

Yüksekova Havzası'nda Doğal Olarak Yetişen Bazı Yabancı Otların Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi

Mesut SIRRI^{1*}, Bülent HALLAÇ², Mehmet FİDAN³

¹Siirt Üniversitesi, Kurtalan Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Siirt, TÜRKİYE

²Siirt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Siirt, TÜRKİYE

³Siirt Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Siirt, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 30.12.2024

Kabul Tarihi/Accepted: 20.03.2025

ORCID ID (Yazar sırasına göre / by author order)

 orcid.org/0000-0001-9793-9599  orcid.org/0000-0002-6948-1565  orcid.org/0000-0002-0255-9727

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: m.sirri@siirt.edu.tr

Öz: Bu çalışma, Yüksekova Havzası'nda doğal olarak yetişen üç bitki taksonunun [*Pimpinella anthriscoides* var. *anthriscoides* Boiss. (Apiaceae), *Heracleum persicum* Desf. (Apiaceae) ve *Teucrium polium* L. (Lamiaceae)] etanol ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitelerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu ekstraktların, gıda kaynaklı patojenler ve bozulmaya neden olan bakteriyel suşlar (*Bacillus cereus* ATCC 10876, *Escherichia coli* ATCC 25922 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 25923) ile klinik açıdan önemli fungal suşlar (*Candida albicans* ATCC 10231 ve *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9763) üzerindeki antimikrobiyal potansiyeli incelenmiştir. Bitkilerin toprak üstü ve toprak altı kısımları 2022 yılı vejetasyon döneminde toplanmış ve çözücü olarak etanol kullanılarak ekstraktlar hazırlanmıştır. Antimikrobiyal aktivite, 6 ila 21 mm arasında değişen inhibisyon zonlarında ölçülerek belirlenmiştir. Test edilen ekstraktlar arasında, en güçlü antimikrobiyal etkiyi *Pimpinella anthriscoides* kök-etanol ekstraktı (10-21 mm) ve *Heracleum persicum* tohum-etanol ekstraktı (15-21 mm) göstermiştir. Ekstraktların en yüksek antibakteriyel etkisinin *Escherichia coli* (20-21 mm) ve *Bacillus cereus* (18-21 mm) suşlarına karşı olduğu belirlenirken, en güçlü antifungal etkinin *Candida albicans* (11-19 mm) üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bulgular, antimikrobiyal etkinin yalnızca farklı türler arasında değil, aynı türün farklı bitki kısımları arasında da değişkenlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Sonuç olarak, incelenen bitki türlerinden elde edilen etanol ekstraktlarının güçlü antibakteriyel ve antifungal özellikler sergilediği görülmüş olup, bu bitkilerin doğal antimikrobiyal ajanlar olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antibakteriyel, antifungal, *Heracleum persicum*, *Pimpinella anthriscoides*, *Teucrium polium*, yabancı ot

Antimicrobial Effects of Certain Naturally Growing Weeds in the Yüksekova Basin

Abstract: This study aims to evaluate the antimicrobial activities of ethanol extracts obtained from three plant taxa naturally growing in the Yüksekova Basin: *Pimpinella anthriscoides* var. *anthriscoides* Boiss. (Apiaceae), *Heracleum persicum* Desf. (Apiaceae), and *Teucrium polium* L. (Lamiaceae). The antimicrobial potential of these extracts was assessed against foodborne pathogens and spoilage-related bacterial strains (*Bacillus cereus* ATCC 10876, *Escherichia coli* ATCC 25922, and *Staphylococcus aureus* ATCC 25923) and clinically significant fungal strains (*Candida albicans* ATCC 10231 and *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9763). The aerial and underground parts of the plants were collected during the 2022 vegetation season, and their extracts were prepared using ethanol as the solvent. Antimicrobial activity was determined by measuring the inhibition zones, which ranged from 6 to 21 mm. Among the tested extracts, *Pimpinella anthriscoides* root-ethanol extract (10-21 mm) and *Heracleum persicum* seed-ethanol extract (15-21 mm) exhibited the strongest antimicrobial effects. The highest antibacterial activity was observed against *Escherichia coli* (20-21 mm) and *Bacillus cereus* (18-21 mm), while the most potent antifungal effect was recorded against *Candida albicans* (11-19 mm). The findings also revealed that antimicrobial activity varied not only between different species but also among different parts of the same plant species. In

conclusion, ethanol extracts from the studied plant species demonstrated promising antibacterial and antifungal properties, suggesting their potential use as natural antimicrobial agents.

Keywords: Antibacterial, antifungal, *Heracleum persicum*, *Pimpinella anthriscoides*, *Teucrium polium*, weed

1. Giriş

Bitkiler, ekosistem içerisinde dengeleyici ve düzenleyici rollerinin yanı sıra etnobotanik özellikleriyle de insanların gıda, tedavi vb. ihtiyaçlarını karşılamada önemli bir yere sahiptir. Dünya genelinde bitkilerin gıda ve tıbbi amaçlarla kullanımı yüzyıllardır var olan bir durumdur. Bu bitkilerin taşıdığı biyolojik aktif bileşikler, antimikrobiyal ve antioksidan özellikleriyle dikkat çekmektedir. Nitekim küresel düzeyde doğada bulunan ve gıda olarak tüketilen yabancı bitki türlerinin sayısının 10.000'i aştığı, hastalıklardan korunma ve tedavi amacıyla kullanılan bitkilerin ise yaklaşık 21.000 olduğu belirtilmektedir (Diker ve ark., 2017; Nohutçu ve ark., 2019). Tedavi amacıyla kullanılan bu bitkilerin büyük bir kısmı tıbbi ve aromatik bitkiler içerisinde yer almaktadır.

Türkiye'nin doğal florasında tıbbi ve aromatik bitkiler önemli bir yer tutmakta olup, gıda ve tıbbi amaçlarla kullanılan türlerin sayısının 1.000'den fazla olduğu belirtilmektedir (Baytop, 1999; Arslan, 2014; Onbaşlı ve Dal, 2020). Bu bitkilerin büyük bir kısmını, doğal ekosistemde kendiliğinden yetişen yabancı veya yabancı taksonlar oluşturmaktadır. İçerdikleri fitokimyasal bileşikler sayesinde bu bitkiler, gıda ve ilaç sanayisinde antimikrobiyal ve antioksidan kaynağı olarak kullanılabilir (Kırbağ ve Zengin, 2006; González-Lamothe ve ark., 2009; Habbal ve ark., 2011; Hallaç ve Kılınççeker, 2023, Hallaç ve Kilincceker, 2024). Aynı zamanda, doğal pestisit olarak tarımsal uygulamalarda kullanıma potansiyeli de taşımaktadırlar (Önen, 2003; Umarusman ve ark., 2019; Budak ve ark., 2022).

