





## Kilis'te Sebze Olarak Tüketilen *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér.'un Metanol Ekstraktının Antioksidan ve Antibakteriyal Aktiviteleri, Fenolik Bileşimi ile Aroma Bileşiklerinin Belirlenmesi

Filiz UÇAN TÜRKMEN<sup>\*1</sup>, Gülcan KOYUNCU<sup>2</sup>, Fatma Esen SARIGÜLLÜ ÖNALAN<sup>3</sup>, Ümit Haydar EROL<sup>4</sup>

### Öz

Bu çalışmanın amacı, Kilis'te sebze olarak tüketilmekte olan *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér.'ün metanol ekstraktının antioksidan ve antibakteriyal aktivitelerini, fenolik profilini ve aroma bileşimini araştırmaktır. Ekstraktın toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid madde miktarı, DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) radikal giderimi ve askorbik asit miktarı değerleri sırasıyla; 1.93 mg GAE/g ekstrakt, 0.066 mg RE/g ekstrakt, % 73.19 ve 339.87 mg/L'dir. Fosfomolibdenyum yöntemi ile antioksidan aktivitesi, metal şelatlama aktivitesi, indirgeme kapasitesi ve CUPRAC değerleri sırasıyla; 2.41 µg/TE g, %86.13, 2.868 abs., 160.78 mg troloks eşdeğeri/g örnek'dir. Toplam antioksidan aktivite ise % inhibisyon ve troloks eşdeğeri olarak hesaplanmış olup, bu değerler sırasıyla %51.40 ve 9.56 µM troloks eşdeğeri/10g'dır. Fenolik bileşen sonuçlarına göre, en yüksek miktarda tespit edilmiş olan fenolik bileşen naringinin miktarı 1143.8993 mg/kg iken; en düşük tespit edilen bileşen ise t-ferulik asit olup miktarı 5.08139 mg/kg'dır. Çalışmada en yüksek oranda tespit edilen iki aroma bileşiği %18.88 ile fitol ve %13.61 ile 2-bütoksi etanol olurken; bunları sırası ile p-ksilen, undekan, neofitadien ve fitalik asit, bütül tetradesil ester takip etmiştir. Antibakteriyal aktivite tayininde, 100 mg/mL konsantrasyonda *E. coli* ATCC 25922 ve *Proteus spp.*'ye karşı özütlerde herhangi bir inhibitör etkiye rastlanmazken; *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027'ye karşı inhibitör etki gözlenmiş ve zon çapı 6 mm olarak ölçülmüştür. Sonuçlar, *E. cicutarium*'un metanol ekstraktının gıda ve tıbbi uygulamalar için yararlı olabileceğini düşündürmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** *E. cicutarium*, antioksidan, antibakteriyal, fenolik profili, aroma bileşikleri

## Determination of Antioxidant and Antimicrobial Activities, Phenolic Composition and Volatile Compounds of Methanol Extracts of *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér. Consumed As a Vegetable in Kilis

### Abstract

The aim of this study is to investigate the antioxidant and antibacterial activities, phenolic profile and volatile compounds of methanol extract of *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér, which is consumed as a vegetable in Kilis. The total phenolic substance content, total flavonoid substance amount, DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) radical removal and ascorbic acid content values of the extract are respectively; 1.93 mg GAE/g extract, 0.066 mg RE/g extract, 73.19% and 339.87 mg/L. Antioxidant activity, metal chelating activity, reducing capacity and CUPRAC values by phosphomolybdenum method, respectively; 2.41 µg/TE g, 86.13%, 2.868 abs., 160.78 mg trolox equivalent/g sample. Total antioxidant activity was calculated as % inhibition and trolox equivalent, these values are 51.40% and 9.56 µM trolox equivalent/10g, respectively. According to the phenolic component results, the amount of naringin, the phenolic component that was detected in the highest amount, was 1143.8993 mg/kg; the lowest detected component is t-ferulic acid and its amount is 5.08139 mg/kg. Also, in the study, the two volatile compounds detected at the highest rate were phytol with 18.88% and 2-butoxy ethanol with 13.61%; followed by p-xylene, undecane, neophytadiene and phthalic acid, butyl tetradecyl ester, respectively. In the determination of antibacterial activity, while no inhibitory effect was observed in extract against *E. coli* ATCC 25922 and *Proteus spp.* at a concentration of 100 mg/mL; an inhibitory effect against *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 was observed, with a zone diameter of 6 mm. The results suggested that methanol extracts of *E. cicutarium* may be useful for food and medical applications.

**Keywords:** *E. cicutarium*, antioxidant, antibacterial, phenolic profile, volatile compounds

<sup>1</sup>Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Kilis, Türkiye, [ucanfiliz@gmail.com](mailto:ucanfiliz@gmail.com)

<sup>2</sup>Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Gıda İşleme Bölümü, Kilis, Türkiye, [gulcankoyuncu05@gmail.com](mailto:gulcankoyuncu05@gmail.com)

<sup>3</sup>Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Yusuf Şerefoğlu Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Kilis, Türkiye, [esenonalan@kilis.edu.tr](mailto:esenonalan@kilis.edu.tr)

<sup>4</sup>Kilis 7 Aralık Üniversitesi, İleri Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, Kilis, Türkiye, [umith.erol@kilis.edu.tr](mailto:umith.erol@kilis.edu.tr)

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-3653-9433>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-7406-5331>

<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-1374-4338>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0001-6126-5844>

## 1. Giriş

*Erodium* (Turnagagasıgiller=Geraniaceae) ülkemizde “dönbaba, iğnelik” gibi yerel isimlerle bilinmekte olup, tıbbi açıdan önemli bitki türlerini de içermektedir. Türkiye florasında 26 tür ve 31 takson ile temsil edilen *Erodium* cinsine ait türlerden biri de *Erodium cicutarium*’dur. Diğer yandan, *E. cicutarium* Afyonkarahisar, Ankara, Aksaray ve Denizli’de sebze olarak tüketilmekte ve börek yapımında kullanılmaktadır (Çelikler Özer ve ark., 2020). Genç yapraklar çiğ ya da pişirilerek tüketilebilir. Yaprakları salata ve çorbalara eklenir. Kökü sakız ikamesi olarak çiğnenir (Doğan, 2022). *Erodium* cinsi içinde Irak, Türkiye, İran, Peru, Bolivya, Kuzey Amerika, Filistin, Sırbistan, Şili, Ekvador, Cezayir, İspanya ve Pakistan ülkelerinde etnobotanik amaçla en fazla kullanılan tür olarak *E. cicutarium* göze çarpılmaktadır (Çelikler Özer ve ark., 2020).

