

## ***Epilobium hirsutum* L. Türünün Antibakteriyel ve Antifungal Özelliklerinin Belirlenmesi**

Mesut SIRRI<sup>1\*</sup>, Bülent HALLAÇ<sup>2</sup>, Mehmet FİDAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Siirt Üniversitesi, Kurtalan Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Siirt, TÜRKİYE

<sup>2</sup> Siirt University, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Siirt, TÜRKİYE

<sup>3</sup> Siirt Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Siirt, TÜRKİYE

\*e-mail: m.sirri@siirt.edu.tr

DOI: 10.57244/dfbd.1487289

Geliş tarihi/Received:20/05/2024

Kabul tarihi/Accepted:08/08/2024

### **Özet**

Son yıllarda antibiyotiklere karşı dirençli patojenlerin yayılması ve artan endişe göz önüne alındığında, sentetiklere alternatif olarak doğal bitki kökenli bileşikler araştırmak ilgi odağı olmuştur. Bu çalışmada, Hakkari/Yüksekova İlçesi Gever ovasında doğal olarak yetişen *Epilobium hirsutum* L. türünün toprak üstü kısımlarının etanol, metanol ve su özütlerinin antibakteriyel ve antifungal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. *E. hirsutum*'un ekstraktlarının (etanol, metanol ve su) antimikrobiyal aktiviteleri in vitro olarak altı mikroorganizmaya (*Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Enterococcus faecalis* ATCC 29242 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 bakterileri ile *Candida albicans* ATCC 10231 ve *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9763) karşı test edilmiştir. Çalışmada, bitkiye ait metanol ve su özütlerinin *E. coli* ve *E. faecalis*'e karşı antimikrobiyal aktiviteleri sırasıyla 13.10/9.67 mm ve 12.27/9.47 mm inhibisyon zonu oluşturduğu belirlenmiştir. Etanol özütünün *C. albicans* ve *S. cerevisiae* karşı antifungal aktiviteleri 8-11 mm aralığında inhibisyon zonu oluşturduğu tespit edilmiştir. Genel olarak *E. hirsutum*'a ait özütlerin Amikacin, Streptomycin ve Nistatin standartlarına göre orta düzeyde etki gösterdiği saptanmıştır. Sonuç olarak, *E. hirsutum*'un ekstraktlarının antibakteriyel ve antifungal olarak ilaç, gıda ve diğer endüstriyel uygulamalar için kullanılabilir düzeyde bir etkiye sahip olduğu ifade edilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** *Epilobium hirsutum*, ekstrakt, antimikrobiyal, Yüksekova/Hakkari

### **Determination of Antibacterial and Antifungal Properties of *Epilobium hirsutum* L. (Fam: Onagraceae)**

#### **Abstract**

In recent years, considering the spread of antibiotic-resistant pathogens and the growing concern, there has been a focus on researching natural plant-derived compounds as alternatives to synthetics. This study aims to determine the antibacterial and antifungal properties of the aerial parts of *Epilobium hirsutum* L., naturally grown in the Gever plain of Hakkâri/Yüksekova District, using ethanol, methanol, and water extracts. The antimicrobial activities of *E. hirsutum* extracts (ethanol, methanol, and water) were tested in vitro against six microorganisms (*Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Enterococcus faecalis* ATCC 29242, and *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 bacteria, as well as *Candida albicans* ATCC 10231 and *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9763 fungi). In the study, it was determined that the methanol and water extracts of the plant exhibited antimicrobial activities against *E. coli* and *E. faecalis*, creating inhibition zones of 13.10/9.67 mm and 12.26/9.47 mm, respectively. The ethanol extract showed antifungal activities against *C. albicans* and *S. cerevisiae*, creating inhibition zones in the range of 8-11 mm. Overall, the extracts of *E. hirsutum* were found to have a moderate effect compared to Amikacin, Streptomycin, and Nystatin standards. In conclusion, it can be stated that the extracts of *E. hirsutum* have a potential impact for use in pharmaceuticals, food, and other industrial applications as antibacterial and antifungal agents.

**Keywords:** Hairy willowherb, weed, extract, antimicrobial, Yüksekova/Hakkari

## **Giriş**

İnsanlar her zaman çevreleriyle derin bir ilişkiye sahip olmuş, onu anlamak ve ondan daha fazla fayda sağlamak için çok çalışmışlardır. Bu nedenle çevrelerindeki çeşitli canlı ve cansız öğeleri karakterize etmek için dizi sistemler geliştirmiştir. Dünyanın en ilgi çekici yönü biyolojik çeşitliliğidir. Bitkiler ise bu karmaşık biyolojik çeşitlilik içindeki en önemli basamağı oluşturmaktadır. Nitekim birçok canlının temel besin kaynağı ve doğal yaşam alanı olan bitkiler, ana üreticiler olarak büyük önem taşımaktadır. Ancak bazı bitki türlerinin tek bir uygulama alanı bulunurken bazılarının birden fazla uygulama potansiyeli bulunmaktadır (Fidan ve ark. 2023).

