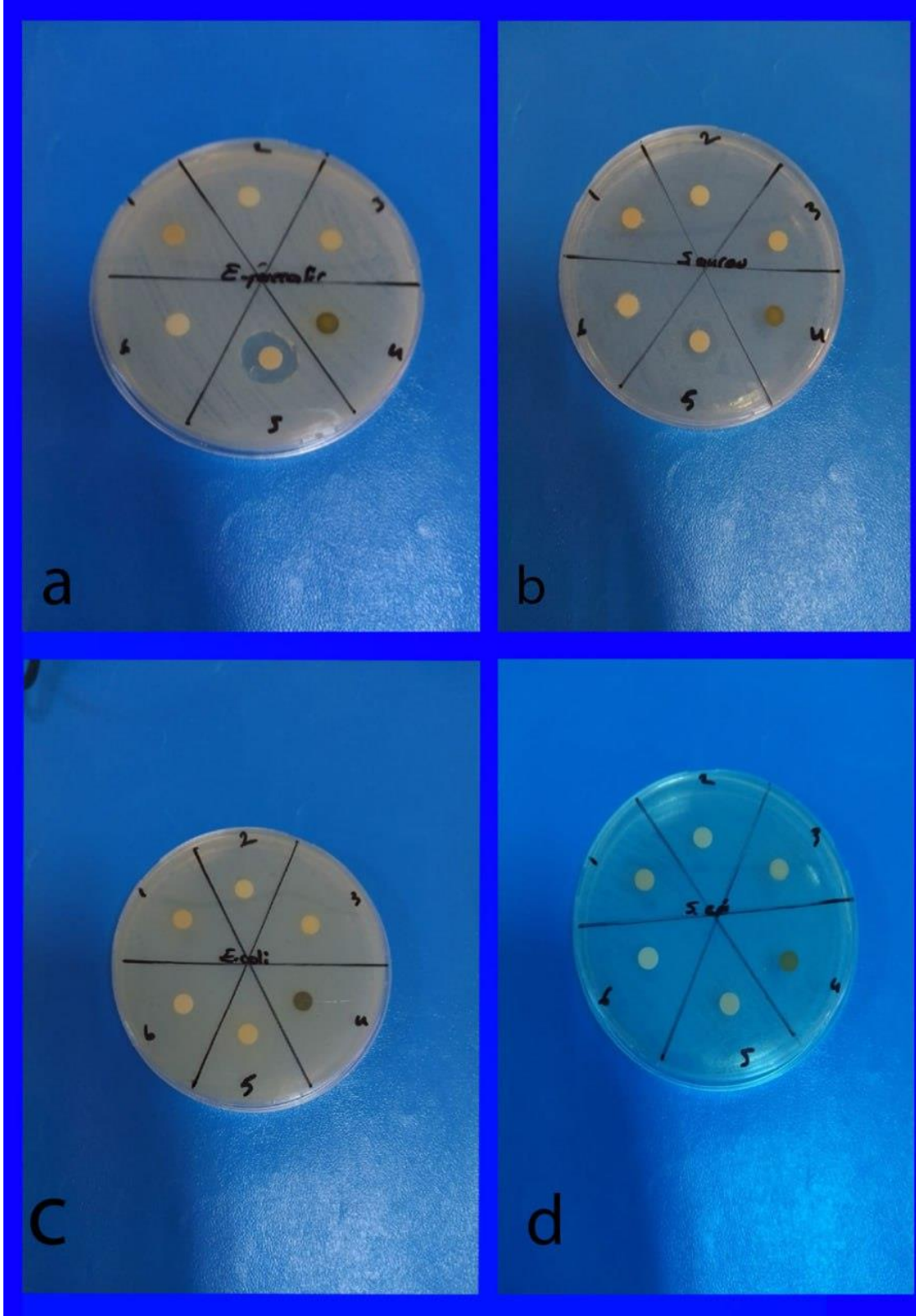
Siyah turp, çin turpu ve kırmızı turptan hazırlanan etanol ve diklormetan ekstraktlarının *E. coli*, *S. epidermidis*, *B. subtilis*, *S. aureus*, *E. faecalis* ve *S. typhimurium* bakterileri üzerindeki antibakteriyel aktiviteleri Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Farklı turp ekstraktlarının antibakteriyel aktivitesi

Ekstratlar	Test bakterileri (İnhibisyon Bölgeleri (mm))					
	Ec	Sa	Se	St	Ef	Bc
Kırmızı turp etanol	0	0	0	0	0	0
Kırmızı turp diklormetan	0	0	0	0	0	0
Çin turp etanol	0	0	0	0	0	0
Çin turp diklormetan	0	0	0	0	0	0
Siyah turp etanolik	0	11	0	0	14	0
Siyah turp diklor metan	0	0	0	0	0	0
Gentamicin	17	22	22	21	19,5	20

Ec-Escherichia coli, *Sa-Staphylococcus aureus*, *Se-Staphylococcus epidermidis*, *St-Salmonella typhimurium*, *Ef-Enterococcus faecalis*, *Bs-Bacillus subtilis*.

En yüksek antibakteriyel aktivite, siyah turp etanol ile hazırlanan ekstrakta *E. faecalis* bakterileri üzerinde 14 mm inhibisyon zon çapı olarak belirlenmiştir. Ayrıca *S. aureus* bakteri üzerinde sadece etanolik siyah turp ekstraktının antibakteriyel aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Pozitif kontrolle antibiyotik gentamisin ile karşılaştırıldığında siyah turpun *E. faecalis* ve *S. aureus*’a karşı orta düzeyde antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan *B. subtilis*, *S. epidermidis*, *E. coli* ve *S. typhimurium* bakterileri üzerinde üç turp türünden elde edilen diklormetan ve etanolik ekstraktların antibakteriyel aktivite göstermediği tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. Turp ekstraktlarının a) ef-enterecoccus faecalis, b) sa-staphylococcus aureus,c) ec-escherichia coli, d) se-staphylococcus epidermidis, suşları üzerindeki antimikrobiyal aktivitesi