Bitkinin hemostatik olduğu, uterin ve diğer kanamaların tedavisinde kullanıldığı bildirilmiştir. Bitkinin kök ve yapraklarının emziren anneler tarafından süt üretimini arttırdığı için kullanıldığı ve ayrıca böcek ısırıkları ve cilt enfeksiyonları üzerinde de yıkama amaçlı kullanıldığı söylenmiştir. Çiğnenmiş kökünün yara ve döküntülere uygulanabileceği; yapraklarından yapılan çayın terletici ve idrar söktürücü olduğu vurgulanmıştır. Aynı zamanda, tifo ateşinin tedavisinde kaynatılarak kullanıldığı, romatizma tedavisi için de yapraklarının banyo suyuna konulduğu bildirilmiştir (Doğan, 2022). Bitki kan kesici ve kabızlığı giderici özelliğe sahiptir (Baytop, 1999). Malatya ilinde cilt için kullanılıp gıda olarak tüketilirken, literatürde; kan kesici, kabızlık giderici, terletici, idrar artırıcı olarak kullanılmaktadır (Tetik, 2011).

*E. cicutarium* tanen, kateşinler, gallik ve elajik asitler, şekerler (glukoz, galaktoz, fruktoz), amino asitler (glisin, alanin, prolin, histidin, triptofan, tirozin, glutamik asit), K ve C vitaminleri içermektedir. *E. cicutarium*’un uçucu yağları izomenton (%11.2), sitronellol (%15.4), geraniol (%16.7) ve metil öjenoldur (%10.6). *E. cicutarium*, antibakteriyel, antifungal, antiviral, interferon indükleyici etkiler, antioksidan, uterus ve diyafram kasları üzerinde spazmojenik etkiler ve kardiyak negatif iyonotropik etki dahil olmak üzere birçok farmakolojik etkiye sahiptir (Al-Snafi, 2017a; Ljoljic Bilic ve ark., 2019; Ljoljic Bilic ve ark., 2022).

Bu çalışmanın amacı; Kilis’te sebze olarak tüketilen *Erodium cicutarium* (L.) L’Hér. metanol ekstraktının antioksidan aktivitelerinin (toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde, askorbik asit miktarı, DPPH radikal giderimi, fosfomolibdenyum yöntemi ile antioksidan aktivite tayini, metal şelatlama aktivitesi, indirgeme kapasitesi, bakır indirgeme, ABTS radikal katyonu giderimi) araştırılarak, antibakteriyel aktivitesinin tespit edilmesi ve bitkinin fenolik bileşimi ile aroma bileşiklerinin belirlenmesinin hedeflenmesidir. *E. cicutarium* (L.) L’Hér.’in söz konusu aktiviteleri daha önce kapsamlı bir şekilde çalışılmadığı ve sınırlı literatür bilgisi olduğu için konunun son derece özgün olduğu ve elde edilecek verilerin gıda, kozmetik ve sağlık endüstrilerine önemli katkılar

sağlayacağı düşünülmektedir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Ekstraksiyon

Bu çalışma kapsamında kullanılacak olan bitkisel materyal (*E. cicutarium* (L.) L'Hér.) Kilis ilindeki Kilis İl Tarım ve Orman Müdürlüğü mevkiinden temin edilmiştir (Lokasyon bilgileri: 2169 Ada, 6 parsel, O38-D-03-D-3-A pafta, 46.730,39 tapu alanı, Kilis, Merkez, Ebulüle Mah.). Bitkisel materyal, doğrudan güneş ışığı almayan serin bir ortamda kurutulduktan sonra, kahve ve baharat öğütücüsünde (Arçelik K 3104) öğütüldükten sonra toz haline getirilmiştir. Toz halindeki bitki %85'lik metanol (50 gr örneğe 500 mL çözücü eklenmiştir) ile oda sıcaklığında 1dk. blenderda homojenize edilmiştir. Ekstraksiyon homojenize edilen örneğin bu süre boyunca metanol ile maserasyonu ile elde edilmiştir. Daha sonra 5000 rpm'de 10 dk. +4°C'de santrifüj edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi tamamlanan örnek, filtre kağıdından (Whatman No.1) süzülmüştür. Daha sonra süpernatant 55°C'de vakum altında uzaklaştırılmış ve örnekler son konsantrasyonları 100 mg/mL olacak şekilde metanolde çözülüp analizlerde kullanılmak üzere +4°C'de depolanmıştır (Aydin ve ark., 2015).

### 2.2. Analizler

#### 2.2.1. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Metanol ekstraktından 0.5 mL alınarak üzerine 2.5 mL Folin-Ciocalteu reaktifi (%10) ve 2.5 mL NaHCO<sub>3</sub> (%7.5) çözeltisi eklenmiş; 45°C'de 45 dakika inkübasyon için su banyosunda bekletildikten sonra absorbans ölçümleri 765 nm'de spektrofotometrede (Biochrom, LibraS60, B, England) yapılmıştır. Toplam fenolik madde miktarı gram başına mg gallik asit eşdeğeri (mg GAE/g) olarak ifade edilmiştir (Stankovic, 2011; Ucan Türkmen ve Mercimek Takcı, 2018).

#### 2.2.2. Toplam Flavonoid Madde Miktarı

Ekstrakt 1:5 metanol ile seyreltikten sonra, üzerine 0.3 mL NaNO<sub>2</sub> (%5) eklenmiş; 5 dakika oda sıcaklığında inkübasyondan sonrasında bu karışıma 0.6 mL %10'luk AlCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O eklenerek yine aynı koşullarda inkübasyondan gerçekleştirilmiş ve daha sonra 2 mL 1M NaOH eklenerek distile su ile son hacim 10 mL'ye tamamlanmıştır. Absorbans ölçümleri 510 nm'de spektrofotometrede (Biochrom, LibraS60, B, England) gerçekleştirilmiş ve toplam flavonoid madde miktarı gram başına

mg rutin eşdeğeri (mg RE/g) olarak ifade edilmiştir (Sharm ve Vig, 2013; Ucan Türkmen ve Mercimek Takcı, 2018).

### 2.2.3. Askorbik Asit Tayini

Ekstraktın L-askorbik asit içeriği, 2,6-diklorofenolindofenol kullanılarak, spektrofotometre (Biochrom, LibraS60, B, England) ile belirlenmiştir. 100 µL ekstrakt alınarak üzerine 900 µL %0.4 okzalik asit eklenmiştir. Daha sonra 9 mL 2,6-diklorofenolindofenol eklenmiş ve absorbans ölçümleri 518 nm’de gerçekleştirilmiştir. Askorbik asit içeriği mg/ L olarak ifade edilmiştir (Hısıl, 2004; Ucan Türkmen ve Mercimek Takcı, 2018).

