



Molehiya (*Corchorus olitorius* L.) ve Altın otu (*Helichrysum arenarium* L.) ekstraktlarının fitokimyasal içerikleri, antioksidan ve antibakteriyel özellikleri ile fenolik bileşenlerinin belirlenmesi

Determination of phytochemical contents, antioxidant and antibacterial properties with phenolic compounds of extracts of Molehiya (*Corchorus olitorius* L.) and Altın otu (*Helichrysum arenarium* L.)

Filiz UÇAN TÜRKMEN^{*1}, Kibar YAPICI², Elife OSMAN³, Gülcan KOYUNCU⁴, Ümit Haydar EROL⁵

^{1,2,3}Kilis 7 Aralık University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetics, Kilis, Turkey

⁴Kilis 7 Aralık University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Food Processing, Kilis, Turkey

⁵Kilis 7 Aralık University, Advanced Technology Application and Research Center, Kilis, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-3653-9433>; ²<https://orcid.org/0009-0007-0883-0550>; ³<https://orcid.org/0009-0008-0913-6883>; ⁴<https://orcid.org/0000-0001-7406-5331>; ⁵<https://orcid.org/0000-0001-6126-5844>

To cite this article:

Türkmen, F., Yapıcı, K., Osman, E., Koyuncu, G. & Erol, Ü. (2024). Molehiya (*Corchorus olitorius* L.) ve altın otu (*Helichrysum arenarium* L.) ekstraktlarının fitokimyasal içerikleri, antioksidan ve antibakteriyel özellikleri ile fenolik bileşenlerinin belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 28(1): 131-145
DOI: 10.29050/harranziraat.1327041

*Address for Correspondence:

Filiz UÇAN TÜRKMEN
e-mail:
ucanfiliz@gmail.com

Received Date:

17.07.2023

Accepted Date:

01.03.2024

© Copyright 2018 by Harran University
Faculty of Agriculture. Available on-line
at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Öz

Bu çalışmada, Molehiya (*Corchorus olitorius* L.) ve Altın otu (*Helichrysum arenarium* L.) bitkilerinin metanol ekstraktlarının fitokimyasal içerikleri, antioksidan aktiviteleri ve antimikrobiyal aktiviteleri ile fenolik bileşenleri araştırılmıştır. Toplam fenolik ve flavonoid içerikleri bakımından iki bitki ekstraktı kıyaslandığında Molehiya ekstraktında daha yüksek verilere ulaşılmıştır. Altın otu metanol ekstraktının askorbik asit miktarı Molehiya metanol ekstraktından 5 kat fazla bulunmuştur. Molehiya metanol ekstraktında DPPH· radikali giderme aktivitesi %76.97 olarak tespit edilirken, Altın otu metanol ekstraktında ise bu değer daha düşük (%73.06) bulunmuştur. Tüm antioksidan analizleri birlikte değerlendirildiğinde, 6 antioksidan analizinin 4'ünde Molehiya metanol ekstraktının antioksidan değerleri, Altın otu metanol ekstraktından daha yüksek tespit edilmiştir. Fenolik bileşen miktarları toplamı, Altın Otu metanol ekstraktı (110.866,394 mg kg⁻¹) > Molehiya metanol ekstraktı(39.803,77 mg kg⁻¹) şeklinde tespit edilmiştir. *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 ve *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027'ye karşı özütlerde herhangi bir inhibitör etkiye rastlanmazken; *Staphylococcus aureus* ATCC 25923'e karşı inhibitör etki, Altın otu ve Molehiya metanol ekstraktlarında gözlenmiş ve zon çapları sırasıyla 12 ve 9 mm olarak ölçülmüştür. Sonuçlarımıza göre, bu bitkilerin metanol ekstraktlarının gıda, fitoterapi ve tıbbi uygulamalar için yararlı olabileceğini söylememiz mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Molehiya (*Corchorus olitorius* L.), Altın otu (*Helichrysum arenarium* L.), Fenolik bileşen, Antioksidan, Antibakteriyel

ABSTRACT

In this study, phytochemical contents, antioxidant activities, antimicrobial activities and phenolic components of methanol extracts of Molehiya (*Corchorus olitorius* L.) and Golden grass (*Helichrysum arenarium* L.) plants were investigated. When the two plant extracts were compared in terms of total phenolic and flavonoid contents, higher data were obtained in Molehiya extract. The amount of ascorbic acid of golden grass methanol extract was 5 times higher than that of Molehiya methanol extract. While the DPPH radical scavenging activity was determined as 76.97% in Molehiya methanol extract, this value was found to be lower in the methanol extract of golden grass (73.06%). When all antioxidant analyzes were evaluated together, the antioxidant values of Molehiya methanol extract

were found to be higher than Golden grass methanol extract in 4 of 6 antioxidant analyses. The total amount of phenolic components was determined as Golden Herb methanol extract (110.866,394 mg kg⁻¹) > Molehiah methanol extract (39.803,77 mg kg⁻¹). While no inhibitory effect was observed in the extracts against *E. coli* ATCC 25922, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 and *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027; Inhibitory effect against *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 was observed in methanol extracts of Golden grass and Molehiah, and the zone diameters were measured as 12 and 9 mm, respectively. According to our results, it is possible to say that methanol extracts of these plants can be useful for food, phytotherapy and medical applications.