Bitkiler aleminde, özellikle tıbbi ve aromatik türler, yapılarında bulunan uçucu yağlar, tanenler, alkaloidler ve flavonoidler gibi sekonder metabolitler sayesinde güçlü antimikrobiyal aktivite sergilemektedir (Erdoğan ve Everest, 2013; Özyazıcı ve ark., 2023). Bu bileşikler açısından zengin olan bitki familyaları arasında Apiaceae ve Lamiaceae öne çıkmaktadır. Doğal olarak yetişen tıbbi ve aromatik bitkiler, antimikrobiyal, antioksidan ve terapötik etkileriyle gıdalarda koruyucu olarak kullanılmalarının yanı sıra, koku, lezzet ve tat verici özellikleriyle de baharat olarak kullanılmaktadır. Bu tür bitkiler; bütün, öğütülmüş, toz, ekstrakt, hidrosol veya uçucu yağ gibi farklı formlarda geniş bir kullanım alanına sahiptir (Arslan ve ark., 2021; Hallaç ve Sancak, 2021; Hallaç ve ark., 2022; Tegin ve ark., 2023).

Doğada kendiliğinden yetişen yabancı bitkilerin gıda ve tıbbi amaçlarla kullanımı, insanlık tarihi kadar eskiye dayanmaktadır (Özer ve ark., 2002; Sırrı ve Sırrı, 2020). Günümüzde ise, bu bitkilerin özellikle alternatif tıp ve ekogastronomi gibi alanlarda kullanımı, popüler yaşam tarzlarının etkisiyle giderek artmaktadır (Sırrı ve ark., 2021, 2024). Yabancı otların, olumsuz çevre koşullarına rağmen ekosistemde yeniden canlanabilme yeteneklerinin temelinde, zararlılar ve patojenlere karşı geliştirdikleri doğal direnç mekanizmaları bulunmaktadır (Mushatq ve ark., 2012). Bu özellikleri, yabancı otları potansiyel antimikrobiyal bileşiklerin doğal bir kaynağı olarak öne çıkarmaktadır.

Nitekim yabancı otların zengin bileşik içeriği tarım sektöründe doğal pestisitler (biyoinsektisit, biyofungusit, biyoherbisit, repellent ve allelopatik maddeler gibi) olarak kullanılabilirliği konusunda, Türkiye'de ve dünya genelinde birçok çalışma gerçekleştirilmiştir (Karabüyük ve Aysan, 2019; Yılar ve ark., 2019). Ancak, yabancı otların içerdiği antimikrobiyal bileşiklerin gıdalarda bozulma ve çeşitli hastalıklara neden olan bakteri ve fungus gibi mikroorganizmalara karşı etkilerinin araştırılması, mevcut bilgi eksiklikleri nedeniyle sınırlı kalmıştır (Özen ve Çoşkun, 2014; Hallaç ve Kılınççeker, 2023). Bu durum, yabancı otların kimyasal bileşiklerinin belirlenmesi ve farklı alanlardaki potansiyel uygulamalarının incelenmesini gerektirmektedir. Bu bağlamda, yapılan çalışmaların artması, hem doğal gıda üretimi sebebiyle gıda güvenliği, hem de doğal ekosistemin sürdürülebilirliği gibi kritik konulara bu tür araştırmaların önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada, Hakkâri Yüksekova yöresinde doğal olarak yetişen ve yöre halkı tarafından gıda olarak tüketilen *Pimpinella anthriscoides* var. *anthriscoides* Boiss. (Apiaceae), *Heracleum persicum* Desf. (Apiaceae) ve *Teucrium polium* L. (Lamiaceae) türlerinin etanol ekstraktlarının, gıdalar aracılığıyla çeşitli hastalıklara veya gıdaların bozulmasına neden olan başlıca *Bacillus cereus* ATCC 10876, *Escherichia coli* ATCC 25922 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 bakterileri, *Candida albicans* ATCC 10231 ile *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9763 fungusları üzerindeki antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada, yabancı

otların biyolojik potansiyellerine dair yeni bilgiler sağlaması hedeflenmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Bitki örneklerinin toplanması ve teşhisi

Çalışmada kullanılan *P. anthriscodes* (kök), *P. anthriscodes* (toprak üstü) *T. polium* (toprak üstü) ve *H. persicum* (tohum) bitki örnekleri, 2022 yılında 1950 rakımlı Yüksekova Havzası'nda (37°33'27.01" K-44°23'46.82" D / 37°31'10.00" K-44°21'6.19" D / 37°33'56.32" K-44°17'34.05" D) doğal yaşam alanlarından (habitat) vejetasyon dönem içerisinde [çiçeklenme zamanına yakın (Haziran) ve tohum bağlama dönemlerinde (Temmuz)] toplanmıştır. Bitki örnekleri, Siirt Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde bulunan Botan Herbaryumu'nda Prof. Dr. Mehmet FİDAN tarafından teşhis edilmiştir.

Bitki materyali toplandıktan sonra oda sıcaklığında gölgede 7-10 gün süreyle kurutulmuştur. Kurutulmuş bitki materyali daha sonra öğütülmüş ve kullanılıncaya kadar kâğıt torbalarda +5 °C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

2.2. Çalışmada kullanılan test mikroorganizmalarının ve standart antimikrobiyal ajanların temini

Çalışmada kullanılan *Bacillus cereus* ATCC 10876, *Escherichia coli* ATCC 25922 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 bakterileri ile *Candida albicans* ATCC 10231 ve *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9763 fungus suşları Siirt Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Gıda Mikrobiyolojisi Laboratuvarı'ndan temin edilmiştir.

2.3. Bitkisel ekstraktların hazırlanması

Kurutularak öğütülmüş bitki materyallerinden 10'ar gram alınarak, 100 mL'lik erlenmayerlere konulmuş ve üzerine % 95'lik etanolden 90 ml ilave edilmiştir. Bu çözelti oda sıcaklığında orbital çalkalayıcıda 72 saat 120 rpm'de çalkalanmaya bırakılmıştır. Süzildükten sonra etanol, döner vakumlu buharlaştırıcı (K IKA-WERKE) kullanılarak buharlaştırılarak kuru ekstraktlar elde edilmiştir. Elde edilen ekstraktlar etil alkol ile çözülmek suretiyle istenilen konsantrasyonlar elde edilmiştir.

2.4. Bitki ekstraktlarının antimikrobiyal etkisinin ve Minimum İnhibisyon Konsantrasyon (MİK) değerlerinin belirlenmesi

Bitkilerin antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesinde disk-kuyu agar diffüzyon yöntemi