### 2.2.4. % DPPH’ Radikal Giderme Aktivitesi

100 µL ekstrakt alınarak üzerine 3.9 µL DPPH (metanolde 0.025 g/L) çözeltisi eklenmiştir. Karışımlar karanlıkta, oda sıcaklığında 120 dakika inkübe edilmiştir. Daha sonra kalan DPPH miktarı, 515 nm’de ölçülerek belirlenmiştir (Ucan Türkmen and Mercimek Takci, 2018).

$$\% \text{ DPPH' Radikal Giderme Aktivitesi} = (A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) \times 100 / A_{\text{kontrol}} \quad (1)$$

$A_{\text{kontrol}}$ : Kontrolün absorbansı

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

### 2.2.5. Demir (II) İyonlarını Şelatlama Aktivitesi Tayini

1 mL örnek alınarak üzerine 3.7 mL deiyonize su eklenmiş ve 100 µL 2 mM FeCl<sub>2</sub> çözeltisi de ilave edilmiştir. 30 dakika oda koşullarında inkübasyondan sonra 200 µL 5 mM ferrozin çözeltisi ilave edilerek vorteksleme yapılmış ve karışımların absorbans değerleri 10 dakika sonra 562 nm’de ölçülmüştür. Ayrıca, kontrol örneği de ekstrakt yerine 1 mL saf su eklenerek tespit edilmiştir. Standart olarak EDTA çözeltileri (50-250 µg mL<sup>-1</sup> konsantrasyonlarında) kullanılmıştır (Ucan Türkmen ve ark., 2020). Aşağıdaki formüle göre, Ferrozin-Fe<sup>+2</sup> kompleksinin inhibisyon yüzdesi hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Şelatlama Aktivitesi} = 1 - (\text{Örnek Absorbansı} / \text{Kontrol Absorbansı}) \times 100 \quad (2)$$

### 2.2.6. Demir İndirgeme Kapasitesi Tayini (FRAP)

1 mL ekstrakt alınarak üzerine 2.5 mL 0.2 M fosfat tamponu (pH=6.6) ve % 1’lik 2.5 mL K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> ilave edildikten sonra elde edilen karışımlara 50°C’de 20 dakika inkübasyon işlemini

takiben % 10'luk 2.5 mL TCA eklenmiş; 10 dakika 2500 rpm'de santrifüj yapılmış ve daha sonra süpernatantlardan 2.5 mL alınmasıyla 2.5 mL saf su ile % 0.1'lik 0.5 mL FeCl<sub>3</sub> ile karıştırılmış ve absorbans ölçümleri 700 nm'de yapılmıştır (Dinis ve ark., 1994; Ucan Türkmen ve ark., 2020). Standart olarak BHT, BHA, askorbik asit ve α-tokoferol kullanılmıştır (Ucan Türkmen ve ark., 2020).

### 2.2.7. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite testi (TEAC)

2.45 mM potasyum persülfat içeren 7 mM ABTS solüsyonu hazırlandı. Bu çözelti, ABTS radikalini üretmek için 16 saat boyunca 20°C'ye ayarlanmış bir inkübatörde tutuldu. Radikal solüsyonu, numuneleri ve Trolox standardını seyreltmek için kullanılan PBS solüsyonu hazırlandı. 0.1 M fosfat tamponuna 8.77 g NaCl eklendi. pH 7.4'e ayarlandı. Analize başlamadan önce 1 mL ABTS radikal çözeltisi alındı ve yaklaşık 90-100 mL PBS ile 734 nm'de  $0.700 \pm 0.02$ 'lik bir absorbansa seyreltilti. Daha sonra 20 µL ekstrakt ve 2 mL PBS karıştırıldı. Absorbans 6 dakika boyunca dakika başına ölçüldü. Sonuçlar TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) değeri olarak ifade edildi (Apaydın, 2008; Ucan Türkmen ve ark., 2021).

### 2.2.8. Fosfomolibdenyum antioksidan kapasite testi

3 mL reaktif çözelti (0.6 M sülfürik asit, 28 mM sodyum fosfat ve 4 mM amonyum molibdat), 300 µl ekstrakt ile vakit kaybmeden karıştırıldı. 95°C'de 90 dakika inkübasyondan sonra, absorbans 695 nm'de ölçüldü (Biochrom, Libra S60, B). Toplam antioksidan kapasite, troloks eşdeğeri (µg/TE g) olarak ifade edilmiştir (Zengin ve ark., 2014).

### 2.2.9. Bakır iyonu indirgeme aktivitesi (CUPRAC)

0.5 mL örnek üzerine, CuCl<sub>2</sub> (1 mL, 10 mM), neokuproin (1 mL, 7.5 mM) ve NH<sub>4</sub>Ac tamponu (1 mL, 1 M, pH 7.0) eklenmiştir. Benzer şekilde, CuCl<sub>2</sub> içermeyen önceden karıştırılmış bir reaksiyon karışımına (3 mL) numune solüsyonu (0.5 mL) eklenerek bir kör hazırlanmıştır. Daha sonra oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyondan sonra numune ve kör absorbansları 450 nm'de okunmuştur. Sonuçlar mg troloks eşdeğeri/g örnek olarak ifade edilmiştir (Baltacı ve ark., 2021).

### 2.2.10. Fenolik bileşiklerin tayini

Ekstratın fenolik bileşenlerinin analizi ters-faz yüksek performanslı sıvı kromatografisi (Agilent, 1260 Infinity RP-HPLC, USA) tekniği kullanılarak saptanmıştır. Fenolik bileşenlerin

ayrımı HPLC kolonunda C18 ters faz (110 Å, 5 µm, 4.6 x 250 mm, ACE Generix) ile yapılmıştır. Ayrım işleminde; enjeksiyon hacmi 10 µl, mobil faz A (%0.1 fosforik asit-su çözeltisi) ve B (%100 asetonitril) gradiyent sistemi, fırın sıcaklığı 30°C ve DAD (diode array dedector) dedektörü kullanılmıştır. Fenolik bileşenlerin konsantrasyonları dış standart yöntemi ile belirlenmiş olup bileşenler alıkonma zamanlarına göre tanımlanmıştır. Elde edilen veriler mg/kg kuru ağırlık şeklinde ifade edilmiştir (Mradu ve ark., 2012; Mizzi ve ark., 2020).

### 2.2.11. Aroma Bileşenlerinin Belirlenmesi

Uçucu bileşiklerin ekstraksiyonu Sabatini vd. (2008)'ne göre headspace metodu ile yapılmıştır. Bunun için toz haline getirilmiş bitki headspace viallerine aktarılmıştır. Vialler 70°C sıcaklıkta 30 dakika bekletilerek uçucu bileşiklerin tepe boşluğuna toplanması sağlanmıştır. Tepe boşluğunda toplanan uçucu bileşikler GC/MS (Agilent- 7890B GC-5977MSD)'e enjekte edilmiştir. Aroma maddelerinin ayrımı DB-WAX kapiler kolon (30 m x 250 µm x 0.5 µm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Enjektör sıcaklığı 220°C, dedektör sıcaklığı 250°C, kolon sıcaklığı ise 50°C'de 3 dk beklemeden sonra, dakikada 2°C artarak 220°C'ye ve daha sonra dakikada 3°C artarak 245°C'ye çıkartılarak, bu sıcaklıkta 20 dk sabit kalacak şekilde ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır. Helyumun akış hızı 1 mL/dk, dedektör ve enjektör sıcaklıkları ise 250°C'dir. Tanımlanan uçucu bileşikler arasında aroma maddeleri % olarak verilmiştir.