Key Words: *Molehiah* (*Corchorus olitorius* L.), *Golden grass* (*Helichrysum arenarium* L.), *Phenolic compound*, *Antioxidant*, *Antibacterial*

Giriş

Günümüzde ilerleyen teknolojinin beraberinde getirdiği sağlık sorunlarından kaçınmak için doğala ve doğaya dönüş eğilimi gittikçe artmaktadır. Ülkemizde sağlık hizmetlerine ulaşmanın zor ve pahalı olması nedeniyle çok sayıda kişi koruyucu ya da tedavi edici amaçlarla, doğrudan bitkileri veya bitkisel ürünleri kullanmaktadır (Erdem ve Eren, 2009).

Tıbbi ve aromatik bitkiler; gıda, ilaç, kozmetik ve baharat dahil olmak üzere birçok farklı kullanım amacı olan bitkilerdir ve insanlık tarihinin başlangıcından beri bu tür amaçlar için kullanıldıkları bilinmektedir. Söz konusu bitkilerin bir kısmı doğadan toplanırken, diğer bir kısmı ise kültüre alınarak üretilir. Tıbbi ve aromatik bitkilerin en çok göze çarpan ve araştırmaya konu olan özelliklerinden biri tedavi amaçlı kullanımlarıdır. Ülkemiz bulunduğu coğrafi konum ve iklim özellikleri nedeniyle çok çeşitli bitki türüne sahiptir (Acıbuca ve Budak, 2018).

Corchorus olitorius L., Malvaceae familyasından *Corchorus* cinsi içinde yer alan, otsu bir bitkidir. Genel olarak tropik ve yarı tropik alanlarda bulunur. Anavatanının bazı araştırmacılar tarafından Asya, diğerleri tarafından Afrika olduğu söylenmektedir. *C. Corchorus* cinsi içinde yaklaşık 40 ila 100 tür bulunmasına rağmen, *Corchorus olitorius* L. ve *Corchorus capsularis* L. dünya çapında lifi için kullanılan türlerdir. Bununla birlikte, Akdeniz Havzası ve Ortadoğu ülkelerinde (Mısır, Lübnan, Filistin, Ürdün, Suriye, Tunus ve Kıbrıs) *Corchorus olitorius*'un tohumları çeşni olarak; taze yaprakları ise sebze olarak kullanılmakta iken, kuru yaprakları bitki çayı olarak kullanılmaktadır. Bitkinin yapraklarından yapılan

"Molehiya", Kıbrıs'ta hem Türk hem de Arap mutfağının geleneksel yemekleri arasındadır (Tuncer ve Ummuhan, 2017). Arap mutfağında *C. olitorius* yaprakları, "Molukhyia" ve "Molokhia" adları altında çorbalarda koyulaştırıcı olarak kullanılmaktadır (Chigurupati ve ark., 2020).

Corchorus olitorius yapraklarının fitokimyasal içeriğini; flavonoidler, saponinler, tanenler, steroidler, terpenler, alkaloidler, glikozitler ve fenolik bileşikler oluşturmaktadır. *Corchorus olitorius* yapraklarında protein miktarı daha yüksek bulunurken, gövde ve meyve kısımlarında ham yağ oranının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Genel olarak analiz edilen *Corchorus olitorius*'un yapraklarının, meyve ve gövdelerine göre daha yüksek mineral değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir (Ndlovu ve Afolayan, 2008; Orieki ve ark., 2018; Ürüşan ve ark., 2022).

Altın otu, Latince adı "*Helichrysum arenarium*" olan altın sarısı renginden dolayı bu adı alan ve 50-60 santimetre boyunda sarıçiçekler açan otsu bir bitkidir. Halk arasında değişik isimlerle de anılır: Altın çiçek, ölmez çiçek, güneş çiçeği, arı çiçeği vb. ve anavatanı Avrupa'dır. Ülkemizde Doğu Anadolu'da yetişmektedir. Altın Otu, kayalık alanlarda büyüyen çok yıllık otsu bir bitkidir. Altın otu ülkemizde her yerde yetişmekte ve iklim koşullarına bağlı olmadığından her zaman taze olarak temin edilebilmektedir (Şen ve Kalaycı, 2016).

Helichrysum arenarium'un çiçeği özellikle antibakteriyel, antiviral, antifungal, antiinflamatuvar, antiproliferatif, antimikrobiyal, antialerjik, antioksidan, antiradikal, kolinerjik, hepatoprotektif ve detoksifikasyon aktiviteleri de dahil olmak üzere birçok biyolojik aktiviteye sahiptir (Tepe ve ark., 2005; Mao ve ark., 2017; Liu

ve ark., 2019). Altın otu; halk hekimliğinde karaciğer ve safra kesesi rahatsızlıkları, lumbago, mide ağrısı, astım, artrit bozuklukları, sistit, sarılık, cilt enfeksiyonları, solunum ve sindirim sistemi bozuklukları, böbrek taşı, üro-genital bozukluklar gibi çeşitli rahatsızlıkları tedavi etmek için kullanılmıştır. Ayrıca kozmetik endüstrisinde kokusu için uzun yıllardır kullanılmaktadır (Liu ve ark., 2019; Umaz ve Umaz, 2020).