kullanılmıştır (Temiz, 2010). Bu amaçla kullanılan bakteri suşları öncelikle Tryptic Soy Broth (Conda, 1224, İspanya)'ta, funguslar ise Sabouraud Dextrose Broth (Oxoid, CM0147, UK) besiyerinde 37 °C'de 18-24 saat boyunca aktif hale getirildikten sonra konsantrasyonları Biosan DEN-1B markalı densitometre cihazında 0.5 McFarland standardına göre ayarlanmıştır. Bakteriler için Mueller Hinton Agar (Merck, 70191, Almanya) besiyeri, funguslar için de Sabouraud Dextrose Agar (Merck, CM0041, Almanya) besiyerine her bir mikroorganizma standart solüsyonundan ayrı ayrı 100 µL alınmış, drigalski çubuğu yardımıyla, aseptik koşullarda yayma tekniğiyle inokülasyonları yapılmıştır. Mikroorganizma solüsyonlarının besiyerine iyice emilmesi sağlandıktan sonra 0.6 cm çapında metal delici ile her bir kuyucuk arasında en az 2 cm mesafe olacak şekilde kuyucuklar açılmıştır. Sonrasında, Mueller Hinton Agar besiyerinde açılan bu kuyucuklara ayrı ayrı 30 µL olacak şekilde sırasıyla bitki ekstraktları, serum fizyolojik su ilave edilerek ve standart antibiyotik diskler de besiyeri üzerine temas ettirilerek yerleştirilmiştir. Diğer taraftan aynı şekilde Sabouraud Dextrose Agar besiyerinde açılan kuyucuklara da ayrı ayrı 30 µL olacak şekilde sırasıyla bitki ekstraktları ve serum fizyolojik su eklenmiş; standart antifungal ajan olan Nistatin diski de besiyeri üzerine yerleştirilmiştir. Çözeltilerin besiyerlerine emilmesi için Petriler yaklaşık 15-30 dakika kadar bekletilmiştir. Süre sonunda Petri kapları ters çevrilerek 37 °C 18-24 saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda oluşan şeffaf zon çapları dijital kumpas aracılığıyla, düzensiz şekillerde üç farklı noktadan mm cinsinden ölçülüp değerlendirilmiştir. Oluşan inhibisyon zon çapları Ponce ve ark. (2003)'nın belirtmiş oldukları skalaya göre <8 mm "etkisiz", 9-14 mm "düşük etkili", 15-19 mm "etkili" ve ≥20 mm durumunda ise "aşırı etkili" olarak değerlendirilmiş ve antimikrobiyal şiddeti hesaplanmıştır. Ayrıca çalışmada kullanılan bitki ekstraktlarının pH, oksidasyon-redüksiyon (O/R) ve kuru madde (Briks) değerleri de aşağıdaki yöntemlere göre belirlenmiştir.

Çalışmada, MİK değerlerinin belirlenmesinde öncelikle ekstraktların mikroorganizmalara karşı etkisinin "etkili" olduğu veya en az 14 mm zon çapında antimikrobiyal şiddet gösteren ekstraktlar kullanılmıştır. Bu amaçla kurutulmuş ekstrakt tozları iki katlı seyreltme işlemine tabi tutulmuş; akabinde, antimikrobiyal etkinin belirlendiği şekilde işlemlere devam edilmiştir. Burada temel mikroorganizmanın üreme göstermediği kuyuda kullanılan ekstrakt konsantrasyonunun belirlenmesi esas alınmış ve MİK değeri olarak belirtilmiştir.

Bitki ekstraktlarının pH ve O/R değerlerinin belirlenmesi: Bu amaçla, Cemeroğlu (2013)

tarafından önerilen metoda göre Mettler Toledo, S220 Seven Compact™ markalı pH-metre kullanılmıştır.

Bitki ekstraktlarının kuru madde (Briks) değerlerinin belirlenmesi: Kuru madde tayininde ise Cemeroglu (2013)'nın belirttiği metoda göre Hanna® HI 96801 (Romanya) cihazı kullanılarak yapılmıştır.

2.5. İstatistiksel analizler

Çalışma, üç tekerrür ve üç paralel olarak yürütülmüştür. Çalışmada elde edilen bulguların analizi için SPSS 23.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Ölçümlerin ortalaması alınarak tek yönlü (ANOVA) varyans analizine tabii tutulmuş; ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ($p<0.05$) ile belirlenmiştir (Açıkgöz ve Açıkgöz, 2001).

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada, bitki materyallerine ait etanol ekstraktlarının, kullanılan mikroorganizmalara karşı farklı seviyelerde etkili olduğu ve özellikle bakterilere karşı daha belirgin bir etki gösterdiği saptanmıştır. İstatistiksel analizlerde, bitki türleri arasında anlamlı farklılıkların bulunduğu, inhibisyon zon çapları $p<0.05$ seviyesinde mikroorganizmalara karşı anlamlı farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum göz önüne alındığında; *P. anthriscoides* bitkisinin kök ve toprak üstü kısımları ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bitkinin kökünden elde edilen etanol ekstraktının, toprak üstü kısmının etanol ekstraktına kıyasla, *C. albicans* hariç, çalışmada kullanılan diğer mikroorganizmalara karşı çok daha etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, *P. anthriscoides* kök ekstraktının antifungal etkisine göre antibakteriyel etkisinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Özellikle *E. coli* ve *B. cereus*'a karşı, kök ekstraktının antibakteriyel etkisi, Amikacin'in (23.00 ± 0.00 mm) etkisine yakın bir inhibisyon zon çapı (20.50 ± 0.5 mm) ile "aşırı etkili" olarak değerlendirilirken, *S. aureus*'a karşı 17.50 ± 0.5 mm

zon çapı ile "etkili", funguslara karşı ise $9.50-10.50$ mm zon çapı ile "düşük etkili" olduğu tespit edilmiştir. *Pimpinella anthriscoides* bitkisinin toprak üstü kısımlarına ait etanol ekstraktının, *Candida albicans*'a karşı Nistatin (27.00 ± 1.00 mm) ile karşılaştırıldığında, 11.50 ± 0.5 mm zon çapı ile "düşük etkili" olduğu, diğer mikroorganizmalara karşı ise antimikrobiyal etkisinin zon çapı $6.50-8.50$ mm arasında değiştiği ve bu nedenle "etkisiz" olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Bu durum, bitkinin kök kısmında bulunan biyoaktif bileşikler, polifenoller ve diğer kimyasal içeriklerin, çiçek, yaprak ve tohum gibi diğer kısımlara göre daha zengin olabileceğiyle açıklanabilir. Nitekim Zengin ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, *P. anthriscoides*'in metanol ekstraktının toplam fenolik içeriği 39.10 mg RE g^{-1} ekstrakt ve toplam flavonoid içeriği 35.25 mg RE g^{-1} ekstrakt olarak belirlenmiş; ayrıca, kimyasal içerik olarak 57 farklı bileşik karakterize edilmiştir. Aynı çalışmada, metanol ekstraktının çeşitli patojen türlerine karşı antibakteriyel (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter cloacae*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*) ve antifungal (*Aspergillus fumigatus*, *A. ochraceus*, *A. niger*, *A. versicolor*, *Penicillium ochrochloron*, *P. funiculosum*, *P. verrucosum* var. *cyclopium*, *Trichoderma viride*) etkileri incelenmiş; en duyarlı türün *T. viride*, en dirençli türün ise *A. fumigatus* olduğu belirlenmiştir.

Mevcut araştırma sonuçları, çalışmada kullanılan patojen türleri açısından bazı farklılıklar içerse de *P. anthriscoides*'in dikkate değer antibakteriyel ve antifungal etkiler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bitki materyalinin etkisindeki farklılıkların, her bitki türünün kendine özgü oranlarda fitokimyasal bileşiklere sahip olabilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, *Pimpinella* türlerinin yapısında bulunan uçucu yağ bileşenlerinin, bazı fungal bitki patojenlerine (*Colletotrichum acutatum*, *C. fragariae* ve *C. gloeosporioides*) karşı neredeyse % 100 büyüme inhibisyonu sağladığı rapor edilmiştir (Baser ve ark., 2007).