### 2.2.12. Antibakteriyal Aktivite

Antibakteriyal analizler Kirby-Bauer disk difüzyon yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Bauer ve ark., 1966). Mikroorganizmaların gecelik kültürlerinin yoğunluğu steril fizyolojik tuzlu su ile 0.5 MacFarland standart bulanıklığa ayarlanmıştır. Mueller Hinton Agar besiyeri yüzeyine steril eküvyon çubuğu ile kültürler inoküle edilmiştir. İnokülasyonu takiben 6 mm çaplı steril blank disklere her bir örneğin metanol ekstresinden 20 µL emdirilip steril penset yardımı ile agar yüzeyine yerleştirilmiştir. Test edilen her mikroorganizma türüne spesifik pozitif kontrol kullanılmıştır: *Escherichia coli* ATCC 25922 ve *Proteus* spp. (klinik izolat) için Tetrasiklin (30 mcg/disk); *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 için Polimiksin B (300 unite/disk). Negatif kontrol olarak steril blank disklere 20 µL metanol emdirilmiştir. Disklerin eşit aralıklarla yerleştirildiği plaklar 37°C'de 12-24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresini takiben disklerin etrafında bakterilerin üremediği şeffaf zonların varlığı incelenmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér.'un metanol ekstraktının antioksidan aktiviteleri

Antioksidanlar, bir hedef molekülün oksidatif hasarını ortadan kaldıran, önleyen veya geciktiren maddelerdir. Bu nedenle, bir antioksidan, oksidatif hasara karşı koymak için serbest radikallerin seviyesini kontrol etme görevi görebilir. Tıbbi bitkilerin birçok hastalığın önlenmesi ve tedavisindeki etkileri, yaygın olarak antioksidan aktivitelerine atfedilmiştir (Al-Snafi, 2017b).

*E. cicutarium* (L.) L'Hér.'un metanol ekstraktına ait antioksidan aktivite sonuçları Tablo 1. 'de verilmiştir. Ekstraktların toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid madde miktarı, DPPH radikali süpürme aktivitesi, askorbik asit miktarı, fosfomolibdenyum yöntemi ile antioksidan aktivite, demir iyonlarını şelatlama aktivitesi, indirgeme kapasitesi, CUPRAC, TEAC (% inhibisyon) ve TEAC (troloks eşdeğeri) değerleri sırasıyla; 1.93 mg GAE/g, 0.066 mg RE/g, % 73.19, 339.87 mg/L, 2.41 µg/TE g, %86.13, 2.868 abs., 160.78 mg troloks eşdeğeri/g örnek, %51.40 ve 9.56 µM troloks eşdeğeri/10g olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 1.** *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér.'un metanol ekstraktının antioksidan aktiviteleri

Analizler	Metanol Ekstraksiyonu
Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g)	1.93±0.68
Toplam Flavonoid Madde (mg RE/g)	0.066±0.00
DPPH (% İnhibisyon)	73.19±0.27
Askorbik Asit (mg/L)	339.87±9.90
Fosfomolibdenyum yöntemi (µg/TE g)	2.41±0.01
Demir İyonlarını Şelatlama (%)	86.13±0.31
İndirgeme Kapasitesi (abs.)	2.868±0.06
CUPRAC (mg troloks eşdeğeri/g örnek)	160.78±12.25
TEAC (% İnhibisyon)	51.40±3.22
TEAC (µM troloks eşdeğeri/10g)	9.56±0.73

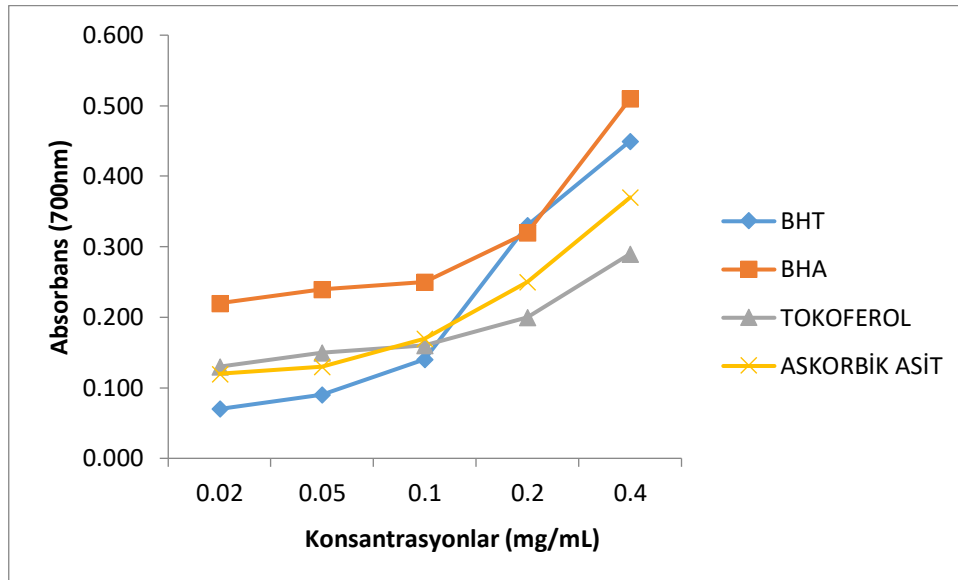
*E. cicutarium* (L.) L'Hér.'un metanol ekstraktının (10 mg/mL) indirgeme kapasitesi değeri ise 2.868 abs. olarak tespit edilmiş olup; değerler BHT, BHA, askorbik asit ve α-tokoferol standartları (0.02-0.4 mg/mL) ile karşılaştırılmıştır (Tablo 2). Ayrıca standartlar kullanılarak grafik elde edilmiştir.

(Şekil 1.). Şekilden de görüleceği gibi standartların konsantrasyonları arttıkça absorban değerleri de artmıştır. Elde edilen değer, standartlardan düşük bulunmuştur.

**Tablo 2.** Standartlar için FRAP analiz sonuçları (Ucan Türkmen ve ark., 2020).

Analiz	Standartlar	Konsantrasyonlar				
		0.02 mg/mL	0.05 mg/mL	0.1 mg/mL	0.2 mg/mL	0.4 mg/mL
FRAP	BHT	0.070±0.00 <sup>c</sup>	0.090±0.00 <sup>d</sup>	0.140±0.00 <sup>c</sup>	0.330±0.02 <sup>b</sup>	0.450±0.01 <sup>a</sup>
	BHA	0.220±0.01 <sup>d</sup>	0.240±0.01 <sup>cd</sup>	0.250±0.02 <sup>c</sup>	0.320±0.03 <sup>b</sup>	0.510±0.01 <sup>a</sup>
	α-tokoferol	0.130±0.00 <sup>e</sup>	0.150±0.00 <sup>d</sup>	0.160±0.01 <sup>c</sup>	0.200±0.01 <sup>b</sup>	0.290±0.01 <sup>a</sup>
	Ascorbic acid	0.120±0.00 <sup>e</sup>	0.130±0.00 <sup>d</sup>	0.170±0.00 <sup>c</sup>	0.250±0.00 <sup>b</sup>	0.370±0.00 <sup>a</sup>

(Gösterilen veriler n=3 ortalama değerleridir. Grafikte aynı satırlarda farklı sembollerle (a-e;a-d) ifade edilen değerler arasındaki fark anlamlıdır (p<0,05)).