Geçmişten günümüze kadar hastalıkların önlenmesi veya tedavisinde sıklıkla kullanılan bitkilerin bu etkilerini fenolik bileşenler olarak bilinen sekonder metabolitler aracılığıyla meydana getirdikleri ve bu fenolik bileşenlerin de hem antioksidan hem de antimikrobiyal aktivite göstererek birçok tedavide etkin rol oynadıkları bilgisinden yola çıkılarak; molehiya ve altın otu bitkilerinin aktivitelerinin araştırılması çalışmamızın hipotezini oluşturmuştur. Bu çalışmamızda *Molehiya (Corchorus olitorius L.)* ve *Altın otu (Helichrysum arenarium L.)*, bitkilerinin metanol ekstraktlarının fitokimyasal içeriklerinin (toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde ve askorbik asit miktarı) ve aynı zamanda antioksidan aktivitelerinin (DPPH radikal giderim testi, fosfomolibdenyum, demir iyonlarını şelatlama, indirgeme kapasitesi, bakır indirgeme, ABTS radikal katyonu giderimi) araştırılarak, antibakteriyel aktivitelerinin tespit edilmesi ve fenolik bileşimlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bahsi geçen bitki ekstraktları ile ilgili sınırlı literatür bilgisi olduğu için konunun son derece özgün olduğu ve elde edilecek verilerin gıda, kozmetik ve sağlık endüstrilerine önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Materyal ve Metot

Materyal

Bu çalışmada kullanılan Molehiya ve Altın otu bitkileri Gaziantep ilinde bulunan Kürkçü Hanı Baharatları adı verilen aktardan kurutulmuş olarak satın alınmıştır.

Ekstraksiyon

Aktardan temin edilen kurutulmuş bitkiler, öğütülerek (Arçelik K 3104 marka kahve ve baharat öğütücü) toz haline getirilmiş ve sonrasında %85'lik metanol (50:500 (w v⁻¹)) ile oda sıcaklığında 1dk. blenderda homojenize edilmiştir. Daha sonra 5000 rpm'de 10 dk. +4 °C'de santrifüj edilerek, filtre kağıdı (Whatman filter paper No.1) ile süzülükten sonra süpernatant 55 °C'de vakum altında uzaklaştırılmış (Şekil 1.) ve örnekler analizlerde kullanılmak üzere +4 °C'de depolanmıştır (Aydın ve ark., 2015).

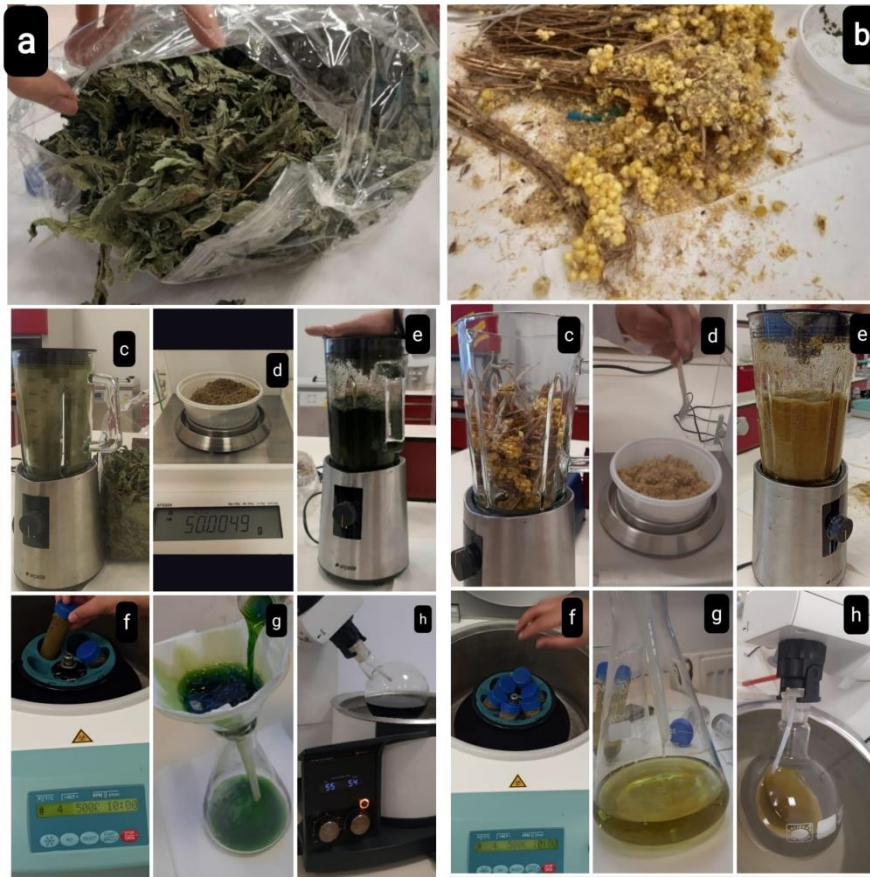
Analizler

Toplam fenolik madde miktarı

Methanol ekstraktından 500 µL alınarak, üzerine 2.5 mL %10'luk FolinCiocalteu reaktifi ile %7.5'lik 2.5 mL NaHCO₃ eklenip 45 °C'de 45 dk. su banyosunda inkübe edilmiş ardından 765 nm'de spektrofotometre (Biochrom, LibraS60, B, England) ile absorbanslar ölçülmüştür. Hesaplamalar mg GAE g⁻¹ şeklindedir (Ucan Türkmen ve Mercimek Takcı, 2018).