Tablo 1. Bitkilere ait etanol ekstraktlarının antimikrobiyal ve antifungal etki değerleri (mm)*

Table 1. Antimicrobial and antifungal activity values of ethanol extracts of plants (mm)*

Mikroorganizmalar	Bitki ekstraktı örnekleri ve antimikrobiyal ajanlar						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>E. coli</i>	20.50 ± 0.5^{Ab}	7.50 ± 0.5^{Cc}	11.50 ± 0.5^{Ad}	20.50 ± 0.5^{Ab}	23.00 ± 0.0^{ABa}	18.50 ± 0.5^{Cc}	-
<i>B. cereus</i>	20.50 ± 0.5^{Ab}	7.50 ± 0.5^{Cd}	0.00 ± 0.0^{Ec}	18.50 ± 0.5^{Bc}	22.50 ± 0.5^{Ba}	20.50 ± 0.5^{Bb}	-
<i>S. aureus</i>	17.50 ± 0.5^{Bc}	8.50 ± 0.5^{Be}	10.50 ± 0.5^{Bd}	17.50 ± 0.5^{Cc}	23.50 ± 0.5^{Aa}	22.50 ± 0.5^{Ab}	-
<i>C. albicans</i>	9.50 ± 0.5^{Dd}	11.50 ± 0.5^{Ac}	9.50 ± 0.5^{Cd}	18.50 ± 0.5^{Bb}	-	-	27.00 ± 1.0^{Aa}
<i>S. cerevisiae</i>	10.50 ± 0.5^{Cc}	6.50 ± 0.5^{Dd}	6.50 ± 0.5^{Dd}	14.50 ± 0.5^{Db}	-	-	26.50 ± 0.5^{Aa}

1: *Pimpinella anthriscoides* var. *anthriscoides* Boiss. (kök), 2: *Pimpinella anthriscoides* var. *anthriscoides* Boiss. (herba), 3: *Teucrium polium* L. (herba), 4: *Heracleum persicum* Desf. (tohum), 5: Amikacin, 6: Streptomisin, 7: Nistatin, *: Büyük harfler sütunlar, küçük harfler satırlar arasındaki istatistiksel farklılığı göstermektedir ($p<0.05$). Aynı sütunda ve aynı satırda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir.

Pimpinella türleri, özellikle beslenme ve sağlık açısından faydaları nedeniyle yaygın kullanım alanına sahiptir. Örneğin, *P. anisum* türünün flavonoidler, terpenler ve uçucu yağlar gibi bir dizi biyoaktif bileşik içerdiği ve bu bileşiklerin antimikrobiyal özellikleri sayesinde bakteri ve funguslara karşı etkili olduğu AlBalawi ve ark. (2023) tarafından belirtilmiştir. Ayrıca, farklı literatür çalışmaları, *Pimpinella* cinsinin naringin, luteolin, apigenin ve kuersetin gibi önemli biyoaktif bileşikler barındırdığını bildirmektedir (Bettaieb Rebey ve ark., 2018; Trifan ve ark., 2020).

Teucrium polium bitkisinin toprak üstü kısımlarına ait etanol ekstraktının antibakteriyel etkisinin, antifungal etkisinden daha yüksek olduğu, ancak genel olarak kontrol gruplarıyla karşılaştırıldığında 6.50-11.50 mm zon çapı ile "düşük etkili" olarak değerlendirilmiştir. Ancak, *T. polium*'un *E. coli* ve *S. aureus* bakterilerine karşı antibakteriyel etkisi, diğer bakteri ve fungus türlerine göre daha yüksek olmasına rağmen, genel olarak antimikrobiyal etkisinin "düşük etkili" olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Nitekim *T. polium*'un uçucu yağ, etanol ve su ekstraktlarının 13 farklı mikroorganizmaya karşı antimikrobiyal etkilerinin incelendiği bir çalışmada, uçucu yağın en yüksek seviyede antimikrobiyal aktivite sergilediği ve antibakteriyel etkisinin özellikle *Citrobacter freundii*, *Proteus mirabilis* ve *S. aureus* üzerinde en belirgin olduğu rapor edilmiştir. Aynı çalışmada, uçucu yağ ve etanol ekstraktının *Microsporum canis*, *Scopulariopsis brevicaulis* ve *Trichophyton rubrum* üzerinde en iyi antifungal aktiviteyi gösterdiği belirtilmiştir (Ben Othman ve ark., 2017).

Benzer çalışmalar, *T. polium*'un esansiyel yağları ve alkol ekstraktlarının hem Gram-negatif hem de Gram-pozitif bakterilere karşı antibakteriyel aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir (Darabpour ve ark., 2010; Djabou ve ark., 2013; Khaled-Khodja ve ark., 2014). Bu çalışmada elde edilen bulgular, *T. polium* bitkisinin Gram-negatif *E. coli* ve Gram-pozitif *S. aureus* bakterilerine karşı daha yüksek antibakteriyel etki göstermesiyle önceki çalışmalarla uyumlu bulunmuştur. Ayrıca, antimikrobiyal etkinlik sonuçlarındaki değişkenliklerin, kullanılan yöntemler ve test edilen mikroorganizmaların farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Heracleum persicum bitki tohumuna ait etanol ekstraktının antimikrobiyal etki şiddetleri kontrol grupları olan Amikacin (22.00-23.00 mm) ve Streptomisin (18.50-22.50 mm) ile kıyaslandığında, *E. coli* üzerindeki antibakteriyel etkisinin 20.50±0.5 mm zon çapı ile "aşırı etkili" olduğu belirlenmiştir. Ancak, *B. cereus* (18.50±0.5 mm) ve *S. aureus*

(17.50±0.5 mm) üzerindeki antibakteriyel etkisi kontrol gruplarıyla karşılaştırıldığında "etkili" bulunmuştur. Bitki ekstraktının antifungal etkisi Nistatin (26.50-27.00 mm) ile karşılaştırıldığında, *C. albicans* için 18.50±0.5 mm zon çapı ile "etkili", *S. cerevisiae* için ise 14.50±0.5 mm zon çapı ile "düşük etkili" olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1). *Heracleum persicum* sonuçlarından da anlaşılabileceği üzere, bu bitkinin genellikle antibakteriyel etkisinin antifungal etkiden daha güçlü olduğu söylenebilir. Nitekim Nejad ve ark. (2014)'nın çalışmalarında, *H. persicum* tohum etanol ekstraktının *Candida albicans*, *C. glabrata* ve *C. tropicalis* gibi izole edilmiş 46 patojenik *Candida* türüne karşı potansiyel bir anti-*Candida* aktivitesine sahip olduğu doğrulanmıştır. Ayrıca, literatürde *H. persicum*'un tüm kısımlarına ait su ekstraktlarının *Bacillus megaterium*, *Micrococcus sp.*, *Pseudomonas sp.* ve *Staphylococcus aureus* üzerinde en yüksek aktiviteyi gösterdiği rapor edilmiştir (Kousha ve Ringø, 2015).