Bitkiler, bu yönüyle değerlendirildiğinde doğal ekosistemdeki işlevlerinin yanı sıra besin maddesi (gıda, bitkisel çay, baharat, meşrubat), tıbbi amaçlı, kozmetik, insektisit (zirai ilaç), boya maddesi, reçine vb. birçok sektörde ana veya ara ürün olarak kullanılmaktadır (Önen, 2003; Sırrı ve Sırrı, 2020; Sırrı ve ark. 2021). İnsanların bitkileri gıda olarak kullanımı uzun bir geçmişi olsa da doğal gıda takviyesi ve doğal katkı maddesi olarak zararlı mikroorganizmaların üremesini engellemek, tat ve renk özelliklerini iyileştirmek amacıyla yaygın bir kullanım alanına sahiptir (Öztürkcan ve Acar 2017; Hallaç ve ark. 2023). Ayrıca bitkilerin önemli bir kullanım alanı da modern ve sentetik ilaçlar için kimyasal varlıklar ve farmasötik ara ürünler açısından zengin kaynaklar olmasıdır. Özellikle tıbbi ve aromatik bitkiler gıda ve tedavi amaçlı, yaygın olarak kullanılmaktadır; antioksidanlar ve antimikrobiyal aktivite gibi potansiyel biyolojik ajan kaynağına sahiptir ve günümüzde kullanımları daha fazla talep görmektedir (Ikram ve ark. 2021). Dünyanın farklı bölgelerinde bulunan binlerce tıbbi ve aromatik bitki türü, antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin yanı sıra tatlandırıcı ve lezzet geliştirici için yaygın bir kullanıma sahiptir.

Türk farmakopi listesinde kayıt altına alınmış bitki sayısı 140 civarındadır ancak halk arasında tıbbi amaçlı kullanılan bitki sayısı çok daha fazladır. Bitkilerin insanlar tarafından kullanımı çok eski tarihlere dayanmaktadır. 60.000 yıl öncesine ait olduğu tahmin edilen neandertal insan kalıntıları ile beraber mezarda yer alan bitkiler, bitki-insan ilişkisinin başlangıcına ait ilk veriler arasında kabul edilmektedir. Bir şamana ait olduğu ifade edilen mezarda, civanperçemi, kanarya otu, mor sümbül, gül hatmi, peygamber çiçeği ve efedra gibi bitki türlerinin bulunduğu tespit edilmiştir (Fidan ve Karaismailoğlu, 2020, Fidan ve ark. 2022).

Son yıllarda gıda sektöründe yaşanan riskler, insan sağlığını olumsuz etkilemesi, gıdalarda katkı maddesi olarak bitkisel ürünlere olan talebin artmasına neden olmuştur (Sevgili, 2019). Diğer taraftan salgın hastalıklar ve sentetik ilaç tedavilerinin yan etkileri ve oluşturduğu tahribatlar nedeniyle insanlar bitkisel tedavi yöntemlerini daha fazla benimsemişlerdir. Bu nedenle giderek daha da popüler bir tedavi yöntemi olarak başlayan tamamlayıcı ve alternatif ilaçların kullanımı artmış, bu da dünya çapında bitkisel ürün pazarının gelişmesine yol açmıştır (Bodeker ve ark. 2002). Nitekim Dünya Sağlık Örgütüne (WHO) göre gelişmiş ülkelerin %80'i sentetik ilaçlardan daha ucuz olan geleneksel ilaçları kullanmaktadır. Bu yönüyle tıbbi bitkilerden elde edilen bileşiklerin antioksidan, antimikrobiyal ve antifungal potansiyele sahip olmaları sebebiyle gıda endüstrisinde koruyucu ve tıbbi tedavilerde alternatif olarak kullanılmaktadır.

Tıbbi bitkiler açısından önemli olan Onagraceae (Yakı otugiller) familyası 200'den fazla otsu ve çok yıllık türü içeren bir bitki grubunu temsil eder (Granica ve ark. 2014). Bu familyaya ait türler, çoğunlukla Avrupa, Asya'nın bazı bölgeleri olmak üzere Kuzey Afrika, Kuzey Amerika ve Avustralya kıtalarına dağılmıştır. Genel olarak *Epilobium* türleri deniz seviyesinden 2,500 metreye kadar olan ıslak habitatlarda yetişmektedir (Baum ve ark. 1994; Kılıç ve ark. 2020). Türkiye florasında *Epilobium* cinsine ait 29 takson dağılım göstermektedir (Bakis ve ark. 2011; Güner ve ark. 2012). Bu türlerin genç sürgünleri gıda olarak tüketildiği gibi ağız yaralarının tedavisi, prostat ve gastrointestinal bozuklukların tedavisinde de kullanılmaktadır. Yapraklarından hazırlanan merhem cilt bozuklukları için geleneksel tıpta yaygın olarak kullanılmaktadır (Zeybek ve Zeybek, 1994; Stolarczyk, 2013; Ege, 2019; Karakaya ve ark. 2020). *Epilobium* türlerinin yapısında ana kimyasal bileşenler olarak; fenolik asitler, steroidler, tanenler ve flavonoidler tespit edilmiştir (Ruszová ve ark. 2013; Schepetkin ve ark. 2014). Nitekim *Epilobium* taksonlarına ait ekstraktların; antioksidan, antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antimikrobiyal, analjezik, prostat kanseri iyileştirici, antinokseptif, anti-aging, anti-diyare, anti-motilite ve anti-sekretuar özelliklere sahip olduğu da rapor edilmiştir (Vitali ve ark. 2006; Kiss ve ark. 2011; Granica ve ark. 2014; Kılıç ve ark. 2020). Literatür çalışmalarında *Epilobium* türlerine ait biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyon veriminin belirlenmesi amacı ile çeşitli çözücülerin kullanıldığı (etil asetat, izopropil alkol, metanol ve su gibi) araştırmalar görülmektedir (Stolarczyk ve ark. 2013; Ruszová ve ark. 2013; Ak ve ark. 2021; Nowak ve ark. 2021). Bitki matrisinde bulunan çoğu fenolik asit türevi, genellikle alkol veya organik çözücülerle çıkarılır ve bu durumda çözücünün türü oldukça önemlidir. Nitekim su, metanol, etanol, aseton, propanol, etil asetat ve dimetilformamid gibi çözücüler, farklı konsantrasyonlarda genellikle taze ürünlerden fenolik bileşiklerin çıkarılması için yaygın olarak kullanılmaktadır (Ganhão ve ark. 2010; Rodríguez-Carpena ve ark. 2011).