Toplam flavonoid madde miktarı

Metanol ekstraktları 1:5 oranında seyreltikten sonra, %5'lik 0.3 mL NaNO₂ eklenmiş, örnekler 5 dk. oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Daha sonra karışıma %10'luk AlCl₃.6H₂O 0.6 mL eklenmiş yine 5 dk. oda sıcaklığında inkübe edilip 1M NaOH 2 mL eklenmiştir. Sonrasında saf suyla son hacim 10 mL'ye tamamlanmıştır. Absorbanslar 510 nm'de spektrofotometre kullanılarak yapılmış ve sonuçlar mg RE g⁻¹ şeklinde verilmiştir (Ucan Türkmen ve Mercimek Takcı, 2018).



Şekil 1. Bitki özütlerini elde etmek için ekstraksiyon aşamaları **a.** Molehiya bitkisinin yaprak kısımları **b.** Altın otu bitkisinin kısımları **c.** Öğütme **d.** Tartım **e.** %85'lik metanol ile homojenize etme **f.** santrifüjleme **g.** Süzme **h.** süpernatantı uzaklaştırma

Figure 1. Extraction steps to obtain plant extracts **a.** Leaf parts of the Molehiyah **b.** Parts of the goldengrass **c.** Grinding **d.** Weighing **e.** homogenizing with 85% methanol **f.** centrifugation **g.** filtration **h.** removing the supernatant

Askorbik asit miktarı

Ekstrelerin L-askorbik asit miktarları, mg L⁻¹ şeklinde 2,6-diklorofenolindofenol aracılığıyla, Ucan Türkmen ve Mercimek Takcı (2018)'ya göre gerçekleştirilmiştir.

% DPPH' radikal giderme aktivitesi

Ekstraktlardan 100 µL alınarak, 3900 µL DPPH (0.025 g L⁻¹ metanolde) eklenmiş; numuneler oda sıcaklığında ve karanlıkta 120 dk. inkübasyona tabii tutulmuş, 515 nm'de spektrofotometrede absorbans ölçümleri yapılmıştır. İnhibisyonlar aşağıdaki denkleme (1) göre % olarak hesaplanmıştır (Ucan Türkmen ve Mercimek Takcı, 2018).

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

A_{kontrol}: Kontrolün absorbansı

A_{örnek}: Örneğin absorbansı

Demir indirgeme kapasitesi tayini (FRAP)

Ekstraktlardan 1'er mL alınıp üzerlerine 0.2 M fosfat tamponu (pH=6.6) 2.5 mL eklenmiştir. Daha sonra % 1'lik 2.5 mL K₃Fe(CN)₆ çözeltisi eklenerek 50 °C'de 20 dk. inkübasyondan sonra 2.5 mL TCA (% 10) eklenmiştir. Sonrasında örnekler 2500 rpm'de 10 dk. santrifüj edilmiş ve süpernatantlardan 2.5 mL alınarak eşit miktarda saf su ilavesiyle % 0.1'lik 0.5 mL FeCl₃ eklenmiştir. Absorbans ölçümleri spektrofotometrede 700 nm'de gerçekleştirilmiştir (Ucan Türkmen ve ark., 2022).

Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite testi (TEAC)

ABTS solüsyonu (7mM) hazırlamak için 2.45 mM potasyum persülfat kullanılmıştır. Bu solüsyon, ABTS radikalini üretmek için 12 ve 16 saat boyunca 20 °C'ye ayarlanmış bir inkübatörde tutulmuştur. Radikal solüsyonu, numuneleri ve Trolox

standardını seyreltmek için kullanılan PBS (fosfat tamponu; Fosfat Tampon Salin) solüsyonu hazırlanmış ve 0.1 M fosfat tamponuna 8.77 g NaCl eklenmiş ve pH 7.4'e ayarlanmıştır. Analize başlamadan önce 1 ml ABTS radikal çözeltisi alınmış ve yaklaşık 90-100 mL PBS ile 734 nm'de 0.700 ± 0.02 'lik bir absorbansa seyreltilmiştir. Daha sonra ekstrakt ve PBS karıştırılmış; absorbanlar ölçülmüştür. Sonuçlar TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) değeri olarak ifade edilmiştir (Ucan Türkmen ve ark., 2020).

Fosfomolibdenyum antioksidan kapasite testi

Reaktif çözeltiden 3 mL alınarak (0.6 M sülfürik asit, 28 mM sodyum fosfat ve 4 mM amonyum molibdat), 300 µl ekstrakt ile hızla karıştırılmış ve 95 °C'de 90 dakika inkübasyondan sonra, absorban 695 nm'de ölçülmüştür (Biochrom, Libra S60, B). Toplam antioksidan kapasite, trolox eşdeğeri ($\mu\text{g TE g}^{-1}$) olarak ifade edilmiştir. Her bir spektrofotometrik analiz en az üç kez tekrarlanmıştır (Zengin ve ark., 2014).