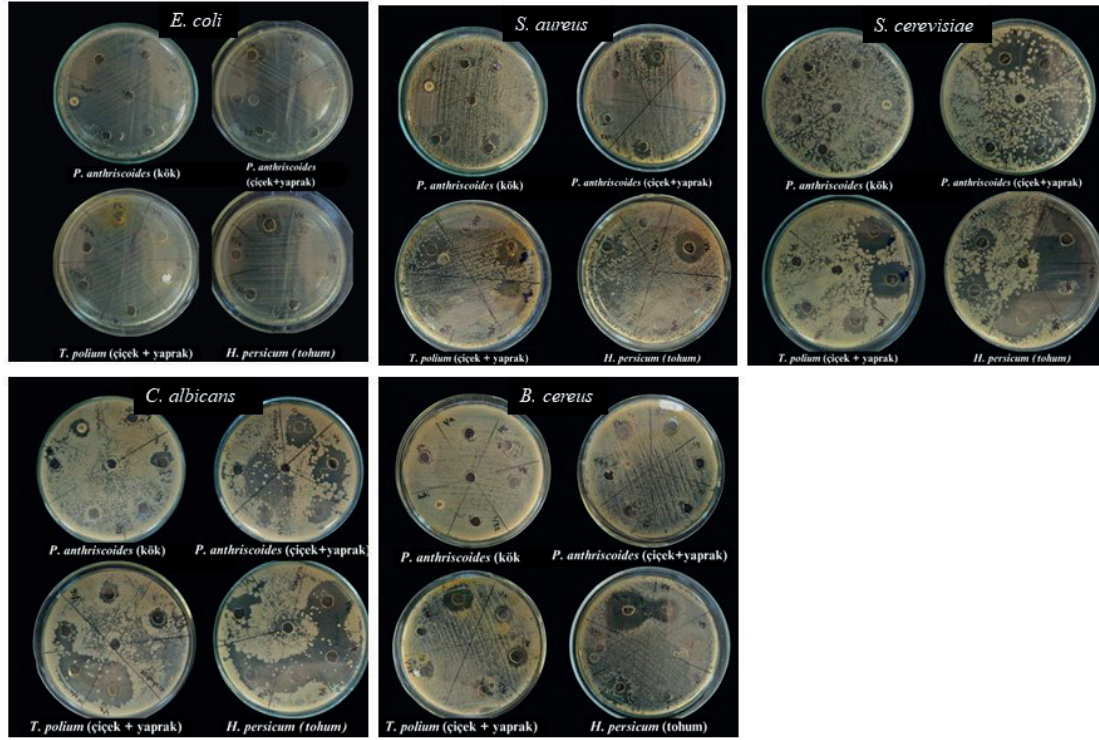
Javadian ve ark. (2016), *H. persicum* ekstraktının tek başına bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde yararlı olabileceğini belirtmişler; Dehghan ve ark. (2010) ise *H. persicum*'un *Bacillus subtilis*'e karşı etkili antibakteriyel aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, Naeini ve ark. (2011) çalışmalarında, *H. persicum* uçucu yağının orta düzeyde anti-*Candida* aktivitesine sahip olduğunu belirtmişlerdir. *Heracleum persicum* meyvesinin uçucu yağından izole edilen furankumarinler sayesinde bu bitkinin anti-*Candida* özelliklere sahip olduğu da Merijanian ve ark. (1980) tarafından rapor edilmiştir.

Heracleum persicum'un uçucu yağlarının antibakteriyel ve antifungal özelliklerine dair literatürde geniş kapsamlı çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Pirbalouti (2009), *H. persicum* meyve yağının *Campylobacter coli* ve *C. jejuni*'ye karşı antibakteriyel etki gösterdiğini belirtmiştir. Ghavam (2023), *H. persicum* uçucu yağının en güçlü inhibitör aktivitesini Gram-negatif bakteriler olan *Pseudomonas aeruginosa* ve *Salmonella paratyphi-A serotipine* karşı gösterdiğini, ancak *Candida albicans* üzerindeki etkisinin Nistatin'e göre daha düşük olduğunu bildirmiştir. Janssen ve ark. (1986), uçucu yağın *C. albicans* üzerinde yüksek bir etki sağladığını, Mostaghim ve ark. (2017) ise bu yağın *Vibrio cholera* suşlarının büyümesini engellediğini ve gıda koruma sistemlerinde potansiyel bir kullanım alanı olabileceğini vurgulamışlardır. Ayrıca, Shokri ve ark. (2012), *H. persicum* uçucu yağının *Candida zeylanoides* üzerinde güçlü bir antifungal etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Hacıoğlu (2006) tarafından yapılan çalışmada ise, endemik *Heracleum* türlerinin uçucu yağlarının *C. albicans*,

Candida krusei, *Enterococcus faecalis*, *E. coli*, *Streptococcus pyogenes* ve *Shigella* sp. gibi mikroorganizmalara karşı etkili olduğu, ancak *Corynebacterium diphtheriae* üzerinde etkisiz olduğu tespit edilmiştir.

Bu literatürlere ait bulgular, mevcut çalışmadan elde edilen sonuçları desteklemektedir. Özellikle, *H. persicum* bitkisinin *E. coli* üzerindeki etkisinin Streptomisin'den daha güçlü olduğu belirlenmiştir.

İstatistiki analiz sonuçları, bakteriler ve funguslar için kullanılan antimikrobiyal ajanların mikroorganizmalara karşı etkilerinin önemli ölçüde değiştiğini ve bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ($p<0.05$) ortaya koymuştur. *Heracleum persicum*'un polifenoller ve uçucu yağlar gibi biyoaktif bileşiklerce zengin olması, bu bitkinin güçlü antibakteriyel ve antifungal etkilerini açıklamaktadır (Tablo 1 ve Şekil 1).



Şekil 1. Bitki ekstraktlarının mikroorganizmalar üzerindeki etkileri

Figure 1. Effects of plant extracts on microorganisms

Çalışma sonuçlarının genel değerlendirmesinde, bu bitkilere ait ekstraktların bakterilere karşı, funguslara nazaran daha etkili olduğu belirlenmiştir. Tablo 2 incelendiğinde, kuru madde miktarındaki artış ile zon çaplarının genişlediği, yani suyun dışında kalan maddelerin miktarındaki artışın, özellikle de fenolik bileşiklerce zenginleşmesiyle, antimikrobiyal özelliklerin arttığı saptanmıştır. Tablo 1'de bitki örneklerinin

mikroorganizmalar üzerindeki etkilerinin farklı seviyelerde olduğu, bu farklar istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$) bulunmuştur.