Ülkemiz sahip olduğu floristik zenginlikle beraber halkın farklı amaçlar ile kullandığı bitkilerin tespiti ve analizleri de son derece önemlidir. Birçok alanda kullanımı olan bitkilerin bilimsel olarak etkinliklerinin belirlenmesi önemlidir (Fidan ve Fidan 2021). Bu yönüyle dünya genelinde gıda ve tıbbi olarak en yaygın kullanılan taksonlardan biride *Epilobium hirsutum* türüdür (Cando ve ark. 2014; Ak ve ark. 2021). Bu amaçla, Hakkari/Yüksekova ilçesi Gever ovasında, tarım ekosisteminde doğal olarak yetişen *E. hirsutum* yabancı otunun farklı çözücülerdeki (metanol, etanol ve su) ekstraktlarının antibakteriyel ve antifungal aktivitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

### Bitki materyali

*E. hirsutum*'a ait bitki örnekleri 2022 yılında Hakkari/Yüksekova ilçesi Gever ovasında, deniz seviyesinden 1950 metre yükseklikte doğal olarak yetişen alanlarda toplanmıştır. Bitki teşhisi Siirt Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Botan Herbariyumu'nda, Türkiye Florası (Davis, 1972) kullanılarak teşhis edilmiştir. Taze bitki materyalleri (toprak üst kısımları) oda sıcaklığında (25 °C) gölgede kurutulmuş ve analiz için öğütülerek uygun koşullarda muhafaza edilmiştir.

### *E. hirsutum* bitkisine ait ekstraktların (etanol, metanol ve su) hazırlanması:

Kurutularak öğütülmüş bitki örnekleri (her biri 10 g), üç farklı erlenmeyer (100 mL) içerisine konuldu daha sonra etanol, metanol ve su ile ekstrakte edildi (orbital

çalkalayıcı da 120 rpm' de 24 saat oda sıcaklığında çalkalayıcıda bekletildi). Daha sonra filtre kâğıdı (Whatman No. 1) kullanılarak örnekler temiz cam kaplar içerisine aktarılmıştır. Bitki ekstraktları darası alınmış erlenmeyer içerisinde çözümler uzaklaştırılarak bitki ekstraktları liyoflize olarak elde edilmiştir. Daha sonra her biri için ayrı ayrı olmak üzere kendi çözümler eklenerek 100 mg/ml konsantrasyonda ekstraktlar elde edilmiş ve çalışma bu konsantrasyon üzerinden yürütülmüştür (Fidan ve ark. 2022).

#### **E. hirsutum bitkisinin antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi**

Çalışma, Siirt Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mikrobiyoloji Laboratuvarı ve alt yapısı kullanılarak yürütülmüştür. Laboratuvarında bulunan *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Enterococcus faecalis* ATCC 29242 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 bakterileri ile *Candida albicans* ATCC 10231 ve *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9763 fungusları çalışmada kullanılmıştır. Ayrıca bakterilere karşı Amikacin ve Streptomycin antibiyotikleri ile funguslara karşı ise Nistatin antifungal ajan olarak test edilmiştir.

Bitkilerin antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesinde disk-kuyu agar diffüzyon yöntemi kullanılmıştır (Temiz, 2010). Bu amaçla kullanılan bakteri suşları Tryptic Soy Broth (Conda, 1224, İspanya)'ta, funguslar ise Sabouraud Dextrose Broth (Oxoid, CM0147, UK) besiyerinde 37°C 18-24 saat boyunca aktif hale getirildikten sonra konsantrasyonları 0.5 McFarland standardına ( $1 \times 10^8$  CFU/mL) göre ayarlanmıştır. Bakteriler için Mueller Hinton Agar (Merck, 70191, Almanya) besiyeri, fungus içinde Sabouraud Dextrose Agar (Merck, CM0041, Almanya) besiyerine her bir mikroorganizma standart solüsyonundan ayrı ayrı 100 µL alınarak, aseptik koşullarda 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 ekstraktı, serum fizyolojik su ve bakterilere karşı antibakteriyel etkinin gözlenmesi amacıyla standart antibiyotik disk besi yeri üzerine yerleştirilmiştir. Diğer taraftan aynı şekilde Sabouraud Dextrose Agar besiyerinde açılan kuyucuklara da ayrı ayrı 30 µL olacak şekilde sırasıyla bitki ekstraktı, serum fizyolojik su ve antifungal etkinin belirlenmesinde ise antifungal çözelti ilave edilmiştir. Çözeltilerin besiyerlerine emilmesi için petriyerler 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 Moreira ve ark. (2005)'nin belirtmiş oldukları skalaya göre <8 mm olması "etkisiz", 9-14 mm olması "düşük etkili", 15-19 mm olması "etkili" ve  $\geq 20$  mm olması durumunda ise "aşırı etkili" olarak değerlendirilmiş ve antimikrobiyal aktiviteler hesaplanmıştır. Ayrıca çalışmada kullanılan bitki ekstraktlarının pH, Oksidasyon redüksiyon potansiyeli (O/R) ve kuru madde (Briks) değerleri de aşağıdaki yöntemlere göre belirlenmiştir.