**Şekil 1.** Standartların indirgeme kapasiteleri

Bitkiden ekstrakte edilen toplam fenolik ve flavonoid bileşik miktarlarının kullanılan çözücünün polaritesine bağlı olarak değiştiği bilinmektedir. Ayrıca antioksidan aktivite test edilen çözücülerdeki fenolik maddelerin çözünürlüğüne de bağlı olarak değişir. Fenolik ve flavonoid bileşikler HO- gruplarının polaritesinin yüksek olması sebebiyle polaritesi yüksek olan çözücülerde daha fazla çözünmektedir (Ucan Türkmen ve ark., 2019).

Bitkilerin sekonder metaboliti olan flavonoidler, biyoaktif fenolik bileşiklerdir. Bu bileşiklerin antioksidan aktivitesi, serbest radikalleri temizleme, enzim inhibisyonu yoluyla ROS üretimini baskılamak ve antioksidan savunmalar yoluyla korumak gibi mekanizmaların bir sonucudur (Mohiseni, 2017).

*E. cicutarium* (L.) L'Hér.'u içeren 9 Geraniaceae türünün metanol ekstraktlarında DPPH radikal giderim testi kullanılarak onların antioksidan özellikleri çalışılmıştır. *Erodium cicutarium* (L.)



*L'Hér.*'un metanol ekstraktının önemli ölçüde serbest radikal süpürme aktivitesi sergilediği ve IC<sub>50</sub> değerlerinin de 50 µg/mL'nin altında olduğu tespit edilmiştir (Al-Snafi, 2017a).

Çelikler (2017), *E. cicutarium*'un 2000 µg/mL konsantrasyondaki etanol ekstraktının DPPH radikal süpürücü aktivitesini %91.97 olarak tespit etmiştir. Bu çalışmada, sonuçlarımıza göre daha yüksek değer elde edilmesinin nedeninin kullanılan çözücünün farklılığı, ekstraksiyon yöntemi ve özütün konsantrasyonunun farklılığından kaynaklanabileceği veya laboratuvar koşullarının farklılığı, varyete farklılığı, toprak ve iklim koşulları, kurutma koşulları, mevsimsel farklılıklar gibi birçok etkenin sonuçları etkilediği düşünülmektedir. Ayrıca araştırmacı FRAP değerini 1.045 (abs.) olarak belirlemiştir.

Bilic ve ark. (2020), Hırvatistan'daki dört bölgeden (Podvinje, Plitvice, Trešnjevka, Buzin) *E. cicutarium*'un su ve metanolik ekstraktlarının antioksidan aktivitesini araştırmışlardır. CUPRAC analizinde metanolik ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri 17.19-46.85 (mg troloks eşdeğeri/g numune) arasında değişmiştir. Bu değerler, çalışmamızdaki değerden (160.78 mg troloks eşdeğeri/g örnek) düşük bulunmuştur. Ayrıca araştırmacılar bitkinin su ve metanolik özütlerini karşılaştırmak için FRAP, DPPH, ABTS ve CUPRAC antioksidan analizlerini kullanmışlar ve bu dört antioksidan analizinden üçünde (DPPH, ABTS ve CUPRAC) metanolik özütlemenin su özütlemesinden daha yüksek antioksidan kapasite gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Sarikurkcu ve ark. (2017), *E. cicutarium*'un etanol ekstraktında fosfomolibdenyum testi için antioksidan aktiviteyi 2.04 mmol TEs/g ekstrakt; CUPRAC için ise 130.44 mg TEs/g ekstrakt olarak hesaplamışlardır. Çalışmamızda ise, CUPRAC değerimiz 160.78 mg troloks eşdeğeri/g örnek; fosfomolibdenyum yöntemi ile antioksidan analizi değerimiz 2.41 µg/TE g olarak bulunmuştur.

### **3.2. *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér.'un metanol ekstraktının fenolik bileşenleri**

*E. cicutarium* (L.) L'Hér.'un metanol ekstraktının fenolik bileşenleri Tablo 3'de verilmiştir. Sonuçlara göre, en yüksek miktarda tespit edilmiş olan fenolik bileşen naringinin miktarı 1143.89 mg/kg iken; en düşük tespit edilen bileşen ise t-ferulik asit olup miktarı 5.08 mg/kg' dır. Ayrıca en yüksek bileşen olarak tespit edilen naringini sırasıyla, salisilik asit (1134.00 mg/kg), rutin (957.29 mg/kg), p-kumarik asit (934.30 mg/kg) ve krisin (934.30 mg/kg) takip etmiştir. Tespit edilen fenolik bileşenlerin toplam miktarı ise 13.836,74 mg/kg' dir.

**Tablo 3.** *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér.'un metanol ekstraktlarının fenolik bileşenleri

Fenolik Bileşikler	Miktar (mg/kg)
<b>Fenolik Asitler</b>	
<b>Hidroksibenzoik asitler</b>	
Vanilik asit	t.e.
4-Hidroksibenzoik asit	682.51
<b>Hidroksinamik asitler</b>	
<i>o</i> -kumarik asit	t.e.
<i>t</i> -Ferulik asit	5.08
Kafeik asit	293.16
<i>p</i> -kumarik asit	934.30
Klorojenik asit	t.e.
3-Hidroksinamik asit	673.38
Rosmarinik asit	33.87
Salisilik asit	1134.00
<i>t</i> -sinamik asit	t.e.
<b>Flavonoidler</b>	
<b>Flavan-3-oller</b>	
Kateşin hidrat	9.12
<b>Flavanonlar</b>	
Narinjin	1143.89
Narinjenin	t.e.
<b>Flavonoller</b>	
Rutin	957.29
Kuersetin	63.04
<b>Flavonlar</b>	
Krisin	907.30
Flavonlar	16.83
<b>Stilbenoidler</b>	
Resveratrol	186.40

\*t.e: Tespit edilemedi. Toplam: 13.836,74 mg/kg

Çelikler Özer ve ark. (2020), *E.cicutarium*'dan izole edilen flavonoid türevlerinin rutin, hiperin, kersetin 3-O-(6'-O-galloil)- $\beta$ -D-galaktopiranozit (hiperin 6'-gallat), izokersetin, kateşin, kersetin-3-glukozit ve kersetin-3-rutinozit olduğunu; izole edilen tanen türevlerinin geraniin, dehidrogeraniin ve korilagin olduğunu; izole edilen fenolik asit türevlerinin ise erodiol, (-) 3-O-galloilşikimik asit, metil gallat 3-O- $\beta$ -D-glukopiranozit, gallik asit, elajik asit, protokateşik asit, metil gallat ve brevifolin olduğunu belirtmişlerdir.