Mikroorganizmaların gelişmeleri üzerine etkisi olan iç faktörlerin başında pH gelmektedir. Genel olarak bakterilerin minimum pH gelişme aralığının 4.5-6.5, fungusların 1.0-4.5 arasındadır (Temiz, 2015). Örneğin *E. coli*'nin 4.3 ve düşük,

Tablo 2. Bitki ekstraktlarının mikroorganizmalarına karşı MİK değerleri ($\mu\text{g mL}^{-1}$)

Table 2. Minimum inhibition concentration values of plant extracts against microorganisms

Mikroorganizmalar	1 ($47.00 \mu\text{g mL}^{-1}$)	2 ($48.00 \mu\text{g mL}^{-1}$)	3 ($124.00 \mu\text{g mL}^{-1}$)	4 ($62.00 \mu\text{g mL}^{-1}$)
<i>E. coli</i>	23.50	24.00	124.00	4.13
<i>B. cereus</i>	23.50	12.00	3.88	2.06
<i>S. aureus</i>	23.50	1.50	3.88	4.13
<i>C. albicans</i>	16.25	3.00	3.88	2.06
<i>S. cerevisiae</i>	23.50	3.00	7.75	4.13

1: *Pimpinella anthriscoides* var. *anthriscoides* Boiss. (kök), 2: *Pimpinella anthriscoides* var. *anthriscoides* Boiss. (toprak üstü), 3: *Teucrium polium* L. (toprak üstü), 4: *Heracleum persicum* Desf. (tohum)

S. aureus'un 4 ve düşük, *Penicillium*'ların ise 1.9'dan düşük pH değerlerinde gelişemediği bildirilmiştir (Temiz, 2015). Mevcut çalışmada, istatistiksel analizlerde, bitki türleri arasında pH, O/R potansiyeli ve kuru madde açısından anlamlı farklılıkların ($p<0.05$) bulunduğu belirlenmiştir (Tablo 3). Tablo 3'ten de görüldüğü üzere, incelenen bitki ekstraktlarında tespit edilen pH değeri 5.59 ila 6.41 aralığında olduğunda, incelenen mikroorganizmalara karşı etkisinin olamayacağını veya daha az olabileceğini; daha az asidik olduğunda, bitkilerde mikroorganizmaların rahatlıkla gelişebileceğini ortaya koymuştur. Ancak mikroorganizmaların gelişiminde pH'nın yalnız başına etki etmesinin yeterli olmayacağı, besin içeriği ve antimikrobiyal maddeler gibi diğer faktörlerin de etkili olabileceği bilinmektedir.

Diğer taraftan, O/R potansiyelinin gıdalarda +400 mV ile -400 mV arasında değişmekte; bu değişimde gıdanın kimyasal kompozisyonu, gıdalardaki indirgen ve yükseltgen maddelerin varlığı ve konsantrasyonu, pH'sı çözünmüş oksijen miktarı gibi faktörler etkili olmaktadır. Bu nedenle genel olarak aerob özellikteki mikroorganizmaların pozitif, anaerobların ise negatif O/R değerlerine gereksinimlerinin olduğu ifade edilmiştir (Temiz, 2015). Bu çalışmada incelenen *E. coli* ve *B. subtilis* fakültatif anaerob, *S. aureus* ve *C. albicans* ise aerobik özellik göstermektedir. Yine Tablo 3 incelendiğinde, çalışmada kullanılan ekstraktlarda belirlenen 56.00-100.25 mV değerlerinin, aerob özellikte olan bu mikroorganizmaların kolaylıkla gelişebileceğini göstermektedir. Ancak mikroorganizmaların gelişiminin engellenmesinde pH'nın yalnız başına etkili olamayacağı gibi O/R

potansiyelinin de yalnız başına mikroorganizmalara karşı etki edemeyeceği, yine de birden fazla etmenin (aynı anda su aktivitesinin düşürülmesi, antimikrobiyal maddelerin katılması gibi birden fazla işlem) kullanılmasıyla etkili olabileceği söylenebilir.

Çalışmada bitki ekstraktlarına ait kuru madde (briks) değeri çözeltinin bileşiminde bulunan çözünen madde miktarını ifade etmektedir. Başka bir deyişle, antimikrobiyal özellikli maddenin türüne göre değişmekle birlikte genel olarak antimikrobiyal maddelerce zengin bir bileşiğin ekstraktında da kuru madde miktarında artış gözlenebilir. Nitekim Tablo 3'ten de görüldüğü gibi, etanol ekstraktlarında tespit edilen antimikrobiyal özellikleri dikkate alındığında, bitki ekstraktlarının her birinin farklı mikroorganizmalara farklı seviyelerde etki ettiği belirlenmiştir. Çalışmada bitki ekstraktlarının kuru madde değerlerinin $1.50-124.00 \mu\text{g mL}^{-1}$ aralığında tespit edilmesi yanında içermiş oldukları değişik tür ve miktardaki antimikrobiyal maddelerin varlığını destekler niteliktedir. Bu sebeple bitki ekstraktlarının incelenen mikroorganizma türlerine karşı değişik düzeylerde antimikrobiyal etki gösterdiği anlaşılmaktadır.

Tablo 1 ve Tablo 3 göz önünde tutulduğunda, genel olarak *P. anthesisoides* etanol ekstraktının bakterilere karşı, *H. persicum*-etanol ekstraktının ise funguslara karşı etkili olduğu saptanmıştır. İstatistiksel analiz değerlendirme sonucunda, antimikrobiyal etki şiddetinin ortaya çıkmasında bitki türlerinin ve sahip oldukları pH değerleri ile ilişkili olduğu saptanmıştır.

Tablo 3. Bitkilere ait farklı kısımlarının etanol ekstraktlarına ait pH, O/R ve kuru madde değerleri*

Table 3. pH, O/R and dry matter values of ethanol extracts of different plant parts*

	1	2	3	4
pH	6.41±0.01 ^a	5.59±0.12 ^b	5.68±0.15 ^b	5.66±0.17 ^b
O/R (mV)	56.00±1.70 ^b	100.25±6.25 ^a	95.65±7.75 ^a	96.60±8.80 ^a
Kuru madde (Briks)	22.45±0.05 ^b	20.20±0.00 ^d	20.95±0.05 ^c	23.55±0.05 ^a

1: *P. anthesisoides* (kök)-etanol, 2: *P. anthesisoides* (toprak üstü)-etanol, 3: *T. polium* (toprak üstü)-etanol, 4: *H. persicum* (tohum)-etanol, *: Aynı satırda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir.

4. Sonuçlar

Antimikrobiyal aktiviteler, bitki özütlerindeki kimyasal bileşiklerin kompozisyon ve konsantrasyonlarının yanında; genetik farklılıklar, iklim, hasat zamanı ve depolama süresi gibi yapısal ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Çalışmada test edilen mikroorganizma tür ve çeşitlerine bağlı olarak bitki özütlerinin farklı seviyelerde etkili olduğu anlaşılmıştır. Halk hekimliğinde çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan bu bitkilerin, gıda zehirlenmeleri ve bozulmalarını önleme potansiyeli

olduğu ve değişik formlarda gıdalarda katkı maddesi veya doğal koruyucu olarak değerlendirilebilme potansiyellerin yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Bölgede yabani veya yabancı ot olarak yetişen bu bitkilerin ekonomik kalkınmaya katkı sağlamak amacıyla ıslah edilerek kültüre alınması önerilmektedir. Bununla birlikte, bitkilerin kimyasal içeriklerinin daha kapsamlı analiz edilmesi ve daha fazla mikroorganizma türü üzerinde antibakteriyel ve antifungal testlerin yapılması gerekliliği vurgulanmaktadır.