*pH ve Oksidasyon-Redüksiyon (O/R) değerinin belirlenmesi:* Ekstraktın pH ile O/R değeri (Mettler Toledo, S220 Seven CompactTM) pH-metrede (Cemeroğlu, 2013) tarafından önerilen metoda göre yapılmıştır.

*Kurumadde değerinin (Briks) belirlenmesi:* Kuru madde tayininde ise (Cemeroğlu, 2013)'nin belirttiği metoda göre (Hanna® HI 96801, Romanya) cihazında ölçülmüştür.

**İstatistiksel analiz:** Çalışma üç tekerrür ve üç paralel olarak yürütülmüştür. Çalışmada elde edilen bulguların analizi için SPSS 22.0 istatistik paket programı (SPSS, 2013) kullanılmıştır. Ölçümlerin ortalaması alınarak varyans analizine tabii tutulmuş, önemlilik çıktığında Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır ( $p < 0.05$ ).

## Bulgular ve Tartışma

Çalışmada kullanılan *E. hirsutum* ekstraktlarının (etanol, metanol ve su) antimikrobiyal aktiviteleri, kuyu agar difüzyon yöntemi kullanılarak *B. subtilis*, *E. coli*, *E. faecalis*, *S. aureus*, *C. albicans* ve *S. cerevisiae* mikroorganizmalarına karşı etkinlikleri incelenmiştir. Genel olarak, etanol ekstraktının *B. subtilis* dışında diğer mikroorganizmalar karşı etkinliği 7-11 mm aralığında inhibisyon zonu gösterdiği, metanol ekstraktın *C. albicans* hariç, 8-14 mm aralığında inhibisyon zonu oluşturduğu ve su ekstraktın ise *C. albicans* ve *S. cerevisiae* hariç 8-10 mm aralığında inhibisyon zonu gösterdiği tespit edilmiştir. Bitkiye ait etanol, metanol ve su ekstraktı etki düzeyinin en yüksek olduğu *E. coli* ve *E. faecalis* türleri olmuştur. Bitkiye ait ekstraktlardan etanol ekstraktının en fazla *S. cerevisiae* (10.47 mm)'ye, metanol ekstraktının *E. coli* (13.10 mm) ve su ekstraktının ise yine *E. coli* (9.66 mm)'ye karşı inhibisyon oluşturduğu belirlenmiştir.

Genel olarak bitki ekstraktlarının etki değerleri inhibisyon zonuna göre 7-13 mm aralığında tespit edilmiştir. Bu değerler standartlar ile mukayese edildiğinde (amikasin, streptomycin ve nistatin) orta düzeyde bir antimikrobiyal aktivite gösterdikleri ifade edilebilir (Çizelge 1).

Çizelge 1. *E. hirsutum*'un etanol, metanol ve su ekstraktlarının antimikrobiyal etki düzeyleri (mm)

Ekstrakt Örnekleri	Mikroorganizmalar ve inhibisyon zonu						
	Sa	Ec	Bs	Ef:	Ca	Sc	
Etanol (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH)	7.87±0.09	8.83±0.49	0.00±0.00	8.80±0.22	8.93±1.28	10.47±0.46	
Metanol (CH <sub>3</sub> OH)	8.63±0.05	13.10±0.22	9.03±0.46	12.27±0.49	0.00±0.00	8.20±0.22	
Su	8.43±0.26	9.67±0.05	8.77±0.12	9.47±0.21	0.00±0.00	0.00±0.00	
Antimikrobiyal ajanlar	Amikasin	23.17±0.62b	23.00±0a	22.33±0a	22.67±0a	0.00±0.00	0.00±0.00
	Streptomisin	22.33±0.47c	18.33±0.47a	20.67±0.47b	18.33±0.47a	0.00±0.00	0.00±0.00
	Nistatin	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	26.33±2.36a	26.33±0.47a

Bs: *Bacillus subtilis*, Ec: *Escherichia coli*, Ef: *Enterococcus faecalis*, Sa: *Staphylococcus aureus*, Ca: *Candida albicans*, Sc: *Saccharomyces cerevisiae*

Ayrıca çalışmada *E. hirsutum*'un etanol, metanol ve su ekstraktlarının fizikokimyasal özellikleri açısından değerlendirilmesi sonucunda Etanol ekstraktının en düşük pH ve en yüksek OR potansiyeline sahip olduğu, kuru maddenin ise su ekstraktında en düşük seviyede, metanol ekstraktında en yüksek seviyede olduğu saptanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. *E. hirsutum*'un etanol, metanol ve su ekstraktlarının fizikokimyasal özellikleri