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Son yıllarda çok sayıda araştırma sebzelerden turpgillerin tüketilmesinin sağlık üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bu sebzeler tokoferoller, karotenoidler ve askorbik asit gibi büyük miktarda fenolik bileşik içerdiğinden, araştırmalar bunların yararlı bir doğal antioksidan kaynağı olduğunu göstermektedir (Goyeneche vd. 2015). En önemlisi, serbest radikalleri temizleme veya düşük yoğunluklu lipoproteinlerin oksitlenmesini durdurma kapasiteleri, onlara antioksidan özellik katmaktadır. Hastalıkları önleme ve sağlığı geliştirme yetenekleri nedeniyle, polifenolik maddeler günümüzde beslenme ve tıp alanlarında ilgi görmektedir (Beevi, Mangamoori, ve Gowda 2012). Çalışmamızda üç farklı turp çeşidinin fenolik içeriği değerlendirilmiştir; Çalışmamızda üç farklı turp türünün fenolik içeriği ölçüldü. Çin turpu 18,1 mg GAE/gram ile en yüksek fenolik içeriğe sahiptir. Bulgular Şekil 1'de gösterilmiştir. 18,1 mg GAE/g ile Çin turpu en yüksek fenolik konsantrasyona sahiptir. Bunu Siyah turp (12,3 mg GAE/g) ve Kırmızı turp (14,6 mg GAE/g) takip etti.

Romanya'da Çeşitli turp çeşitlerinin toplam fenolik içeriği üzerine yapılan bir araştırmaya göre, siyah turp 13,7 mg GAE/g, kırmızı turp 12,9 mg GAE/g toplam fenolik bileşik içerdiği bildirilmiştir (Borş vd. 2015). Kore'de yapılan bir araştırma, Cherry Belle ve Valentine turp çeşitlerinin antioksidan, fenolik ve flavonoid içeriklerini araştırmışlardır. Sonuçlar, Cherry Belle türüne kıyasla Valentine türündeki fenolik içeriğin daha yüksek olduğunu göstermiştir. Valentine türü $124.46 \pm 6,13$ mg GAE/g fenolik içeriğe sahipken, Cherry Belle türü $160.38 \pm 5,0$ mg GAE/g fenolik içeriğe sahip olduğunu tespit etmişlerdir (Kim, Baskar, ve Park 2016).

Çalışmamızda sulu etanol çözücüsü ile elde edilen ekstraktların fenolik madde içeriğinin literatürde bildirilen değerlerden yüksek olduğu tespit edildi. Araştırmalar çözücünün polaritesi ile ekstraksiyon verimi arasında yüksek bir korelasyon olduğunu göstermiştir. Literatürde, ekstraksiyon sıcaklığı, çözücü türü ve çözücü konsantrasyonu dahil olmak üzere bir dizi değişkenin fenolik ekstraksiyonu etkilediği gösterilmiştir (Beevi, Mangamoori, ve Gowda 2012; Razali vd. 2008). Polifenoller

önemli ölçüde çıkarmak için araştırmalarda çalışmamızda olduğu gibi polar çözücülerin daha etkili olduğunu bildirmiştir(Semerci, Tunç ve Sağiroğlu 2024).

Bitkilerde güçlü antioksidan özelliklere sahip çok sayıda biyoaktif madde bulunabilir. Çeşitli bitki türlerinin yeni antioksidan kimyasal kaynakları olarak değeri, antioksidan aktivitelerini belirlemeye çalışan çalışmalarla vurgulanabilir(Chaves, Santiago ve Alías 2020;Erugur vd. 2024). Hangi türün maksimum antioksidan aktiviteye sahip olduğunu belirlemek için, mevcut çeşitli in vitro teknikler arasından uygun yaklaşımı seçmek çok önemlidir. Çalışmamızda, iki farklı ekstraksiyon yöntemi (DPPH temizleme testi ve demir indirgeme) kullanılarak antoksidan aktivite değerlendirilmiştir. En yüksek DPPH temizleme oranları Çin turpunda (%72, 1000 µg/mL'de), ardından Siyah turpta (%59, 1000 µg/mL'de) ve Kırmızı turpta (%39, 1000 µg/mL'de) gözlenmiştir.

Daha detaylı bir araştırmada, Valentine kültürünün 800 µg/mL'de %18,71 oranında DPPH radikalini süpürdüğü bildirilmiştir. Cherry Belle'nin ise %15,43 DPPH radikalini süpürdüğü tespit edilmiştir (Kim vd., 2016). Antioksidan aktiviteyi değerlendirmek için birden fazla metodolojinin varlığı karşılaştırmaları karmaşıktır ve literatürdeki araştırmalar arasında farklı bulgulara yol açar. Turplardaki kuru madde ve diğer bileşenler, yetiştirme ortamları, iklim faktörleri, olgunlaşma koşulları, hasat zamanlaması ve genotip gibi faktörlere bağlı olarak dalgalanabilir (Solmaz, 2017).

Araştırmalar turp köklerinin vanilin, pirogallol, gallik asit, kumarik asit, kafeik asit ve trans-ferulik asit gibi kimyasallara sahip olduğunu göstermektedir. Dahası, fenolik maddelerdeki serbest hidroksil gruplarının antioksidan etkinliklerinden esas olarak sorumlu olduğu belirtilmiştir(Zhang vd. 2014). R. sativus özütlerinin gösterdiği belirgin antioksidan aktivitesi, birkaç model sisteminde radikal temizleme yeteneklerine sahip olduğu belgelenen polifenollerin varlığına atfedilebilir(Beevi, Mangamoori, ve Gowda 2012); (Zroui vd. 2021). Ayrıca çalışmamızda DPPH temizleme aktivitesi, bitki özütünün demir indirgeyici gücüne benzer özellikler göstermiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, farklı turp çeşitlerinin önemli indirgeyici yeteneğinin antioksidan aktivitelerinin bir sonucu olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla turplardaki polifenollerin serbest radikallere elektron vererek ve serbest radikal aracılı zincir reaksiyonlarını sonlandırarak indirgeyici etki gösterebileceği varsayılabilir.