Bakır iyonu indirgeme aktivitesi (CUPRAC)

Ekstraktlardan 0.5 mL alınarak üzerine, CuCl_2 (1 mL, 10 mM), neokuproin (1 mL, 7,5 mM) ve NH_4AC tamponu (1 mL, 1 M, pH 7.0) eklenmiştir. Benzer şekilde, CuCl_2 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 absorbanları 450 nm'de okunmuştur (Baltacı ve ark., 2021).

Fenolik bileşiklerin tayini

Örnek ekstraktlarında fenolik bileşenlerin analizi ters-faz yüksek performanslı sıvı kromatografisi (Agilent, 1260 Infinity RP-HPLC, USA) tekniği kullanılarak saptanmıştır. Fenolik bileşenlerin ayrımı C18 ters faz (110 Å, 5 µm, 4.6 x 250 mm, ACE Generix) HPLC kolonunda yapılmıştır. Ayrım işlemi; 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).

Antibakteriyel aktivite

Kirby-Bauer disk difüzyon metoduna göre antimikrobiyel analizler yapılmıştır (Bauer ve ark., 1966). Mueller Hinton Agara steril eküvyon çubuk kullanılarak, önceden 0.5 MacFarland bulanıklığa ayarlanan mikroorganizma kültürlerinin inokülasyonu gerçekleştirilmiştir. Daha sonra 6mm çaplı steril boş disklerle her ekstraktan 20 µL emdirilerek agar yüzeyine steril penset yardımıyla yerleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Spesifik pozitif kontrol olarak test edilen her mikroorganizma türüne özgü antibiyotik diskler kullanılmıştır: *E. coli* ATCC 25922 ve *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 için Tetrasiklin (30 mcg/disk), *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 için Polimiksin B (300 unite/disk), *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 için Metisillin (5 mcg/disk). Ayrıca steril boş disklerle 20 µL metanol negatif kontrol için emdirilmiştir. 37°C'de 12-24 saat inkübasyondan sonra disklerin etrafında bakterilerin üremediği şeffaf zonlar gözlemlenmiştir.

İstatistiksel analiz

Analiz sonuçları SPSS 23.0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan farklılıklar bağımsız örneklem t-testi (independent sample t-test) karşılaştırma testine göre belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Molehiya ve Altın Otu ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri ile fitokimyasal içerikleri

Molehiya ve Altın otu metanol ekstraktlarının fitokimyasal içerikleri ile antioksidan aktiviteleri Çizelge 1. ve Çizelge 2.'de verilmiştir.

Molehiya ve Altın otu bitkilerinin metanol ekstraktlarına uygulanan fitokimyasal ve antioksidan analizler arasında istatistiksel olarak

anamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için bağımsız örneklem t-testi (independent sample t-test) uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda iki bitki ekstresi arasında DPPH radikal giderimi, askorbik asit, fosfomolibdenyum, bakır indirgeme ve ABTS analizleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Diğer analizler (toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde ve FRAP) için ise, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ($p > 0.05$).

Molehiya ve Altın otu metanol ekstraktlarının fitokimyasal içerikleri; toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde ve askorbik asit miktarları incelenerek belirlenmiştir. Molehiya bitkisinin metanol ekstraktında toplam fenolik madde miktarı $0.716 \text{ mg GAE g}^{-1}$; Altın otu metanol ekstraktında ise $0.668 \text{ mg GAE g}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Toplam flavonoid madde miktarı ise, Molehiya ve Altın otu ekstraktlarında sırasıyla $0.075 \text{ mg RE g}^{-1}$ ve $0.057 \text{ mg RE g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Askorbik asit miktarı ise Molehiya metanol ekstraktında 52.56 mg L^{-1} olarak belirlenirken, Altın otu ekstraktında ise bu değer 264.94 mg L^{-1} olarak belirlenmiştir. Toplam fenolik ve flavonoid içerikleri bakımından iki bitki ekstraktı kıyaslandığında Molehiya ekstraktında daha yüksek verilere ulaşılmıştır. Altın otu metanol ekstraktının askorbik asit miktarı Molehiya metanol ekstraktından 5 kat fazla bulunmuştur (Çizelge 1.).

Bitki ekstraktlarına antioksidan analizler de uygulanmış ve bu bitki ekstraktlarının antioksidan içerikleri açığa çıkarılmaya çalışılmıştır (Çizelge 2.) buna göre Molehiya metanol ekstraktında DPPH radikalini giderme aktivitesi %76.97 iken, Altın otu metanol ekstraktında ise bu değer %73.06 olarak tespit edilmiştir. Fosfomolibdenyum analizi ile antioksidan analizi sonuçlarına göre ise, Molehiya metanol ekstraktında $0.60 \text{ } \mu\text{g TE g}^{-1}$, Altın otu metanol ekstraktında ise $1.06 \text{ } \mu\text{g TE g}^{-1}$ değerine ulaşılmıştır. Demir indirgeme kapasitesi tayininde (FRAP), Molehiya metanol ekstraktında 1.280 abs., Altın otu metanol ekstraktında ise 1.430 abs. değerleri elde edilmiştir. Bakır indirgeme antioksidan analizinde (CUPRAC) değerler, Molehiya metanol ekstraktında ($130.95 \text{ mg troloks eşdeğeri g örnek}^{-1}$) Altın otu metanol ekstraktından daha yüksek ($88.60 \text{ mg troloks eşdeğeri g örnek}^{-1}$) bulunmuştur. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) analizinde % inhibisyon, Molehiya ekstraktında %14.35 olarak tespit edilirken, altın otu bitkisinde yüzde inhibisyon bulunamamıştır. Aynı analizde değerler $\mu\text{M troloks eşdeğeri } 10 \text{ g}^{-1}$ şeklinde hesaplandığında, Molehiya ve Altın otu ekstraktlarında değerler sırasıyla 19.32 ve 4.71 şeklinde tespit edilmiştir. Tüm antioksidan analizleri birlikte değerlendirildiğinde, 6 antioksidan analizinin 4'ünde Altın otu metanol ekstraktının antioksidan değerleri Molehiya metanol ekstraktından daha yüksek tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Molehiya ve Altın Otu bitkilerinin metanol ekstraktlarının fitokimyasal içerikleri