*E. cicutarium* ekstraktlarında tanen, kateşinler, gallik ve elajik asitler, şekerler (glukoz, galaktoz, fruktoz) amino asitler (glisin, alanin, prolin, histidin, triptofan, tirozin, glutamik asit), K ve C vitaminleri tanımlanmıştır (Sroka ve ark., 1994).

Fecka ve ark. (1997) kuru hammadedeki polifenolik bileşiklerin toplam içeriğini %3.41, kuersetin olarak hesaplanan flavonoidleri %0.45 ve tanenleri %0.78 olarak bildirmişlerdir. Bitkinin metanol özütü, kuersetin, kemferol, mirisetin, bunların mono- ve di-glikosidik türevlerinin yanı sıra çeşitli serbest polifenolik asitler içermektedir.

Literatür ile benzer şekilde rutin, kuersetin ve kateşin hidratlar bakımından bitki ekstraktının zengin olduğunu söylemek mümkündür. Bilic ve ark. (2020), Hırvatistan'daki dört bölgeden (Podvinje, Plitvice, Trešnjevka, Buzin) *E. cicutarium*'un su ve metanolik ekstraktlarında rutin içeriklerini 0.116–0.667 mg/g; kuersetin içeriklerini ise 0.014-0.066 mg/g olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda rutin miktarı (957.29 mg/kg), Bilic ve ark. (2020)'ye göre yüksek bulunurken; kuersetin miktarı ise (63.04 mg/kg) benzer bulunmuştur. Fenolik bileşen içeriği bakımından farklılıkların kullanılan ekstraksiyon yönteminin farklılığı, çözücü farklılığı, cihaz ve yöntem farklılığı, laboratuvarında bulunan standartların farklılığı, iklimsel ve mevsimsel farklılıklar vb. gibi birçok faktörden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

### 3.3. *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér.'un metanol ekstraktlarının aroma bileşikleri

Çalışma kapsamında Head-space ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen aroma bileşiklerinden 30 adetinin tanımlaması yapılmış ve aroma bileşimindeki % oranları Tablo 4.'de verilmiştir. Çalışmada en yüksek oranda tespit edilen iki aroma bileşiği %18.88 ile fitol ve %13.61 ile 2-bütoksi etanol olurken bunları sırası ile p-ksilen, undekan, neofitadien ve fitalik asit, bütül tetradesil ester takip etmiştir. *E. cicutarium*'da 19 hidrokarbon, 5 ester, 3 alkol, 2 terpen ve 1 keton olmak üzere 5 farklı aroma sınıfına ait uçucu bileşenler tespit edilmiştir. Aroma bileşiklerinin %58.14'ünü hidrokarbonlar, %23.65'ini terpenler, %16.23'ünü alkoller ve %1.98'ini ise keton meydana getirmiştir.

*E. cicutarium*'un yaprak heksan ekstraktını araştıran Lis-Balchin (1993) tarafından esansiyel yağ bileşimi incelendi ve ana bileşenler olarak geraniol, sitronellol, izomenton ve 4-alil-1,2-dimetoksibenzen (metilöjenol) bulunduğu tespit edildi. Hidro-damıtılmış esansiyel yağın bileşimi Radulovic ve ark. tarafından araştırılmıştır (2009). Araştırmacılara göre, ana bileşenlerin heksadekanoik asit ve 6,10,14-trimetilpentadekan-2-one (heksahidrofarnesil aseton) olduğu tespit edilmiştir.

Stojanovic-Radic ve ark. (2010), bütün araştırılan *Erodium* türlerinde uçucu yağ miktarının çok düşük miktarlarda (% 0.014-0.061) bulduklarını tespit etmekle birlikte, *E. cicutarium*' da ise uçucu yağ miktarını %0.014 olarak bulmuşlardır. *E. cicutarium*' un ana bileşenlerinin ise heksadekanoik asit (%38.8), 6,10,14-trimetilpentadekan-2-one (heksahidrofarnesil aseton) (%15.5) ve pentakosan (%4.5) olduğunu tespit etmişlerdir.

**Tablo 4.** *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér.'un metanol ekstraktlarının aroma bileşikleri

AZ*	Aroma Bileşikleri	Oran(%)
3.618	İzopropil alkol	0.85
3.684	Etanol	1.77
4.122	Benzen	0.81
4.591	Dekan	2.19
4.663	4-metil dekan	1.25
5.185	5-metil dekan	0.69
5.267	Toluen	3.09
5.408	3-metil dekan	0.93
5.856	Undekan	5.35
6.051	3,7-dimetil dekan	0.75
6.453	1,3-dimetil benzen	4.50
6.563	<i>p</i> -ksilen	12.84
7.202	Dodekan	1.32
7.285	<i>o</i> -ksilen	3.44
8.717	1,2,3-trimetil benzen	0.83
10.834	2-bütoksi etanol	13.61
21.349	Oktadekan	1.11
24.329	Neofitadien	4.77
25.953	Eikosan	1.50
28.029	Heneikosan	2.52
28.676	6,10,14-trimetil 2-pentadekanon	1.98
29.996	Heptadekan	1.38
30.432	Hekzadekanoik asit metil ester	0.93
34.543	9-oktadekenoik asit metil ester	0.79
35.354	Pentakosan	1.94
36.296	Fitalik asit, bütül tetradecil ester	4.26
36.912	1-tetradekasen	1.04
37.549	Fitol	18.88
39.644	Dibütül ftalat	2.20
43.189	Hekzanoik asit, bis (2-etil hekzil) ester	2.48

\*Alıkönme zamanı (dk)

### 3.4. *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér.'un metanol ekstraktının antibakteriyel aktiviteleri

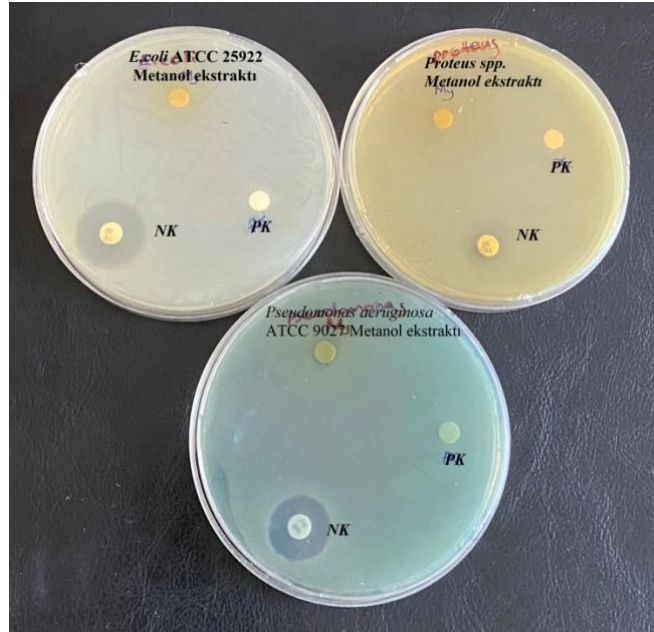
100 mg/mL konsantrasyonda ekstraktın antibakteriyel aktiviteleri *E. coli* ATCC 25922, *Proteus* spp. ve *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027'ye karşı test edilmiştir (Tablo 5). 100 mg/mL konsantrasyonda *E. coli* ATCC 25922 ve *Proteus* spp.'ye karşı ekstraktta herhangi bir inhibitör etkiye rastlanmazken; *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027'ye karşı inhibitör etki gözlenmiş ve zon çapı 6 mm olarak ölçülmüştür. (Şekil 2). Negatif kontrol olarak konsantre metanol kullanılmış ve metanolün izolatlar üzerinde antibakteriyel aktivitesine rastlanmamıştır. *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 için pozitif kontrol olarak kullanılan standart antibiyotik Polimiksin B'nin inhibisyon zonu 17 mm'dir. Referans antibiyotik Polimiksin B ile karşılaştırıldığında, ölçülen zon çapının daha düşük olduğu; daha düşük antimikrobiyal aktivite gösterdiği belirlenmiştir. *E. coli* ATCC 25922 için