Turpun çok sayıda bulaşıcı hastalığın tedavisinde geleneksel tıpta uygulanması, antibakteriyel özelliklerinin araştırılmasına yönelik önemli bir ilgi yaratmıştır. Literatürdeki çalışmalar, çeşitli bitki bileşenlerinden elde edilen özütlerin, ilaçlara dirençli olanlar da dahil olmak üzere çeşitli bakteri suşlarının büyümesini önleyebileceğini göstermiştir (Janjua ve Shahid 2013; Jadoun vd. 2016). Çalışmamızda üç farklı turp türü içerisinde siyah turp özütlerinin kullanılan test bakterileri üzerinde antibakteriyel etki gösterdiği belirlenmiştir. Pozitif kontrole antibiyotik gentamisin ile karşılaştırıldığında siyah turpun *E. faecalis* ve *S. aureus*'a karşı orta düzeyde antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Literatürdeki çalışmalarda beyaz ve siyah turpların ana köklerinden elde edilen metanol özütlerinin, *Arthrobacter atrocyaneus*, *Corynebacterium ammoniagenes*, *Enterobacter hormaechei*, *Kocuria rosea*, *Neisseria subflava*, *Pantoea agglomerans*, *Proteus vulgaris*, *Psychrobacter immobilis*, *Shigella dysenteriae*, *Bacillus sphaericus* ve *Corynebacterium flavescent* gibi çeşitli gıda kaynaklı patojenleri inhibe etme yeteneği sergilediği bildirilmiştir. Turp yapraklarının alkollü özütünün, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Escherichia coli* ile *Candida albicans* mayasını da içeren çeşitli bakterileri etkili bir şekilde inhibe ettiği bildirilmiştir (Jaafar, Ahmed ve Al-Sandoq 2020). Antibakteriyel aktiviteye ilişkin bulgularımız mevcut literatürle kısmen uyumludur. Çalışmamızda Siyah turp özlerinin, *S. aureus* ve *E. faecalis*'e karşı bir antibakteriyel etkinlik gösterdi ve bu, sonuçların Arumugam ve arkadaşlarının (umamaheswari vd. 2012). Turp köklerinden elde edilen metanol özlerinin birçok gıda kaynaklı patojeni engellediğine dair gözlemlerini doğruladı. Araştırmamızda, kırmızı ve Çin turpu özlerinde önemli bir antibakteriyel aktivite tespit edilmeydi. Bu durum fitokimyasal yapılarındaki biyoaktif bileşenleri potansiyel farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Başka bir çalışmada, beyaz turpun etanol ekstraktının hem köklerden hem de havai kısımlardan elde edilen özütlerinin antimikrobiyal aktivite gösterdiği, ancak genel olarak köklerin daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Sevindik vd. 2023).

Diğer yazarlar, turp türlerinin farklı bakterilerin büyümesini engellediğini doğruladı. *R. sativus* L.'den elde edilen bitki özlerinin veya belirli fitokimyasalların antibakteriyel mekanizması karmaşık olabilir. Turp içeriğindeki biyoaktif bileşikler, mikrobiyal hücre zarıyla etkileşime girerek geçirgenliğini artırabilir ve hücresel metabolizmayı değiştirebilir. Dahası, bakterilerin uygun şekilde çoğalması ve büyümesi için gerekli

olan hayati besinlerin alımını ve asimilasyonunu engelleyebilirler. Mikrobiyal hücre zarındaki hasar, geçirgenliği değiştirebilir ve bakteri hücreleri içindeki çok sayıda sürecin bozulmasına neden olabilir (Jaafar, Ahmed ve Al-Sandooq 2020).

Önceki araştırmalar, turp özlerinin antimikrobiyal aktivitesinin türüne ve ekstraksiyon için kullanılan çözücüye bağlı olduğunu göstermiştir. Örneğin, siyah ve beyaz turpun belirli bakteri türleri üzerinde inhibisyon etkisi olduğu bulundu; inhibisyon bölgeleri 7 ila 11 mm arasında ve MIC değerleri 125 ila 500 g/ml arasında olduğunu bu da bakteriyel büyümeyi baskılayıcı etkisini göstermektedir(Kaymak vd. 2015). Ethanol ile ekstrakte edilen beyaz turpun kök üstü ve kök bölümleri antimikrobiyal özellikler gösterse de genel olarak kökler daha etkili olduğu bildirilmiştir(Sevindik vd. 2023'a). Çalışmamızda siyah turpun etanolik ekstraktlarının antibakteriyel aktivite gösterdiği belirlenirken diklormetan ekstraktlarının antibakteriyel aktivite göstermediği tespit edilmiştir. Bu, siyah turpun etanol ile ekstraksiyonun antibakteriyel içerikli biyoaktif bileşikleri izole etmede daha başarılı olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, siyah turp özlerinin içerdiği biyolojik olarak aktif maddeler ve bakteriler üzerindeki etkisinin nasıl çalıştığını daha iyi anlamak için daha fazla araştırma gereklidir.