Fizikokimyasal özellikleri	Bitkiye ait Ekstraktlar		
	Etanol	Metanol	Su
pH	4.73±0c	5.67±0.04a	5.47±0.02b
OR potansiyeli	142.90±0.36a	94.20±2.06c	104.73±1.19b
Kuru madde (%)	20.77±0.05a	2.93±0.05c	5.9±0b

İstatistiksel olarak ekstraktlar pH, OR ve kuru madde yönünden oldukça önemli farklılıklar ( $p<0,01$ ) göstermiştir. Antimikrobiyal etkileri yönünden çalışmada kullanılan standart antimikrobiyal ajanlar arasında da  $p<0,01$  seviyesinde anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Amikasinin oluşturduğu zon çapı değerlerinin *C. albicans* ile *E. coli* ve *E. faecalis* arasında, streptomisin'in *S. aureus* ve *B. subtilis* ile diğer bakteriler arasında  $p<0,05$  düzeyinde anlamlı bir fark belirlenirken nistatinin *C. albicans* ve *S. cerevisae*'ye karşı gösterdiği inhibisyonları arasında anlamlı bir farkın olmadığı ( $p>0,05$ ) saptanmıştır. Ayrıca sırasıyla su, etanol ve metanole doğru sıralandığında çözümlerin mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etkinliğinin önemli seviyede artış gösterdiği ( $p<0,01$ ) belirlenmiştir.

Nitekim literatürde, *E. hirsutum*'un çözücü ekstraktları için antibakteriyel, antifungal ve antioksidan aktivitelere sahip olduğu bildirilmiştir (Tóth ve ark. 2009; Stolarczyk ve ark. 2013). Kılıç ve ark. (2020) da yaptıkları çalışmada *E. hirsutum* uçucu yağ ve çözücü ekstraktlarının (n-hekzan, metanol ve su) antimikrobiyal aktiviteleri dokuz mikroorganizmaya karşı in vitro olarak incelemişlerdir. Ancak çalışmada uçucu yağ ve metanol ekstraktı değerlendirmeye alınmış ve *E. coli*'ye karşı en iyi etkiyi uçucu yağ (10 mm) gösterirken, metanol ekstraktının *Mycobacterium smegmatis* (16 mm), *Pseudomonas aeruginosa* (12 mm), *E. faecalis* (12 mm), *Yersinia pseudotuberculosis* (8 mm), *Bacillus cereus* (8 mm) ve *S. aureus*'a karşı antimikrobiyal aktivitesi inhibisyon zonu daha düşük (6 mm) olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre metanol ekstraktının mikroorganizmalara karşı orta düzeyde aktivite gösterdiğini rapor edilmiştir. Vlase ve ark. (2022) tarafından yapılan bir çalışmada *E. hirsutum*'un yaprak, kök ve toprak üst kısımlarına ait etanol ekstraktlarının in vitro ortamda biyolojik aktiviteleri test edilmiştir. Çalışmada optimize edilmiş ekstraktların en belirgin etkisinin *Bacillus cereus*'a karşı (9-16 mm) olduğunu, Gram-(+) bakterilere karşı ise orta düzeyde (6-13 mm) antibakteriyel etki gösterdiği bildirmişlerdir. *Candida albicans*'a karşı 9-12 mm değerleri arasında inhibisyon çapı oluşturduğu ifade edilmiştir. Ayrıca çalışmada *E. hirsutum* yaprakları ve üst kısımlarına ait ekstraktların diğer *Epilobium* türlerine nazaran antioksidan aktivite yönünden de daha etkili olduğunu rapor etmişler. Nicu ve ark. (2017) *E. hirsutum* bitkisine ait üst kısımlarından %70 (v/v) etanol ekstraktının bazı bakterilere (*E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *S. aureus* ve *S. epidermidis*) karşı antibakteriyel etkisi değerlendirilmiş ve Gram pozitif bakterilere karşı daha iyi sonuçlar gösterdiğini belirlemişlerdir. Zira *Epilobium* türlerinin antimikrobiyal potansiyelinin olduğu, daha önce yapılan birçok araştırmalarda çeşitli bakteri, fungal ve viral etmenlere karşı test edildiği bildirilmiştir (Bartfay ve ark. 2012; Granica ve ark. 2014; Vitalone ve Allkanjari 2018; Dreger ve ark. 2023).

*E. hirsutum*'a ait toprak üstü kısımlar ve seçici ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesinin belirlendiği ve bazı antibiyotiklerle (Gentamisin, Tetrasiklin, Ampisilin, Nalidiksik asit ve Siprofloksasin) olası sinerjik etkilerinin ortaya konulması amacıyla yapılan bir çalışmada; *E. hirsutum* ekstraktı ile Ampisilin arasında uyarıcı kanıtlar

olduğu, istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu, bu bitki ekstraktlarının Gentamisin ve Siprofloksasin'e ilave edildiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstererek antibakteriyel etkisinde artış sağlandığını ortaya koymuşlardır (Pirvu ve ark. 2015). Bu yönüyle *E. hirsutum*'a ait çözücü ekstraktlarının antimikrobiyal olarak tek başına kullanılmalarının yanında diğer standart antibiyotikler ile kombine edilerek de kullanılabileceği anlaşılmıştır. Ayrıca *Epilobium* türlerinin çözücü ekstraktların dışında uçucu yağının kimyasal bileşikler açısından zengin olması ve antimikrobiyal aktivitesinin yüksek olduğu ile ilgili bir çok literatür çalışmada rapor edilmiştir (Kılıç ve ark. 2020). Eghmazi ve ark. (2015)'te *E. hirsutum*'un uçucu yağının kimyasal bileşimi ve antibakteriyel aktivitesi (*S. aureus*, *Bacillus cereus*, *Salmonella enterica* ve *E. Coli*) test edilmiştir. Bitkiye ait uçucu yağ, test edilen tüm bakteri suşlarına karşı in vitro antibakteriyel aktivite sergilediği, bu nedenle *E. hirsutum*'un bitkisel bir antibakteriyel ajan olarak kullanma potansiyeline sahip olduğu belirtilmiştir.