Etik Beyanı

Yazarlar, bu araştırma için etik onay gerekmediğini beyan etmektedir.

Finansman

Bu araştırma, hiçbir dış finansman almamıştır.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar; makaleye eşit katkıda bulunduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Açıkgöz, N., Açıkgöz, N., 2001. Tarımsal araştırmaların istatistiki değerlendirilmesinde yapılan bazı hatalar: I. Tek faktörlü deneyler. *Anadolu*, 11(1): 135-147.
- AlBalawi, A.N., Elmetwalli, A., Baraka, D.M., Alnagar, H.A., Alamri, E.S., Hassan, M.G., 2023. Chemical constituents, antioxidant potential, and antimicrobial efficacy of *Pimpinella anisum* extracts against multidrug-resistant bacteria. *Microorganisms*, 11(4): 1024.
- Arslan, D., Aydın, M., Türker, S., 2021. Tıbbi ve aromatik bitkilerin ekstraksiyon yöntemleri, gıdalarda kullanımı ve takviye edici gıda alanında değerlendirilmesi. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(5): 926-936.
- Arslan, N., 2014. Endemik tıbbi bitkiler. II. *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu*, Çağrılı Bildiri, 23-25 Eylül, Yalova, s. 9-21.
- Baser, K.H.C., Tabanca, N., Kirimer, N., Bedir, E., Khan, I.A., Wedge, D.E., 2007. Recent advances in the chemistry and biological activities of the *Pimpinella* species of Turkey. *Pure and Applied Chemistry*, 79(4): 539-556.
- Baytop, T., 1999. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi Geçmiş ve Bugün. II. Baskı, Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul.
- Ben Othman, M., Bel Hadj Salah-Fatnassi, K., Ncibi, S., Elaissi, A., Zourgui, L., 2017. Antimicrobial activity of essential oil and aqueous and ethanol extracts of *Teucrium polium* L. subsp. *gabesianum* (L.H.) from Tunisia. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 23(3): 723-729.
- Bettaieb Rebey, I., Bourgu, S., Aidi Wannes, W., Hamrouni Selami, I., Saidani Tounsi, M., Marzouk, B., Fauconnier, M.L., Ksouri, R., 2018. Comparative assessment of phytochemical profiles and antioxidant properties of Tunisian and Egyptian anise (*Pimpinella anisum* L.) seeds. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 152(5): 971-978.
- Budak, E., Yiğit, Ş., Aşkin, A.K., Akça, İ., Saruhan, İ., 2022. Bazı uçucu yağların *Macrosiphum rosae* (L.) (Homoptera: Aphididae)'ya insektisidal etkilerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1): 101-107.
- Cemeroğlu, B.S., 2013. Gıda Analizleri. 3. Baskı, Bizim Grup Basımevi, Ankara.
- Darabpour, E., Motamedi, H., Seyyed Nejad, S.M., 2010. Antimicrobial properties of *Teucrium polium* against some clinical pathogens. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 3(2): 124-127.
- Dehghan Noudeh, G., Shariffifar, F., Noodeh, A.D., Moshafi, M.H., Afzadi, M., Behravan, E., Aref, M., Sakhtianchi, R., 2010. Antitumor and antibacterial activity of four fractions from *Heracleum persicum* Desf. and *Cinnamomum zeylanicum* Blume. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(21): 2176-2180.
- Diker, O., Türker, N., Kaya, F.B., 2017. Eskişehir'in etnobotanik çeşitliliğinin eko-gastronomi faaliyetleri çerçevesinde incelenmesi. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(Özel Sayı): 51-58.
- Djabou, N., Lorenzi, V., Guinoiseau, E., Andreani, S., Giuliani, M.C., Desjobert, J.M., Bolla, J.M., Berti, L., Luciani, A., Muselli, A., 2013. Phytochemical composition of *Corsican teucrium* essential oils and antibacterial activity against foodborne or toxigenic pathogens. *Food Control*, 30(1): 354-363.
- Erdoğan, A.E., Everest, A., 2013. Antimikrobiyal ajan olarak bitki bileşenleri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 6(2): 27-32.
- Ghavam, M., 2023. *Heracleum persicum* Desf. ex Fisch., CA Mey. & Avé-Lall. fruit essential oil: Content, antimicrobial activity and cytotoxicity against ovarian cancer cell line. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 23(1): 87.
- González-Lamothe, R., Mitchell, G., Gattuso, M., Diarra, M.S., Malouin, F., Bouarab, K., 2009. Plant antimicrobial agents and their effects on plant and human pathogens. *International Journal of Molecular Sciences*, 10(8): 3400-3419.
- Habbal, O., Hasson, S.S., El-Hag, A.H., Al-Mahrooqi, Z., Al-Hashmi, N., Al-Bimani, Z., Al-Balushi, M.S., Al-Jabri, A.A., 2011. Antibacterial activity of *Lawsonia inermis* Linn (Henna) against *Pseudomonas aeruginosa*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1(3): 173-176.
- Hacıoğlu, S., 2006. Bazı *Heracleum* L. (Umbelliferae) taksonlarında uçucu yağların antimikrobiyal aktivitelerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- Hallac, B., Kilincceker, O., 2024. Determination of antibacterial effects of peel powders obtained from zivzik pomegranate grown in southeast Türkiye against some pathogenic bacteria. *Carpathian Journal of Food Science & Technology*, 16(2): 150-159.
- Hallaç, B., Kılınççeker, O., 2023. Deve dikenini (*Silybum marianum*) tohumu ununun tavuk köfte üretiminde kullanım olanakları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27(2): 207-212.
- Hallaç, B., Kılınççeker, O., Acar, Z., 2022. Siirt'te yetişen zivzik narlarından (*Punica granatum* L.) elde edilen