KAYNAKLAR

- Ahmad, Faiyaz, Haqeeq Ahmad, By Faiyaz Ahmad, Izharul Hasan, Danish Kamal Chishti, ve Haqeeq Ahmad Govt Nizamia Tibbi College. 2012. "Antibacterial Activity of Raphanus Sativus Linn. Seed Extract". *Type: Double Blind Peer Reviewed International Research Journal Publisher: Global Journals Inc* 12. <https://www.researchgate.net/publication/234064721>.
- Akinpelu, B. A., O. A. Igbeneghu, A. I. Awotunde, E. O. Iwalewa, ve O. O. Oyedapo. 2014. "Antioxidant and antibacterial activities of saponin fractions of Erythropheleum suaveolens (Guill. and Perri.) stem bark extract". *Scientific Research and Essays* 9(18): 826-33. doi:10.5897/sre2014.5844.
- Almelan, Maha F., Uroba Khalid Abbas ve M. Al-Zubidi. 2023. "Isolation and characterization of bacteriophage targeting Enterococcus faecalis isolated from root canal infection (in vitro study)". *Biomedicine (India)* 43(3): 977-82. doi:10.51248/.v43i3.2827.
- Al-Snafi, Prof Dr Ali Esmail. 2017. "Medicinal plants possessed antioxidant and free radical scavenging effects (part 3)- A review". *IOSR Journal of Pharmacy (IOSRPHR)* 07(04): 48-62. doi:10.9790/3013-0704014862.
- Altunayar Unsalan, Cisem, Ipek Sahin ve Nadide Kazanci. 2018. "A concentration dependent spectroscopic study of binary mixtures of plant sterol stigmasterol and zwitterionic dimyristoyl phosphatidylcholine multilamellar vesicles: An FTIR study". *Journal of Molecular Structure* 1174: 127-32. doi: 10.1016/j.molstruc.2018.02.100.
- Angelini, Paola. 2024. "Plant-Derived Antimicrobials and Their Crucial Role in Combating Antimicrobial Resistance". *Antibiotics* 13(8). doi:10.3390/antibiotics13080746.
- Bahadır Semerc, Alican. 2018. "Allium scodoprasum subsp. rotundum, Allium staticiforme ve Allium subhirsutum türlerinin antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerinin araştırılması".
- Beevi, Syed Sultan, Lakshmi Narasu Mangamoori, ve Bandi Boje Gowda. 2012. "Polyphenolics profile and antioxidant properties of Raphanus sativus L." *Natural Product Research* 26(6): 557-63. doi:10.1080/14786419.2010.521884.
- Beganovic, Maya, Megan K. Luther, Louis B. Rice, Cesar A. Arias, Michael J. Rybak, ve Kerry L. Laplante. 2018. "A review of combination antimicrobial therapy for enterococcus faecalis bloodstream infections and infective endocarditis". *Clinical Infectious Diseases* 67(2): 303-9. doi:10.1093/cid/ciy064.

- Borș, Maria Doinița, Cristina Anamaria Semeniuc, Sonia Socaci, Luminița Vârva, Ovidiu Moldovan, Romina Vlaic, ve Maria Tofană. 2015. "Total Phenolic Content and Antioxidant Capacity of Radish as Influenced by the Variety and Vegetative Stage". *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Science and Technology* 72(1). doi:10.15835/buasvmcn-fst:11087.
- Brescó, Marina Sabaté, Llinos G. Harris, Keith Thompson, Barbara Stanic, Mario Morgenstern, Liam O'Mahony, R. Geoff Richards ve T. Fintan Moriarty. 2017. "Pathogenic mechanisms and host interactions in *Staphylococcus epidermidis* device-related infection". *Frontiers in Microbiology* 8(AUG). doi:10.3389/fmicb.2017.01401.
- Brooks, Geo., Karen C. Carroll, Janet. Butel, ve Stephen. Morse. 2012. *Jawetz Melnick & Adelbergs Medical Microbiology* 26/E. McGraw-Hill Publishing.
- Brown, Morgan M., ve Alexander R. Horswill. 2020. "Staphylococcus epidermidis-Skin friend or foe?" *PLoS Pathogens* 16(11). doi:10.1371/JOURNAL.PPAT.1009026.
- Caglar Kaymak, Haluk, Suzan Ozturk Yilmaz, Sezai Ercisli, ve Ismail Guvenc. 2018. "Antibacterial Activities of Red Colored Radish Types (*Raphanus sativus* L.)". *Romanian Biotechnological Letters* 23(4). doi:10.26327/RBL2018.144.
- Casciaro, Bruno, Laura Mangiardi, Floriana Cappiello, Isabella Romeo, Maria Rosa Loffredo, Antonia Iazzetti, Andrea Calcaterra, vd. 2020. "Naturally-occurring alkaloids of plant origin as potential antimicrobials against antibiotic-resistant infections". *Molecules* 25(16). doi:10.3390/molecules25163619.
- Chaves, Natividad, Antonio Santiago ve Juan Carlos Alías. 2020. "Quantification of the antioxidant activity of plant extracts: Analysis of sensitivity and hierarchization based on the method used". *Antioxidants* 9(1). doi:10.3390/antiox9010076.
- Cheung, Gordon Y.C., Justin S. Bae, ve Michael Otto. 2021. "Pathogenicity and virulence of *Staphylococcus aureus*". *Virulence* 12(1): 547-69. doi:10.1080/21505594.2021.1878688.
- Chong, Kelvin Kian Long, Wei Hong Tay, Baptiste Janela, Adeline Mei Hui Yong, Tze Horng Liew, Leigh Madden, Damien Keogh, vd. 2017. "Enterococcus faecalis Modulates Immune Activation and Slows Healing during Wound Infection". *Journal of Infectious Diseases* 216(12): 1644-54. doi:10.1093/infdis/jix541.
- Da SILVA, Ana Flavia, Marisa de Oliveira Lopes, Claudio Daniel Cerdeira, Ingridy Simone Ribeiro, Isael Aparecido Rosa, Jorge Kleber Chavasco, Marcelo Aparecido da SILVA, Marcos José Marques, ve Geraldo Alves da SILVA. 2020. "Study and evaluation of antimicrobial activity and antioxidant capacity of dry extract and fractions of leaves of *Raphanus sativus* var. *Oleiferus metzg.*" *Bioscience Journal* 36(2): 606-18. doi:10.14393/BJ-v36n2a2020-41848.
- Di Meo, Sergio ve Paola Venditti. 2020. "Evolution of the Knowledge of Free Radicals and Other Oxidants". *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2020. doi:10.1155/2020/9829176.