Cando ve ark. (2014)'te *E. hirsutum* ekstrelerinin sığır köftelerinin oksidatif stabilitesine (tiyobarbitürik asit reaktif maddeler,  $\alpha$ -aminoadipik ve  $\gamma$ -glutamik semialdehitlerin oluşumu) etkisi incelenmiştir. Çalışmada bitki ekstresi içeren işlenmiş sığır köftelerinde lipid oksidasyon seviyeleri 100 ppm gallik asit değeri ile benzer özellik gösterdiği tespit edilmiştir. Nitekim *Epilobium* türlerinin geleneksel olarak anti-inflamatuar ve antioksidan özellikleri nedeniyle geleneksel halk tıbbında kullanıldığı belirtilmiştir (Kiss ve ark. 2004). Zira biyoaktif etkilere sahip fitokimyasalların bir kaynağı olarak, *E. hirsutum*'un fenolik bileşikler açısından zengin ve çeşitli bir kompozisyona sahip olduğu bulunmuştur (Wojdyło ve ark. 2007). *E. hirsutum* fenolik asitler, flavonoidler ve tanenler de dahil olmak üzere 30 farklı fitokimyasal içerdiği belirtilmiştir (Barakat ve ark. 1997; Wojdyło ve ark. 2007; Tóth ve ark. 2009). Ancak bitkide elde edilen fenollerin gıda sistemlerinde oksidatif reaksiyonların inhibitörleri olarak uygulanması sınırlı kalmıştır.

Genel olarak, *E. hirsutum*'un uçucu yağ ve çözücü ekstraktlarının kimyasal bileşikler açısından zengin olduğu birçok literatür çalışmasında belirtilmiştir (Mohammadi Bazargani ve ark. 2021; Dürüst ve ark. 2023). Yapılan bu çalışma, yukarıda genel olarak bahsedilen çalışmalarla uyumlu olmakla beraber kısmen de olsa bazı farklılıkların olduğu görülmüştür. Bu farklılıkların bitkinin yetiştiği ekosistem ve özellikleri, kullanılan bitki kısımları, bitkilerin toplama zamanı, çözücüler, mikroorganizma tür-çeşitleri ve yöntemler gibi nedenlerden dolayı ortaya çıktığı düşünülmektedir.

## Sonuç

Biyoaktif prensiplere yeni kaynaklar belirlemek için, Yüksekova havzasında doğal olarak yetişen, yerel halk tarafından gıda ve tıbbi olarak kullanılan *E. hirsutum*'un çözücü ekstraktlarının antimikrobiyal özelliklerinin araştırılması, bitkinin geniş bir yelpazede şifalı özelliklere sahip olması ve dünya genelinde yaygın kullanımları nedeniyle dikkat çekmektedir. Çalışmada, antimikrobiyal etkide önemli olan faktörlerin çözücüler, kullanılan mikroorganizma türü ve çeşidi, antimikrobiyal etkide kullanılan yöntem ve gereçlerin farklı oluşu, bitki ekstraktlarının konsantrasyonu, ekstraktların kimyasal kompozisyonu ve etkileşimleri olduğu düşünülmektedir. Çalışmada, genel olarak metanol ekstraktının en fazla (13.10 mm) *E. coli*'ye karşı antibakteriyel etkisinin olduğu gözlenirken, etanol ekstresinin ise en fazla (10.47 mm) *S. cerevisiae* karşı daha iyi antifungal aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Bu nedenlerle, antibakteriyel ve

antifungal aktivitelerinin genel sonuçları, *E. hirsutum*'un çözen ekstraktlarının ilaç, gıda gibi diğer endüstriyel uygulamalar için umut vadeden perspektiflere sahip olabileceği kanaatine varılmıştır. Doğal olarak yetişen bu tarz bitkilerin ıslah edilerek kültüre alınmasına, istihdama ve bölgesel ekonomiye katkı sunabilecek bir ürün olarak değerlendirilmesine, yapılacak daha ileri düzeydeki çalışmalarda aktiviteye yönlendirilmiş izolasyon ve saflaştırma çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