pozitif kontrol olarak tetrasiklin antibiyotiği kullanılmış ve inhibisyon zonu ise 19 mm olarak ölçülmüştür. *Proteus spp.* için de yine tetrasiklin kullanılmış ve zon çapı 9 mm olarak ölçülmüştür.

**Tablo 5.** *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı *E. cicutarium*'un metanol ekstraktının (100 mg/mL concentration, 20 µL) inhibisyon zon çapları (mm)

Test edilen mikroorganizmalar	Metanol ekstraktı	Metanol (NK)	Tetrasiklin (PK)	Polimiksin B (PK)
<i>E. coli</i> ATCC 25922	-	-	19	
<i>Proteus spp.</i>	-	-	9	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 9027	6	-		17

(-): Test edilen mikroorganizmalara karşı inhibisyon zonu gözlenmemiştir. PK: Pozitif kontrol, NK: Negatif kontrol



**Şekil 2.** Test edilen mikroorganizmalara karşı *E. cicutarium*'un metanol ekstraktının antibakteriyel aktiviteleri

İnhibitör etki; çözücü, test edilen mikroorganizma ve kullanılan ekstraksiyon metoduna göre değişiklik göstermektedir.

Literatür çalışmalarına bakıldığında; Munekata ve ark. (2019) göre, *Erodium* cinsi, özellikle *E. absinthoides*, *E. cicutarium* ve *E. glaucophyllum* türleri, doğal antimikrobiyal bileşiklerin potansiyel kaynakları olarak düşünülmelidir. Stojanović-Radić ve ark. (2010), *Erodium cicutarium*'un antioksidan, antiviral ve interferonojenik aktivite sergilediğini bildirmişlerdir. Nikitina ve ark. (2007), *E. cicutarium* da dahil olmak üzere Geraniaceae ve Rosaceae familyalarından bitki ekstraktlarının antibakteriyel aktivitesini incelemişlerdir. *E. cicutarium* ekstraktlarının %90-92 oranında fenolik bileşikler içerdiğini ve bu bitki ekstraktlarının antibakteriyel aktivitesi araştırdıklarında ise bakteriyostatik aktivite *E. cicutarium*'un su ekstraktlarında etanol olanlara göre daha yüksek

bulunmuştur. Bu aktiviteyi de ekstrakttaki polifenollerin varlığı ile açıklamışlardır. Yine aynı çalışmada, en aktif olan su ekstraktı, test edilen 11 *B. subtilis* suşunun 4'üne ve test edilen 7 *Pseudomonas* sp. suşunun tamamına karşı aktivite göstermiştir. Çalışmamızı da destekler nitelikte; *E. cicutarium*'un metanol ekstraktının *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı göstermiş olduğu inhibitör etkinin, ekstrakttaki polifenollerin varlığı ile açıklanabileceği düşünülmektedir.

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Son yıllarda, gıdalara sentetik kimyasalların ilavesinden kaçınma ve doğal bileşenlere yönelim nedeniyle, bitki ekstraktlarının antioksidan, fenolik bileşen, aroma ve antimikrobiyal özelliklerinin araştırılması üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu artan eğilim dolayısı ile Kilis'te yemeği yapılan, böreklere ve pilavlara eklenip sebze olarak tüketilen, *E. cicutarium* (*L.*) *L'Hér.* metanol ekstraktının antioksidan aktivitelerinin araştırılarak, bitkinin fenolik bileşimi ile aroma bileşiklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda bitkinin antioksidan aktivitesinin yüksek olduğu belirlenmiş, ayrıca bitkinin fenolik ve aroma bileşikleri profili çıkarılmıştır. Bu bulgulara ilişkin sonuçlarımız, *E. cicutarium*'un değerli bir gıda ürünü olduğunu ve geleneksel tıbbi olarak kullanımının önemini göstermektedir. Bu nedenle bitkinin gıda, sağlık ve farmakoloji için yararlı olabileceği sonucuna varılabilir. Bir sonraki çalışmada bitkinin *in vivo* araştırılması hedeflenebilir.

#### Teşekkür

Bu çalışma Kilis 7 Aralık Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Projeler Birimi tarafından desteklendiği için, birime desteklerinden dolayı teşekkür ederiz (Proje No: BAP 21-13292).

#### Yazarların Katkısı

FUT; konunun seçimi, belirlenmesi, ekstraksiyon, tüm analizlerin oturtularak yapılması, makalenin yazımı ve yorumlanması. GK; analizlerin yapılması, makalenin kontrolü. FESÖ; ekstraksiyon ve antioksidan analizleri. ÜHE: Fenolik bileşen analizi.

#### Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

## Kaynaklar

- Al-Snafi, A.E. (2017a). Therapeutic potential of *Erodium cicutarium*-A review. *Indo American Journal Of Pharmaceutical Sciences*, 4(2), 407-413.
- Al-Snafi, A. E. (2017b). Medicinal plants possessed antioxidant and free radical scavenging effects (part 3)-A review. *IOSR Journal of Pharmacy*, 7(4), 48-62.
- Apaydın, E. (2008). Nar Suyu Konsantresi Üretim ve Depolama Sürecinde Antioksidan Aktivitedeki Değişimler. Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Aydin, S., Yilmaz, O., and Gokce, Z. (2015). Protective effect of *Morus nigra* L.(mulberry) fruit extract on the liver fatty acid profile of Wistar rats. *Pakistan Journal Zoology*, 47(1), 255-261.
- Baltacı, N., Aydogdu, N., Sarikurkcu, C., and Tepe, B. (2021). *Onosma gracilis* (Trautv.) and *O. oreodoxa* (Boiss. & Heldr.): Phytochemistry, in silico docking, antioxidant and enzyme inhibitory activities. *South African Journal of Botany*, 143, 410-417.
- Bauer A.W., Kirby W.M.M., Sherris J.C. and Turck M. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *American Journal of Clinical Pathology*, 1966; 45: 493-6.
- Baytop, T. (1999). *Therapy with medicinal plants in Turkey past and present*, 2nd ed. Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul.
- Çelikler, Ö. (2017). *Bitkisel kaynaklı yeni tirozinaz inhibitörlerinin belirlenmesi üzerinde farmakognozik araştırmalar*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çelikler Özer, Ö., Kekilli, E. B., Kahraman, A. ve Orhan, İ.E. (2020). *Erodium L'her.* (Dönbaba/İğnelik). *Türk Farmakope Dergisi*, 5(1): 58-80.
- Dinis, T.C.P., Madeira, V.I.M.C. and Almeida, L.M. (1994). Action of phenolic derivatives (acetaminophen, salicylate, and 5-aminosalicylate) assay inhibitors of membrane lipid peroxidation and assay peroxyl radical scavengers. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, vol.315. no.1. pp.161-169.
- Doğan, H. (2022). *Erodium cicutarium* (İğnelik)-Kocaeli Bitkileri. Erişim adresi: <https://kocaelibitkileri.com/erodium-cicutarium/> (Erişim tarihi: 18 April 2023).
- Fecka, K. Gasiorowska and B. Brokos. (1997). 'Analiza fitochemiczna i ocena immunotropowej aktywności frakcji polifenolowej z ziela iglicy pospolitej (*Erodium cicutarium* (L.) L'Herit.)', *Herba Polonica Journal*, 43, 214-221.
- Hısıl, Y. (2004). Enstrümental Gıda Analizleri-Laboratuvar Deneyleri. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Ders Kitapları, Bornova, İzmir, Yayın No. 45, 39 pp.
- Ljolić Bilić, V., Stabentheiner, E., Kremer, D., Dunkić, V., Grubešić, R. J., and Rodríguez, J. V. (2019). Phytochemical and micromorphological characterization of croatian populations of *Erodium cicutarium*. *Natural Product Communications*, 14(6), 1-8. DOI: 1934578X19856257.
- Ljolić Bilić, V., Gašić, U.M., Milojković-Opsenica, D., Rimac, H., Vuković Rodríguez, J., Vlainić, J., Brlek-Gorski, D. and Kosalec, I. (2022). Antibacterial fractions from *Erodium cicutarium* exposed—clinical strains of *Staphylococcus aureus* in focus. *Antibiotics*, 11(4), 492.
- Lis-Balchin, M. (1993). The essential oils of *Pelargonium grossularioides* and *Erodium cicutarium* (Geraniaceae). *Journal of Essential Oil Research*, 5, 317-318.
- Mohiseni, M. (2017). Medicinal herbs, strong source of antioxidant in aquaculture: A mini review. *Modern Applications in Pharmacy & Pharmacology*, 1(1) ), pp. 1-5, 10.31031/mapp.2017.01.000504.
- Mizzi, L., Chatzitzika, C., Gatt, R., and Valdramidis, V. (2020). HPLC analysis of phenolic compounds and flavonoids with overlapping peaks. *Food technology and biotechnology*, 58(1), 12-19.
- Mradu, G., Saumyakanti, S., Sohini, M., and Arup, M. (2012). HPLC profiles of standard phenolic compounds present in medicinal plants. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 4(3), 162-167.
- Munekata, P. E., Alcántara, C., Collado, M. C., Garcia-Perez, J. V., Saraiva, J. A., Lopes, R. P., and Lorenzo, J. M. (2019). Ethnopharmacology, phytochemistry and biological activity of *Erodium* species: A review. *Food research international*, 126, 108659.

- Nikitina, V. S., Kuz'mina, L. Yu., Melent'ev, A. I., and Shendel', G. V. (2007). Antibacterial activity of polyphenolic compounds isolated from plants of *Geraniaceae* and *Rosaceae* families. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 43, 629–634. DOI: 10.1134/S0003683807060117.
- Radulović, N., Dekić, M., Stojanović-Radić, Z. and Palić, R. (2009). Volatile constituents of *Erodium cicutarium* (L.) L' Hérit. (Geraniaceae). *Central European Journal of Biology*, 4, 404–410. DOI: 10.2478/s11535-009-0026-0.
- Sabatini, N., Mucciarella, M.R. and Marsilio, V. (2008). Volatile compounds in uninoculated and inoculated table olives with *Lactobacillus plantarum* (*Olea Europaea* L., cv. Moresca and Kalamata). *Food Science Technology*, 41, 2017-2022.
- Sarikurkcü, C., Targan, S., Ozer, M. S., and Tepe, B. (2017). Fatty acid composition, enzyme inhibitory, and antioxidant activities of the ethanol extracts of selected wild edible plants consumed as vegetables in the Aegean region of Turkey. *International Journal of Food Properties*, 20(3), 560-572.
- Sharm S, Vig P.A. (2013). Evaluation of In vitro Antioxidant Properties of Methanol and Aqueous Extracts of *Parkinsonia aculeata* L. Leaves. *The Scientific World Journal*, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2013/604865>
- Sroka, Z., Bodalska, H. R., and Mažol, I. (1994). Antioxidative effect of extracts from *Erodium cicutarium* L. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 49(11-12), 881-884.
- Stanković M.S. (2011). Total Phenolic Content, Flavonoid Concentration and antioxidant Activity of *Marrubium Peregrinum* L. Extracts. *Kragujevac Journal of Science*. 33, 63-72.
- Stojanović-Radić, Z., Čomić, L., Radulović, N., Dekić, M., Randelović, V., and Stefanović, O. (2010). Chemical composition and antimicrobial activity of *Erodium* species: *E. ciconium* L., *E. cicutarium* L., and *E. absinthoides* Willd.(Geraniaceae). *Chemical Papers*, 64(3), 368-377.
- Tetik, F. (2011). *Malatya ilinin etnobotanik değeri olan bitkileri üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Ucan Turkmen, F. and Mercimek Takci, H.A. (2018). Ultraviolet-C and ultraviolet-B lights effect on black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus*) juice. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12, 1038-1046.
- Ucan Turkmen, F., Mercimek Takci, H.A. and Sarigullu Önalın, F.E. (2020). Evaluation of antioxidant activity of sour cherry stalk extracts by in vitro methods. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 10(2), 290-301.
- Ucan Turkmen, F., Sarigullu Onalan, F.E. and Mercimek Takci, H.A. (2021). Antioxidant activities of pomegranate peel methanolic and water extracts by in vitro methods. *Natural Science and Discovery*, 4(1), 1-6.
- Zengin, G., Sarikurkcü, C., Aktumsek, A., Ceylan, R. and Ceylan, O. (2014). A comprehensive study on phytochemical characterization of *Haplophyllum myrtifolium* Boiss. endemic to Turkey and its inhibitory potential against key enzymes involved in Alzheimer, skin diseases and type II diabetes. *Industrial Crops and Products*, 53, 244-251.