- Dilek İnceçayır. 2018. "Paeonia peregrina L., Salix alba L. ve Salix babylonica L. bitkilerinin antibakteriyel aktivitesinin araştırılması – Yüksek Lisans Tezi".
- Dogan, Abdullah, Salih Otlu, özgür Çelebi, Pinar Aksu Kiliçle, Aliye Gülmez Sağlam, Ali Nazmi Can Dogan, ve Neslihan Mutlu. 2017. "An investigation of antibacterial effects of steroids". *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 41(2): 302-5. doi:10.3906/vet-1510-24.
- Dörr, Tobias, Patrick J. Moynihan, ve Christoph Mayer. 2019. "Editorial: Bacterial Cell Wall Structure and Dynamics". *Frontiers in Microbiology* 10. doi:10.3389/fmicb.2019.02051.
- Dr. Ahmet Cç Başustaoğlu. 2010. *TIBBİ MİKROBİYOLOJİ*. ankara : Pelikan Yayıncılık
- El-Beltagi, Hossam S., Rabab W. Maraie, Tarek A. Shalaby, ve Amina A. Aly. 2022. "Metabolites, Nutritional Quality and Antioxidant Activity of Red Radish Roots Affected by Gamma Rays". *Agronomy* 12(8). doi:10.3390/agronomy12081916.
- Erugur, Nuraniye, Tuğsen Büyükyıldırım, Damla Kırıcı, Fatma Ayaz, Yavuz Bağcı ve Süleyman Doğu. 2024. "Evaluation of the in vitro enzyme inhibition and antioxidant activity of Clinopodium betulifolium (Boiss. & Balansa) Kuntze". *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*. doi:10.18016/ksutarimdog.vi.1403319.
- Esin Çınar. 2023. "Günlük Hayatta Kullanılan Detoks Sularının Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi Yüksek Lisans Tezi".
- Fill Malferttheiner, S., S. Wendt, F. Layer, M. Weigl, B. Seelbach-Göbel, W. König, ve B. König. 2017. "Prevalence, clonality, and pathogenicity of Staphylococcus epidermidis isolates in newborn feces". *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases* 36(10): 1955-64. doi:10.1007/s10096-017-3019-3.
- Galán, Jorge E. 2021. "Salmonella Typhimurium and inflammation: a pathogen-centric affair". *Nature Reviews Microbiology* 19(11): 716-25. doi:10.1038/s41579-021-00561-4.
- Gamba, Magda, Eralda Asllanaj, Peter Francis Raguindin, Marija Glisic, Oscar H. Franco, Beatrice Minder, Weston Bussler, vd. 2021. "Nutritional and phytochemical characterization of radish (Raphanus sativus): A systematic review". *Trends in Food Science and Technology* 113: 205-18. doi: 10.1016/j.tifs.2021.04.045.
- Goyeneche, Rosario, Sara Roura, Alejandra Ponce, Antonio Vega-Gálvez, Issis Quispe-Fuentes, Elsa Uribe, ve Karina Di Scala. 2015. "Chemical characterization and antioxidant capacity of red radish (Raphanus sativus L.) leaves and roots". *Journal of Functional Foods* 16: 256-64. doi: 10.1016/j.jff.2015.04.049.
- Guan, Lingbo, Masoumeh Beig, Lina Wang, Tahereh Navidifar, Samaneh Moradi, Faezeh Motallebi Tabaei, Zahra Teymouri, Mahya Abedi Moghadam, ve Mansour Sedighi. 2024. "Global status of antimicrobial resistance in clinical Enterococcus faecalis isolates: systematic review and meta-analysis". *Annals*

- of Clinical Microbiology and Antimicrobials* 23(1). doi:10.1186/s12941-024-00728-w.
- Güven kayaoglu. 2004. “kayaoglu-orstavik-2004-virulence-factors-ofenterococcus-faecalis-relationship-to-endodontic-disease”.
- Gyawali, R., S. A. Hayek ve S. A. Ibrahim. 2015. “Plant extracts as antimicrobials in food products: Mechanisms of action, extraction methods, and applications”. İçinde *Handbook of Natural Antimicrobials for Food Safety and Quality*, Elsevier Ltd, 49-68. doi:10.1016/B978-1-78242-034-7.00003-7.
- Herrera-Hidalgo, Laura, Beatriz Fernández-Rubio, Rafael Luque-Márquez, Luis E. López-Cortés, Maria V. Gil-Navarro, ve Arístides de Alarcón. 2023. “Treatment of Enterococcus faecalis Infective Endocarditis: A Continuing Challenge”. *Antibiotics* 12(4). doi:10.3390/antibiotics12040704.
- Iqbal, Sajid, Farida Begum, Ali A. Rabaan, Mohammed Aljeldah, Basim R. Al Shammari, Abdulsalam Alawfi, Amer Alshengeti, Tarek Sulaiman, ve Alam Khan. 2023. “Classification and Multifaceted Potential of Secondary Metabolites Produced by Bacillus subtilis Group: A Comprehensive Review”. *Molecules* 28(3). doi:10.3390/molecules28030927.
- Jaafar, Nidhal Abdulhadi, Abduljbar S Ahmed ve Dhulfiqar L Al-Sandooq. 2020. 20 *DETECTION OF ACTIVE COMPOUNDS IN RADISH RAPHANUS SATIVUS L. AND THEIR VARIOUS BIOLOGICAL EFFECTS*.
- Jadoun, Jeries, Ahmad Yazbak, Salwa Rushrush, Amira Rudy, ve Hassan Azaizeh. 2016. “Identification of a New Antibacterial Sulfur Compound from Raphanus sativus Seeds”. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine* 2016. doi:10.1155/2016/9271285.
- Jamshidi-Kia, Fatemeh, Zahra Lorigooini, ve Hossein Amini-Khoei. 2018. “Medicinal plants: Past history and future perspective”. *Journal of HerbMed Pharmacology* 7(1): 1-7. doi:10.15171/jhp.2018.01.
- Janjua, Safia, ve Maliha Shahid. 2013. *Phytochemical analysis and in vitro antibacterial activity of root peel extract of Raphanus sativus L. var niger*.
- Jung, J. Y., J. S. Shin, Y. K. Rhee, C. W. Cho, M. K. Lee, H. D. Hong ve K. T. Lee. 2015. “In vitro and in vivo immunostimulatory activity of an exopolysaccharide-enriched fraction from Bacillus subtilis”. *Journal of Applied Microbiology* 118(3): 739-52. doi:10.1111/jam.12742.
- Kavanagh, Nicola, Emily J Ryan, Amro Widaa, Gillian Sexton, Jerome Fennell, Sadhbh O’rourke, Kevin C Cahill, vd. 2018. *Staphylococcal Osteomyelitis: Disease Progression, Treatment Challenges, and Future Directions*. <https://journals.asm.org/journal/cmr>.
- Kaymak, Haluk Caglar, Suzan Ozturk, Sezai Ercisli, ve Ismail Guvenc. 2015. *In vitro antibacterial activities of black and white radishes (Raphanus sativus L.)*.
- Krishnaiah, Duduku, Rosalam Sarbatly, ve Rajesh Nithyanandam. 2011. “A review of the antioxidant potential of medicinal plant species”. *Food and Bioprocesses* 89(3): 217-33. doi: 10.1016/j.fbp.2010.04.008.
- Lee, Dong Sup, Seung Ju Lee, Hyun Sop Choe, ve Daniele Roberto Giacobbe. 2018. “Community-Acquired Urinary Tract Infection by Escherichia coli in the Era