Table 1. Phytochemical Contents of Methanol Extracts of Molehiya and Altın Otu Plants

Ekstraktlar	Toplam Fenolik Madde (mg GAE g ⁻¹)	Toplam Flavonoid Madde (mg RE g ⁻¹)	Ascorbik Asit Miktarı (mg L ⁻¹) Ascorbic acid amount (mg L ⁻¹)
Extracts	Total phenolics (mg GAE g ⁻¹)	Total flavonoids (mg RE g ⁻¹)	
Molehiya Molehiyah	0.716±0.07	0.075±0.01	52.56±2.69
Altın Otu Golden grass	0.668±0.11	0.057±0.00	264.94±8.01

Çizelge 2. Molehiya ve Altın Otu bitkilerinin metanol ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri
Table 2. *Antioxidant Activities of Methanol Extracts of Molehiya and Altın Otu Plants*

Ekstraktlar	%DPPH Radikali Giderme Aktivitesi	Fosfomolibdenyum analizi	FRAP(abs.)	CUPRAC	TEAC	TEAC
Extracts	%DPPH removal activity	($\mu\text{g TE g}^{-1}$) Phosphomolybdenum analysis ($\mu\text{g TE g}^{-1}$)	FRAP(abs.)	(mg trolox equivalent sample ⁻¹) CUPRAC (mg trolox eşdeğeri g örnek ⁻¹)	(Inhibition %) TEAC (%İnhibisyon)	($\mu\text{M trolox equivalent 10g}^{-1}$) TEAC($\mu\text{M trolox eşdeğeri 10g}^{-1}$)
Molehiya <i>Molehiya</i>	76.976±0.79	0.60±0.04	1.28±0.05	130.95±4.21	14.35±0.23	19.32±0.17
Altın Otu <i>Golden grass</i>	73.064±0.93	1.06±0.21	1.43±0.08	88.60±2.43	-	4.71±0.09

Antioksidan bileşenler, gıda, kozmetik ve farmasötik ürünlerin bozulmasına neden olan lipid peroksidasyon sürecini geciktirerek serbest radikalleri süpürebilir ve raf ömrünü uzatabilir (Erdoğan ve Göde, 2022). Antioksidan aktivite, ekstraktların fenolik içeriğine, çoğunlukla fenolik asitlere ve flavonoidlere bağlıdır. Bu bileşikler, reaktif oksijen türlerinin oluşumunda yer alan enzimleri inhibe ederek veya eser elementleri şelatlayarak veya hidrojen atomu bağışı yoluyla yüksek derecede oksitleyici serbest radikalleri azaltarak etki gösterir (Vujic ve ark., 2020).

Sengun ve Gargı (2020), *Corchorus olitorius* bitkisinde en yüksek toplam fenolik madde miktarını etanol ekstraktında 24.61 mg GAE g⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Metanol ekstraktında toplam fenolik madde miktarı 21.14; su ekstraktında ise 9.86 mg GAE g⁻¹ olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca, *C. olitorius*'un su, etanol ve metanol ekstraktları DPPH radikalini sırasıyla %17.50, %87.10 ve %86.00 oranında inhibe etmiştir. Araştırmacıların metanol ekstraktında DPPH radikalini giderme aktivitesi ile ilgili bulmuş olduğu bu değer (%86.00), Molehiya metanol ekstraktı DPPH radikalini giderme aktivitesi sonucumuzdan (%76.97) daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca araştırmacılar metanol ekstraktı için toplam fenolik madde miktarını mevcut çalışmadan daha yüksek bulmuşlardır.

Chigurupati ve ark., (2020) *Corchorus olitorius*'un metanol ekstraktlarında toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde miktarını sırasıyla 0.3±0.07 mg GAE g⁻¹ ve

0.19±0.05 mg RUE g⁻¹ olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca, *C. olitorius*'un metanol ekstraktları DPPH radikalini yaklaşık %93-94 oranında inhibe etmiştir. Araştırmacıların sonucuna göre, toplam fenolik madde miktarı değeri sonucumuzla kıyaslandığında daha düşük bulunurken; DPPH radikalini giderme aktivitesinde ise daha yüksek sonuçlar elde etmişlerdir. *C. olitorius*'un farklı kısımlarında tıbbi açıdan önemli sekonder metabolitlerin varlığı, şeker hastalığı (Innami ve ark., 2005) dahil olmak üzere çeşitli sağlık bozukluklarının tedavisinde (Kuate, 2017) kullanımını haklı çıkarmaktadır (Chigurupati ve ark., 2020).