### Çıkar çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

### Kaynaklar

- Ak, G., Zengin, G., Mahomoodally, M. F., Llorent-Martínez, E., Orlando, G., Chiavaroli, A., ... Ferrante, C. (2021). Shedding light into the connection between chemical components and biological effects of extracts from *Epilobium hirsutum*: Is it a potent source of bioactive agents from natural treasure?. *Antioxidants*, 10(9), 1389.
- Bakis, Y., Babac, M. T., Uslu, E. (2011). "Updates and improvements of Turkish Plants Data Service (TÜBİVES)" In *Health Informatics and Bioinformatics (HIBIT), 2011 6th International Symposium on IEEE*. May, 02-05, 2011 İzmir, Türkiye.
- Barakat, H. H., Hussein, S. A., Marzouk, M. S., Merfort, I., Linscheid, M., Nawwar, M. A. (1997). Polyphenolic metabolites of *Epilobium hirsutum*. *Phytochemistry*, 46(5), 935-941.
- Bartfay, W. J., Bartfay, E., Johnson, J. G. (2012). Gram-negative and gram-positive antibacterial properties of the whole plant extract of willow herb (*Epilobium angustifolium*). *Biological Research for Nursing*, 14(1), 85-89.
- Baum, D. A., Sytsma, K. J., Hoch, P. C. (1994). A phylogenetic analysis of *Epilobium* (Onagraceae) based on nuclear ribosomal DNA sequences. *Systematic Botany*, 19(3), 363-388.
- Bodeker, G., Kronenberg, F. (2002). A public health agenda for traditional, complementary and alternative medicine. *American Journal of Public Health*, 92, 1582-1591.
- Cando, D., Morcuende, D., Utrera, M., Estévez, M. (2014). Phenolic-rich extracts from Willowherb (*Epilobium hirsutum* L.) inhibit lipid oxidation but accelerate protein carbonylation and discoloration of beef patties. *European Food Research and Technology*, 238, 741-751.
- Cemeroğlu, B. S. (2013). *Gıda Analizleri*, Ankara, 3. Baskı, Bizim Grup Basımevi.
- Dreger, M., Adamczak, A., Foksowicz-Flaczyk, J. (2023). Antibacterial and antimycotic activity of *Epilobium angustifolium* L. extracts: a review. *Pharmaceuticals*, 16(10), 1419.
- Dürüst, N., Dürüst, Y., İkinci, N., Banko, S., Hoşgün, E. Z., Bozan, B. (2023). HPLC determination of polyphenols of the flowers of *Digitalis lamarckii*, *Xeranthemum annuum*, *Epilobium hirsutum* and *Silene compacta* from Bolu (Turkey). *Journal of Medicinal Plants*, 17(5), 164-179.



- Ege, T. (2019). The pharmacological and therapeutic potentials of *Epilobium hirsutum* L., *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 57, 20-23.
- Eghmazi, E., Akhgar, M. R., Kariminik, A. (2015). Oil from *Epilobium hirsutum*. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 7, 338-344.
- Fidan, H., Fidan, M. (2021). Şırnak Yöresinde Alternatif Tedavi Amaçlı Kullanılan *Origanum vulgare* L. subsp. *gracile* (K. Koch) Ietsw. Bitkisinin Element Analizi. *Şırnak Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1), 23-28.
- Fidan, M., Karaismailoğlu, M. C. (2020). *Kenevirin Tarihi ve Sistematigi*. Palme, Ankara, 1-13.
- Fidan, M., Pınar, S. M., Erez, M. E., İnal, B. (2022). *Salvia kurdica* Boiss. & Hohen. ex Benth. ve *Salvia pachystachys* Trautv. türlerinin antioksidan özellikleri ile antibakteriyel etkilerinin belirlenmesi. *Doğu Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2), 19-29.
- Fidan, M., Süzerer, V., Onay, A. (2023). *Cannabis sativa* L.: origin, distribution, taxonomy and biology. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 16(1), 10-28.
- Ganhão, R., Morcuende, D., Estévez, M. (2010). Protein oxidation in emulsified cooked burger patties with added fruit extracts: influence on colour and texture deterioration during chill storage. *Meat Science*, 85, 402-409
- Granica S, Piwowarski J.P, Czerwińska M.E., Kiss A.K. (2014). Phytochemistry, pharmacology and traditional uses of different *Epilobium* species (Onagraceae): a review. *Journal of Ethnopharmacology*, 156, 316-346. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2014.08.036>
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T. (edlr.), (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.
- Hallaç, B., Kılınççeker, O. (2023). Deve Dikeni (*Silybum marianum*) Tohumu Ununun Tavuk Köfte Üretiminde Kullanım Olanakları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27(2), 207-212.
- Ikram, M., Ali, N., Jan, G., Jan, F., Romman, M., Ishaq, M., ... Khan, N. (2021). Antimicrobial and antioxidant activities of methanolic extract and fractions of *Epilobium roseum* (Schreb.) against bacterial strains. *American Journal of Plant Sciences*, 12, 275-284. doi: 10.4236/ajps.2021.123017.
- Karakaya, S., Süntar, I., Yakinci, O. F., Sytar, O., Ceribasi, S., Dursunoglu, B., ... Guvenalp, Z. (2020). In vivo bioactivity assessment on *Epilobium* species: A particular focus on *Epilobium angustifolium* and its components on enzymes connected with the healing process. *Journal of Ethnopharmacology*, 262, 113207.
- Kılıç, G., Korkmaz, B., Erik, İ., Fandaklı, S., Yaylı, S. S., Faiz, Ö., ... Yaylı, N. (2020). Antimicrobial, antioxidant, tyrosinase activities and volatile compounds of the essential oil and solvent extract of *Epilobium hirsutum* L. growing in Turkey. *Turkish Journal of Analytical Chemistry*, 2(2), 87-94.
- Kiss, A., Kowalski, J., Melzig, M. F. (2004). Compounds from *Epilobium angustifolium* inhibit the specific metalloproteinases ACE, NEP and APN. *Planta medica*, 70(10), 919-923.
- Kiss, A.K., Bazylko, A., Filipek, A., Granica, S., Jaszewska, E., Kiarszys, U., ... Piwowarski J. (2011). Oenothrin B's contribution to the anti-inflammatory and antioxidant activity of *Epilobium* sp. *Phytomedicine*, 18, 557-560.