- of Antibiotic Resistance”. *BioMed Research International* 2018. doi:10.1155/2018/7656752.
- M. Turan Akay. (2017). Sitoloji. Palme Yayınevi. 9789758624379 Manso, Tamara, Marta Lores, ve Trinidad de Miguel. 2022. “Antimicrobial Activity of Polyphenols and Natural Polyphenolic Extracts on Clinical Isolates”. *Antibiotics* 11(1). doi:10.3390/antibiotics11010046.
- Martemucci, Giovanni, Ciro Costagliola, Michele Mariano, Luca D’andrea, Pasquale Napolitano ve Angela Gabriella D’Alessandro. 2022. “Free Radical Properties, Source and Targets, Antioxidant Consumption and Health”. *Oxygen* 2(2): 48-78. doi:10.3390/oxygen2020006.
- Nadiroğlu, Muharrem, Lütfi Behçet ve Uğur Çakılcıoğlu. 2019. 18 Indian Journal of Traditional Knowledge *An ethnobotanical survey of medicinal plants in Karlıova (Bingöl-Turkey)*. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/>.
- Nishio, Takeshi, ve Hiroyasu Kitashiba. 2017. *The Radish Genome*. doi:10.1007/978-3-319-59253-4.
- Ogunrinola, Grace A., John O. Oyewale, Oyewumi O. Oshamika, ve Grace I. Olasehinde. 2020. “The Human Microbiome and Its Impacts on Health”. *International Journal of Microbiology* 2020. doi:10.1155/2020/8045646.
- Pakbin, Babak, Wolfram M. Brück, ve John W.A. Rossen. 2021. “Virulence factors of enteric pathogenic *Escherichia coli*: A review”. *International Journal of Molecular Sciences* 22(18). doi:10.3390/ijms22189922.
- Pizzi, A. 2021. “Tannins medical / pharmacological and related applications: A critical review”. *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 22. doi: 10.1016/j.scp.2021.100481.
- Prof. Dr. Ali, Ağaçfidan, Ang Prof. Dr. Özdem, Bal Prof. Dr. Çiğdem, Berkiten Prof. Dr. Rahmiye, Büyükbaba, Bora Doç. Dr. Özden, Bozkaya Prof. Dr. Emel, Bütet Prof. Dr. Ergene, vd. 2005. *TİBBİ MİKROBİYOLOJİ -2-*. ed. Prof. Dr. Emel Bozkaya.
- Rahman, Md Mominur, Md Saidur Rahaman, Md Rezaul Islam, Firoza Rahman, Faria Mannan Mithi, Taha Alqahtani, Mohannad A. Almikhlaflı, vd. 2022. “Role of phenolic compounds in human disease: Current knowledge and future prospects”. *Molecules* 27(1). doi:10.3390/molecules27010233.
- Rayner, C., ve W. J. Munckhof. 2005. “Antibiotics currently used in the treatment of infections caused by *Staphylococcus aureus*”. *Internal Medicine Journal* 35(SUPPL. 2). doi:10.1111/j.1444-0903.2005.00976.x.
- Razali, Nurhanani, Rasyidah Razab, Sarni Mat Junit, ve Azlina Abdul Aziz. 2008. “Radical scavenging and reducing properties of extracts of cashew shoots (*Anacardium occidentale*)”. *Food Chemistry* 111(1): 38-44. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.03.024.
- Reis, Bruna Stefhane Santos, Cintia da Silva de Oliveira, Mariela Do Amaral Silva, Mariana Pina da Silva Berti, Katiane Santiago Silva Benett, Cecilia Leao Pereira Resende, ve Fabricio Rodrigues. 2024. “Growth Promotion of *Raphanus Sativus* L. under Doses of Nitrogen with Application of *Trichoderma* Spp.” *Journal of Sustainable Development* 17(3): 39. doi:10.5539/jsd.v17n3p39.