Bitkilerde flavonoid içeriğinin en çok coğrafi ve iklimsel koşullar, genetik ve biyolojik çeşitlilik ve mevsimsel değişimler tarafından etkilendiği bildirilmiştir (Wang ve ark., 2003, Sparg ve ark., 2004; Biswas ve ark., 2020).

Oboh ve ark. (2009), *Corchorus olitorius*'un su ve hekzan ekstraktlarında C vitamini içeriğini araştırmışlar ve hekzan ekstraktında tespit edemezken; su ekstraktında ise 32.6 mg 100 g⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar, su ekstraktlarında toplam fenol içeriğini 630.8 mg 100g⁻¹ kuru ağırlık, hekzan ekstraktında ise 99.9 mg 100g⁻¹ kuru ağırlık olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca toplam flavonoid içeriklerini de inceledikleri bu çalışmada, su ekstraktı için bu değeri 227.8 mg 100g⁻¹ kuru ağırlık, hekzan ekstraktı için 54.0 mg 100g⁻¹ kuru ağırlık olarak bulmuşlardır.

Biswas ve ark. (2020), *Corchorus olitorius*'un etanol ekstraktlarında toplam flavonoid içeriğini

5.26 ile 13.66 mg RE g⁻¹ kuru ağırlık arasında; toplam fenolik madde içeriğini 5.41 ile 7.78 mg GAE g⁻¹ kuru ağırlık arasında; ABTS miktarını 102.13 ile 149.90 mmol trolox g⁻¹ ekstrakt arasında tespit etmişlerdir. Ayrıca yüksek ABTS radikal yakalama aktivitesinin fenolik bileşiklerin varlığından kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Hagerman ve ark., 1998).

Yan ve ark. (2013), *Corchorus olitorius*'dan % 80 sulu aseton kullanarak ekstre elde etmişlerdir. Bu ekstrede toplam fenolik madde miktarını tüm bitki, yaprak ve kök de sırasıyla 289.18, 244.18 ve 281.33 mg GAE g⁻¹ kuru ağırlık olarak tespit etmişlerdir. Toplam flavonoid içeriğini ise yine sırasıyla 132.13, 169.34 ve 46.15 mg QE g⁻¹ kuru ağırlık olarak belirlemişlerdir.

Gültekin (2020), *Helichrysum arenarium* (L.) Moench (Adıyaman, Akdağ, Tut bölgesinden toplanmış) etanol ekstresinde DPPH süpürme yeteneğini %52-82 aralığında tespit etmiştir. Bu bitkinin etanol ekstresinde toplam fenol içeriğini ise 26.16 mg g⁻¹ olarak belirlemiştir. Tepe ve ark. (2005), Sivas bölgesinden temin ettikleri *Helichrysum arenarium* (L.) Moench türünün metanol ekstrelerinde DPPH serbest radikali % süpürme oranını maksimum % 57-58 oranında belirlemişlerdir. Özgen ve ark. (2004), Kars Karakale bölgesinden temin ettikleri *Helichrysum arenarium* türünün metanol ekstresinde 250 ppmlik konsantrasyonda %58.6 oranında süpürme oranı belirlemişlerdir (Gültekin, 2020). DPPH radikalini giderme ile ilgili bulunan bu değerler, çalışmamızın sonuçlarından daha düşük bulunmuştur. DPPH kararlı bir serbest radikaldir ve maksimum absorpsiyonu 517 nm'de meydana gelmekle birlikte, bir ekstraktın DPPH tüketim oranı ne kadar yüksek olursa antioksidan potansiyeli de o kadar güçlü olur.

Kaya (2022), Altın otu bitkisinin farklı çözücü ekstrelerini elde etmiş ve bu ekstreleri karşılaştırdığında en yüksek CUPRAC indirgeme kapasitesinin su ekstresinde, en düşük indirgeme kapasitesinin ise hekzan ekstresinde olduğunu gözlemlemiştir. Yine, bitkinin farklı çözücü ekstreleri ile karşılaştırdığında en yüksek ABTS radikali giderme aktivitesini etanol ekstresinde (%

75.3) belirlemiş; diğer çözücüler ile hazırlanan bitki ekstrelerinde ise standart antioksidanlardan daha düşük radikal giderme aktivitesi gösterdiğini belirtmiştir. Bitkinin farklı çözücü ekstreleri ile karşılaştırdığında DPPH radikali giderme aktivitesini, en yüksek (% 62.4) su ekstresinde belirlemiştir.

Stankov ve ark. (2020), *H. arenarium* (L.) Moench'den %70'lik ekstrakt elde etmişler ve elde ettikleri bu ekstraktın CUPRAC metoduyla antioksidan değerini 159.46 mM TE/g olarak tespit etmişlerdir. Kulisic-Bilusic ve ark.(2008), *H. arenarium*'un sulu ekstraktında DPPH inhibisyonunun %90-100 arasında bir değere sahip olduğunu bildirmişlerdir (Umaz ve ark., 2023).