- Mohammadi Bazargani, M., Falahati-Anbaran, M., Rohloff, J. (2021). Comparative analyses of phytochemical variation within and between congeneric species of willow herb, *Epilobium hirsutum* and *E. parviflorum*: Contribution of environmental factors. *Frontiers in plant science*, 11, 595190.
- Moreira, M. R., Ponce, A. G., Del Valle, C. E., Roura, S. I. (2005). Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen. *LWT-Food Science and Technology*, 38(5), 565-570.
- Nicu, A. I., Pîrvu, L., Vamanu, A. (2017). Antibacterial activity of ethanolic extracts from *Agrimonia eupatoria* L. and *Epilobium hirsutum* L. herba. *Scientific Bulletin Series F. Biotechnologies*, 21, 127-132.
- Nowak, A., Cybulska, K., Makuch, E., Kucharski, Ł., Rózewicka-Czabańska, M., Prowans, P., ... Klimowicz, A. (2021). In vitro human skin penetration, antioxidant and antimicrobial activity of ethanol-water extract of fireweed (*Epilobium angustifolium* L.). *Molecules*, 26(2), 329. doi: 10.3390/molecules26020329.
- Önen, H. (2003). Bazı bitkisel uçucu yağların biyoherbisidal etkileri. *Turkish Journal of Weed Science*, 6, 39-47. Shttps://www.researchgate.net/profile/Huseyin-Onen/publications
- Öztürkcan, A., Acar, S. (2017). A general assessment of widely used antimicrobial food additives. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1, 1-17.
- Pîrvu, L., Nicorescu, V., Hlevca, C., Udeanu, D. I., Nicorescu, I. (2015). Antimicrobial and synergistic activity of some whole and selective *Epilobium hirsutum* L. (great willowherb) extracts tested on standard and wild *Staphylococcus aureus* strains. *Farmacia*, 63(5), 690-695.
- Rodríguez-Carpena, J.G., Morcuende, D., Estévez, M. (2011) Avocado y-products as inhibitors of color deterioration and lipid and protein oxidation in raw porcine patties subjected to chilled storage. *Meat Science*, 89, 166–173
- Ruszová, E., Cheel, J., Pávek, S., Moravcová, M., Hermannová, M., Matějková, I., ... Kubala, L. (2013). *Epilobium angustifolium* extract demonstrates multiple effects on dermal fibroblasts in vitro and skin photo-protection in vivo. *General Physiology and Biophysics*, 32(3), 347-359.
- Schepetkin, I. A., Ramstead, A. G., Kirpotina, L. N., Voyich, J. M., Jutila, M. A., Quinn, M. T. (2016). Therapeutic potential of polyphenols from *Epilobium angustifolium* (Fireweed). *Phytotherapy research*, 30(8), 1287-1297.
- Sevgili, S. Ş. (2019). Doğal katkı maddelerinin bitkisel yağların stabilitelere etkileri. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 34(1), 61-68.
- Sırrı, M., Özaslan, C., Fidan, M. (2021). Eruh (Siirt) ilçesinde gıda ve halk tababetinde kullanılan bazı doğal ve yabancı otlar. *MAS Journal of Applied Sciences*, 6(Özel Sayı), 1118-1129.
- Sırrı, M., Sırrı, G. (2020). Hakkâri ilinde gıda olarak tüketilen yabancı bitki ve yabancı ot türlerinin güncel durumu. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 19, 393-409.
- Stolarczyk, M., Naruszewicz, M., Kiss, A. K. (2013). Extracts from *Epilobium* sp. herbs induce apoptosis in human hormone-dependent prostate cancer cells by activating the mitochondrial pathway. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 65(7), 1044-1054.
- Temiz, A. (2010). Antimikrobiyal Maddelere Duyarlılık. *Genel Mikrobiyoloji Uygulama Teknikleri*. Ankara, Hatiboğlu Yayınevi.

- Tóth, B. H., Blazics, B., Kéry, Á. (2009). Polyphenol composition and antioxidant capacity of *Epilobium* species. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 49(1), 26-31.
- Vitali, F., Fonte, G., Saija, A., Tita, B. (2006). Inhibition of intestinal motility and secretion by extracts of *Epilobium* spp. in mice. *Journal of ethnopharmacology*, 107(3), 342-348.
- Vitalone, A., Allkanjari, O. (2018). *Epilobium* spp.: Pharmacology and Phytochemistry. *Phytotherapy Research*, 32(7), 1229-1240.
- Vlase, A. M., Toiu, A., Tomuța, I., Vlase, L., Muntean, D., Casian, T., ... Crișan, G. (2022). *Epilobium* species: from optimization of the extraction process to evaluation of biological properties. *Antioxidants*, 12(1), 91. <https://doi.org/10.3390/antiox12010091>
- Wojdyło, A., Oszmiański, J., Czemerys, R. (2007). Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food chemistry*, 105(3), 940-949.
- Zeybek, N., Zeybek, U. (1994). *Pharmaceutical Botany*, Ege University Faculty of Pharmacy Publication, Turkey.