- Rogers, Ralph ve Louis B. Rice. 2024. "State-of-the-Art Review: Persistent Enterococcal Bacteremia". *Clinical Infectious Diseases* 78(1): E1-11. doi:10.1093/cid/ciad612.
- Sabishruthi, Asha K Rajan, C Ajay Sai, A Arshath, ve S Elizabeth Benita. 2018. "A Disquisition on Raphanus sativus Linn- A Propitious Medicinal Plant". *International Journal of ChemTech Research* 11(11): 48-55. doi:10.20902/ijctr.2018.111106.
- Saha, S, Paul S, ve Afroz A. 2023. "Raphanus sativus - A Review of Its Traditional Uses, Phytochemistry, and Pharmacology". 16: 2023. doi:10.22159/ajpcr.2023v16i7.47468.
- Salm, Jonas, Florian Salm, Patricia Arendarski, ve Tobias Siegfried Kramer. 2023. "High frequency of Enterococcus faecalis detected in urinary tract infections in male outpatients – a retrospective, multicenter analysis, Germany 2015 to 2020". *BMC Infectious Diseases* 23(1). doi:10.1186/s12879-023-08824-6.
- Salmerón-Manzano, Esther, Jose Antonio Garrido-Cardenas, ve Francisco Manzano-Agugliaro. 2020. "Worldwide research trends on medicinal plants". *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17(10). doi:10.3390/ijerph17103376.
- Santos, P A B, L G Carvalho, F Schwerz, V B S Baptista, ve C A U Monti. 2022. "Economic viability and development of radish (*Raphanus sativus* L.) under different soil water tensions and mulching types". *Adv. Hort. Sci* 36(3): 227-37. doi:10.36253/ahsc12552.
- Sato, Ayami, Tetsuo Yamaguchi, Masakaze Hamada, Daisuke Ono, Shiro Sonoda, Takashi Oshiro, Makoto Nagashima, vd. 2019. "Morphological and biological characteristics of staphylococcus aureus biofilm formed in the presence of plasma". *Microbial Drug Resistance* 25(5). doi:10.1089/mdr.2019.0068.
- Selmann, G, ve O Holst. 2002. "The bacterial cell wall". https://books.google.com/books?hl=tr&lr=&id=siKWpEuAD4sC&oi=fnd&pg=PA1&dq=bacterial+cell+wall+gram&ots=_G1KLU1k2E&sig=jkUMihIQ4NCVUDX78ewChUPb6o8 (29 Ekim 2024).
- Semerci, Alican Bahadır, Kenan Tunç ve Mehmet Sağiroğlu. 2024. "Investigation of antioxidant and antibacterial activities, phenolic contents of *Allium staticiforme* bulb fractions in different polarities". *Indian Journal of Traditional Knowledge* 23(2): 182-88. doi:10.56042/ijtk.v23i2.8725.
- Sender, Ron, Shai Fuchs, ve Ron Milo. 2016. "Revised Estimates for the Number of Human and Bacteria Cells in the Body". *PLoS Biology* 14(8). doi:10.1371/journal.pbio.1002533.
- Sevindik, Mustafa, Cavit Onat, Falah Saleh Mohammed, İmran Uysal ve Oğuzhan Koçer. 2023'a. "Antioxidant and antimicrobial activities of White Radish". *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology* 11(2): 372-75. doi:10.24925/turjaf.v11i2.372-375.5983.
- Shin, Taekyun, Meejung Ahn, Gi Ok Kim, and Sang Un Park. 2015. "Biological Activity of Various Radish Species." *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine* 15(2): 105–11. doi:10.1007/S13596-015-0183-9/TABLES/1.

- Shumi Gebisa, Eshetu. 2019. "A Review on Virulence Factors of <i>Escherichia Coli</i>"; *Animal and Veterinary Sciences* 7(3): 83. doi: 10.11648/j.avs.20190703.13.
- SIM, STEPHEN K.. 1967. *MEDICINAL PLANT GLYCOSIDES*. UNIV OF TORONTO PRESS.
- Silva, Danielle M., Priscilla A. DA COSTA, Andréa O.B. Ribon, Gislaine A. Purgato, Gaspar Diaz-Muñoz, ve Marisa A.N. Diaz. 2019. "Plant extracts display synergism with different classes of antibiotics". *Anais da Academia Brasileira de Ciencias* 91(2). doi:10.1590/0001-3765201920180117.
- Solmaz M (2017) Kara Turpun (*Raphanus sativus* L. niger) Bazı Biyoaktif Bileşenlerinin Ekstarksiyonu. Yayımlanmış yüksek lisans tezi, Ondo-kuz Mayıs Üniversitesi, Samsun
- Sora, Valerio M., Gabriele Meroni, Piera A. Martino, Alessio Soggiu, Luigi Bonizzi, ve Alfonso Zeconi. 2021. "Extraintestinal pathogenic *Escherichia coli*: Virulence factors and antibiotic resistance". *Pathogens* 10(11). doi:10.3390/pathogens10111355.
- Süntar, İpek. 2020. "Importance of ethnopharmacological studies in drug discovery: role of medicinal plants". *Phytochemistry Reviews* 19(5): 1199-1209. doi:10.1007/s11101-019-09629-9.
- Szemraj, Magdalena, Paulina Glajzner, ve Monika Sienkiewicz. 2023. "Decreased susceptibility to vancomycin and other mechanisms of resistance to antibiotics in *Staphylococcus epidermidis* as a therapeutic problem in hospital treatment". *Scientific Reports* 13(1). doi:10.1038/s41598-023-40866-3.
- taner. 2018. *PAEONA PEREGRINA L., SALIX ALBA L. VE SALIX BABYLONICA L. BTKLERİNİN ANTİBAKTERİYEL AKTİVİTESİNİN ARAŞTIRILMASI YÜKSEK LİSANS TEZİ*.
- Thomas D. Pollard, William C. Earnshaw, Jennifer Lippincott-Schwartz ve Graham Johnson. 2022. "Cell Biology E-Book". https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=mXiiEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Cell+Biology+Articles&ots=8O2PrJ4CZm&sig=VVkwEaNPzFP6elhl8jT2gy7RWa8&redir_esc=y#v=onepage&q=Cell%20Biology%20Articles&f=false (26 Ekim 2024).
- Thomas D. pollard. 2022. "Cell Biology E-Book". https://books.google.com.tr/books?id=mXiiEAAQBAJ&sitesec=buy&hl=tr&source=gbs_buy_r (31 Ekim 2024).

Timilsena, Yakindra Prasad, Arissara Phosanam, ve Regine Stockmann. 2023. "Perspectives on Saponins: Food Functionality and Applications". *International Journal of Molecular Sciences* 24(17). doi:10.3390/ijms241713538.