- kabukların bazı gıda patojenlerine karşı antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27(3): 695-703.
- Hallaç, B., Sancak, H., 2021. The effect of zivzik pomegranate juice on the physico-chemical and sensorial properties of kefir produced by conventional method. *Bitlis Eren Üniversitesi Journal of Science*, 10(1): 16-23.
- Janssen, A.M., Chin, N.L.J., Scheffer, J.J.C., Svendsen, A.B., 1986. Screening for antimicrobial activity of some essential oils by the agar overlay technique: Statistics and correlations. *Pharm Weekbl Science*, 8(6): 289-292.
- Javadian, F., Saeidi, S., Jahani, S., 2016. Antimicrobial activity of *Peganum harmala* and *Heracleum persicum* against acinetobacter baumannii. *International Journal of Infection*, 3(1): e33554.
- Karabüyük, F., Aysan, Y., 2019. Bazı bitki ekstraktlarının *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'nun neden olduğu domates bakteriyel benek hastalığına antibakteriyel etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2): 231-243.
- Khaled-Khodja, N., Boulekbache-Makhlouf, L., Madani, K., 2014. Phytochemical screening of antioxidant and antibacterial activities of methanolic extracts of some Lamiaceae. *Industrial Crops and Products*, 61: 41-48.
- Kırbağ, S., Zengin, F., 2006. Elazığ yöresindeki bazı tıbbi bitkilerin antimikrobiyal aktiviteleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 16(2): 77-80.
- Kousha, A., Ringö, E., 2015. Antibacterial effect of aquatic extract of *Heracleum* spp. hogweed plants from Europe on thirteen different bacteria. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 48: 675-678.
- Merijanian, A., Colasurdo, T., Samtak, P., Ullrich, J., Spagnuolo, J., 1980. The furanocoumarins of *Heracleum persicum* L. *Revista Latinoamericana de Química*, 11(2): 51-53.
- Mostaghim, T., Afshar, A., Mohammadpourfard, I., Sayadi, M., Rezaei, M., 2017. Antibacterial properties of essential oil of *Heracleum persicum* (Golpar) and foodborne pathogens. *International Journal of Enteric Pathogens*, 5(2): 41-44.
- Mushatq, S., Haider, M.S., Ali, A., Javed, S., Khokhar, I., Mukhtar, I., 2012. In vitro comparative screening of antibacterial and antifungal activities of some common weeds extracts. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 18(1): 15-25.
- Naeini, A., Naseri, M., Kamalinejad, M., Khoshzaban, F., Rajabian, T., Nami, H., Mansori, S., Zavieh, D., 2011. Study on anti-candida effects of essential oil and extracts of Iranian medicinal plants, in vitro. *Journal of Medicinal Plants*, 10(38): 163-172.
- Nejad, B.S., Rajabi, M., Mamoudabadi, A.Z., Zarrin, M., 2014. In vitro anti-candida activity of the hydroalcoholic extracts of *Heracleum persicum* fruit against pathogenic candida species. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 7(1): e8703.
- Nohutçu, L., Tunçtürk, M., Tunçtürk, R., 2019. Yabani bitkiler ve sürdürülebilirlik. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24(2): 142-151.
- Onbaşlı, D., Dal, A., 2020. Türk farmakopesindeki tıbbi bitkilerinin incelenmesi. *Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 7(1): 22-36.
- Önen, H., 2003. Bazı bitkisel uçucu yağların biyoherbisidal etkileri. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 6(1): 39-47.
- Özen, F., Çoşkun, F., 2014. Bitkisel ekstrakt kullanımının Tekirdağ köftesinin mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(3): 100-109.
- Özer, Z., Tursun, N., Önen, H., 2002. Yabancı Otlarla Sağlıklı Yaşam. 4 Renk Yayın Tanıtım Matbaacılık Ltd. Şti., No: 85/7, İskitler-Ankara.
- Özyazıcı, G., Uçar, E., Eruygur, N., 2023. Effects of 80% ethanol extract on biological activities coriander (*Coriandrum sativum* L.) plant. *EU 3rd International Conference on Health, Engineering and Applied Sciences*, 17-19 November, pp. 247-252.
- Pirbalouti, A.G., 2009. Medicinal plants used in Chaharmahal and Bakhtyari districts of Iran. *Herba Polonica*, 55(2): 69-77.
- Ponce, A.G., Fritz, R., Del Valle, C., Roura, S.I., 2003. Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *LWT-Food Science and Technology*, 36(7): 679-684.
- Shokri, H., Sharifzadeh, A., Tamai, A., 2012. Anti-*Candida zeylanoides* activity of some Iranian plants used in traditional medicine. *Journal de Mycologie Médicale*, 22(3): 211-216.
- Sırrı, M., Hallaç, B., Fidan, M., 2024. *Epilobium hirsutum* L. türünün antibakteriyel ve antifungal özelliklerinin belirlenmesi. *Doğu Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1): 51-61.
- Sırrı, M., Özaslan, C., Fidan, M., 2021. Eruh (Siirt) ilçesinde gıda ve halk tababetinde kullanılan bazı doğal ve yabancı otlar. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 6(Özel Sayı): 1118-1129.
- Sırrı, M., Sırrı, G., 2020. Hakkâri ilinde gıda olarak tüketilen yabani bitki ve yabancı ot türlerinin güncel durumu. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 19: 393-409.
- Tegin, İ., Hallaç, B., Sabancı, N., Sadik, B., Fidan, M., Yabalak, E., 2023. A broad assessment of *Eremurus spectabilis* M. Bieb: Chemical and elemental composition, total phenolic and antimicrobial activity analysis, and quantum chemical calculations of radical scavenging potential. *International Journal of Environmental Health Research*, 34(4): 2124-2139.
- Temiz, A., 2010. Antimikrobiyal Maddelere Duyarlılık: Genel Mikrobiyoloji Uygulama Teknikleri. 5. Baskı, Hatiboğlu Yayınevi, Ankara.
- Temiz, A., 2015. Gıdalarda mikrobiyal gelişmeyi etkileyen faktörler, A. Ünlütürk ve F. Turantaş (Editörler), *Gıda Mikrobiyolojisi*, 4. Baskı, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, s. 53-82.
- Trifan, A., Bostănu, A.C., Luca, S.V., Grădinaru, A.C., Jităreanu, A., Aprotosoie, A.C., Miron, A., Cioancă, O., Hăncianu, M., Ochiuz, L., 2020. Antifungal potential of *Pimpinella anisum*, *Carum carvi* and *Coriandrum sativum* extracts. A comparative study with focus on the phenolic composition. *Farmacia*, 68(1): 22-27.

- Umarusman, M.A., Aysan, Y., Özgüven, M., 2019. Farklı bitki ekstraktlarının bezelye bakteriyel yaprak yanıklığına (*Pseudomonas syringae* pv. *pisi*) antibakteriyel etkilerinin araştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(3): 297-314.
- Yılar, M., Bayar, Y., Onaran, A., 2019. Bazı bitki patojeni funguslara karşı *Humulus lupulus* L. bitki ekstraktının antifungal aktivitesi. *II. Uluslararası Tarım Kongresi*, 21-24 Kasım, Ankara, s. 113-118.
- Zengin, G., Sinan, K.I., Ak, G., Mahomoodally, M.F., Paksoy, M.Y., Picot-Allain, C., Glamocilja, J., Sokovic, M., Jeko, J., Cziaky, Z., Rodrigues, M.J., Pereira, C.G., Custodio, L., 2020. Chemical profile, antioxidant, antimicrobial, enzyme inhibitory, and cytotoxicity of seven Apiaceae species from Turkey: A comparative study. *Industrial Crops and Products*, 153: 112572.

ALINTI: Sirri, M., Hallaç, B., Fidan, M., 2025. Yüksekova Havzası'nda Doğal Olarak Yetişen Bazı Yabancı Otların Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 12(1): 26-35.
CITATION: Sirri, M., Hallaç, B., Fidan, M., 2025. Antimicrobial Effects of Certain Naturally Growing Weeds in the Yüksekova Basin. *Turkish Journal of Agricultural Research*, 12(1): 26-35. (In Turkish).