Tuğba Konca. 2012. "Punica granatum L. bitkisinin antibakteriyel etkisinin araştırılması". sakarya üniversitesi.

umamaheswari, Mathew Puthenpurackal Ajith, Kuppusamy Asokkumar, ve Thirumalaiswamy Sivashanmugam. 2012. *In vitro angiotensin converting enzyme inhibitory and antioxidant activities of seed extract of Raphanus sativus Linn.* https://www.researchgate.net/publication/265034467.

"url1".
https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fslideplayer.biz.tr%2Fslide%2F15839386%2F&psig=AOvVaw3ki7cEsUd15TsE9nC-b0KR&ust=1732172859827000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBcQjhxqFwoTCKCdmvKs6okDFQAAAAAdAAAAABAJ (20 Kasım 2024).

"url2".
https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.canlibilimi.com%2Feukaryot-okaryot-hucre-nedir%2F&psig=AOvVaw10vgYiiMqq-Q5Fu9SLezYI&ust=1732173402786000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBcQjhxqFwoTCKDMnPSu6okDFQAAAAAdAAAAABAE (20 Kasım 2024).

Vaou, Natalia, Elisavet Stavropoulou, Chrysa Voidarou, Christina Tsigalou, ve Eugenia Bezirtoglou. 2021. "Towards advances in medicinal plant antimicrobial activity: A review study on challenges and future perspectives". *Microorganisms* 9(10). doi:10.3390/microorganisms9102041.

Villanueva, Xabier, Lili Zhen, José Nunez Ares, Thijs Vackier, Heiko Lange, Claudia Crestini, ve Hans P. Steenackers. 2023. "Effect of chemical modifications of tannins on their antimicrobial and antibiofilm effect against Gram-negative and Gram-positive bacteria". *Frontiers in Microbiology* 13. doi:10.3389/fmicb.2022.987164.

Wang, Xuchu, Silpak Biswas, Narayan Paudyal, Hang Pan, Xiaoliang Li, Weihuan Fang, ve Min Yue. 2019. "Antibiotic resistance in salmonella typhimurium isolates recovered from the food chain through national antimicrobial resistance monitoring system between 1996 and 2016". *Frontiers in Microbiology* 10(MAY). doi:10.3389/fmicb.2019.00985.

Wolde, Amanuel, Yosef Deneke, Tesfaye Sisay, ve Mesfin Mathewos. 2022. "Molecular Characterization and Antimicrobial Resistance of Pathogenic Escherichia coli Strains in Children from Wolaita Sodo, Southern Ethiopia". *Journal of Tropical Medicine* 2022. doi:10.1155/2022/9166209.

Woo, Sunmin, Lewis Marquez, William J. Crandall, Caitlin J. Risener, ve Cassandra L. Quave. 2023. "Recent advances in the discovery of plant-derived antimicrobial natural products to combat antimicrobial resistant pathogens: insights from 2018-2022". *Natural Product Reports* 40(7): 1271-90. doi:10.1039/d2np00090c.

- Xie, Yixi, Weijie Yang, Fen Tang, Xiaoqing Chen ve Licheng Ren. 2014. "Antibacterial Activities of Flavonoids: Structure-Activity Relationship and Mechanism". *Current Medicinal Chemistry* 22(1): 132-49. doi:10.2174/0929867321666140916113443.
- Yang, Cuiping, Huihui Li, Tao Zhang, Yifan Chu, Junli Zuo, ve Dengyu Chen. 2020. "Study on antibiotic susceptibility of Salmonella typhimurium L forms to the third and forth generation cephalosporins". *Scientific Reports* 10(1). doi:10.1038/s41598-020-59456-8.
- Zainulabdeen, Shaimaa M. S., ve Adian A. Dakl. 2021. "'Review Article Pathogenicity and virulence factors in Staphylococcus aureus". *Muthanna Journal of Pure Science* 8(1): 109-19. doi:10.52113/2/08.01.2021/109-119.
- Zarandona, Iratxe, Daniela M. Correia, Joana Moreira, Carlos M. Costa, Senentxu Lanceros-Mendez, Pedro Guerrero, ve Koro de la Caba. 2023. "Magnetically responsive chitosan-pectin films incorporating Fe₃O₄ nanoparticles with enhanced antimicrobial activity". *International Journal of Biological Macromolecules* 227: 1070-77. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2022.11.286.
- Zecconi, Alfonso ve Federico Scali. 2013. "Staphylococcus aureus virulence factors in evasion from innate immune defenses in human and animal diseases". *Immunology Letters* 150(1-2): 12-22. doi: 10.1016/j.imlet.2013.01.004.
- Zhang, Wei, Chao Li, Li Jun You, Xiong Fu, Yong Sheng Chen ve Yu Qin Luo. 2014. "Structural identification of compounds from Toona sinensis leaves with antioxidant and anticancer activities". *Journal of Functional Foods* 10: 427-35. doi: 10.1016/J.JFF.2014.07.015.
- Zrouri, Hassan, Amine Elbouzidi, Mohamed Bouhrim, Nouredine Bencheikh, Loubna Kharchoufa, Sabir Ouahhoud, Hayat Ouassou, Soufiane El Assri, ve Mohammed Choukri. 2021. "Phytochemical analysis, antioxidant activity, and nephroprotective effect of the Raphanus sativus aqueous extract". *Mediterranean Journal of Chemistry* 11(1): 84. doi:10.13171/mjc02101211565lk.



ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Abdulmajeed HAMEED KHALAF KHALAF

ÖĞRENİM DURUMU:

- Lisans** : 2020, Samarra Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Patolojik Analizler Bölümü
- Yüksek lisans** : 2025, Sakarya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Ana Bilim Dalı

MESLEKİ DENEYİM:

- 2020- Korona Döneminde Samarra Hastanesi'nde biyolog olarak gönüllü çalıştım
- 2022- 2025 Yılında, Irak'ın Tikrik Şehrinde, Devlet Hastanesinde Biyolog Olarak Çalışıyorum

TEZDEN TÜRETİLEN ESERLER:

- Baran, Ş., Bahadır, A., & Khalaf, A. (2025). Antibacterial and Antioxidant Activity of Different Cultivars of "Raphanus Sativus" (Black, Red and China). Health and Food