Albayrak ve ark. (2010a), *H. armenium subsp. araxinum*, *H. arenarium subsp. erzincanicum*, and *H. plicatum subsp. Pseudoplicatum*'un metanol ekstrelerinde serbest radikal yakalama aktivitelerini sırasıyla %85.86, %81.45 ve %79.59 olarak tespit etmişlerdir. Toplam fenolik içeriklerinin ise 71.81-144.50 mg GAE g⁻¹ olduğunu belirtmişlerdir.

Babota ve ark. (2018), *Helichrysum arenarium* (L.) türü için farklı solventler kullanarak toplam fenolik madde içeriğini araştırmışlar ve toplam fenolik içerik açısından en yüksek değerleri ekstraksiyon solventi olarak %70 (v/v) etanol kullanarak elde ettiklerini ifade etmişlerdir.

Hem Altın otu hem de Molehiya metanol ekstraktları ile ilgili yapmış olduğumuz bu çalışma sonuçları literatür ile karşılaştırıldığında benzerlikler ve farklılıklar tespit edilmiştir. Bu farklılıkların nedeninin, kullanılan çözücünün farklılığı, ekstraksiyon yönteminin farklılığı, bitki kısımlarının farklılığı, tarımsal proses farklılığı, ışık, iklim, hasat zamanı, depolama şartları, bitkinin toplandığı bölgenin farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Molehiya ve Altın Otu bitkilerinin metanol ekstraktlarının fenolik bileşen içerikleri

Molehiya ve Altın Otu bitkilerinin metanol ekstraktlarının fenolik bileşenleri Çizelge 3.'de verilmiştir.

Fenolik bileşen miktarları toplamı, Altın otu

metanol ekstresi (110.866,394 mg kg⁻¹) > Molehiya metanol ekstresi (39.803,77 mg/kg) şeklinde tespit edilmiştir.

Altın otu metanol ekstraktında hidroksibenzoik asitler (vanilin, vanilik asit, 4-Hidroksibenzoik asit ve prokateşik asit etil ester) tespit edilirken, Molehiya metanol ekstresinde ise bu asitlerden sadece prokateşik asit etil ester tespit edilmiştir. Hidroksinamik asitlerden (o-kumarik asit, t-ferulik asit, kafeik asit, p-kumarik asit, klorojenik asit, 3-Hidroksinamik asit, rosmarinik asit, salisilik asit, t-sinamik asit, gentisik asit, sinapik asit) klorojenik asit ve 3-Hidroksinamik asit Molehiya metanol ekstraktında Altın otu metanol ekstraktından daha yüksek tespit edilmiştir. Diğer hidroksinamik asitler ise altın otu metanol ekstraktında daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca Molehiya metanol ekstraktında kafeik, p-kumarik, salisilik, gentisik ve sinapik asitler tespit edilememiştir. Hidroksinamik asitlerden t-ferulik asit, Altın otu metanol ekstraktında yüksek miktarda (7287.10 mg kg⁻¹) tespit edilirken; klorojenik asit ise Molehiya metanol ekstraktında yüksek miktarda (10093.6 mg kg⁻¹) tespit edilmiştir. Sonuçlarımıza göre, Altın otu metanol ekstraktının hidroksinamik asitler açısından Molehiya metanol ekstraktına göre daha yüksek bulunduğunu söylemek mümkündür. Flavon-3-ollerden (kateşin hidrat, kurkumin ve kateşin) kateşin Molehiya metanol ekstraktında 12292.4 mg kg⁻¹ olarak tespit edilirken; Altın otu metanol ekstraktında ise kateşin dâhil flavon-3-oller tespit edilememiştir. Flavanonlardan (narinjin, narinjenin ve hesperidin) narinjin Altın otu metanol ekstraktında 73620.9 mg kg⁻¹, Molehiya ekstraktında ise 12625.5 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Yine narinjenin ve hesperidin de altın otu metanol ekstraktında daha yüksek bulunmuştur. Fenolik bileşenlerden flavonoller (rutin, hiperosit, kuersetin ve izokuersitrin) rutin ve hiperosit Altın otu metanol ekstraktında tespit edilirken; Molehiya metanol ekstraktında tespit edilememiştir. Kuersetin ve izokuersitrin ise Altın otu metanol ekstraktında

tespit edilemezken, Molehiya metanol ekstraktında tespit edilmiştir. Flavonlardan (krisin, flavonlar, 6-hidroksiflavon ve baikalin) krisin, flavonlar ve 6-hidroksiflavon Molehiya metanol ekstraktında tespit edilmemişken; baikalin ise Altın otu metanol ekstraktında tespit edilememiştir. Ayrıca bu çalışmada, stilbenoidler ile sekoiridoidler de tespit edilmeye çalışılmış ancak bu bileşiklere her iki bitkinin metanol ekstraktlarında da rastlanamamıştır.

Helichrysum arenarium (L.) (Altın otu) içerisinde eterik yağ flavonlar ve flavon glikozitleri, sterinler, acı maddeler ve çeşitli tanenler ile kumarinler tespit edilmiştir. Czinner ve ark. (2000), yaptıkları çalışmada fenolikler ile flavanoidlerin varlığını ve bunların antioksidan özellik gösterdiğini tespit etmişlerdir (Şen ve Kalaycı, 2016). Albayrak ve ark. (2010b) *Helichrysum arenarium* (L.) Moench türünün metanol ekstresinde fenolik içeriğini; 99 µg g⁻¹ apigenin-7-glukozid, 89.9 µg g⁻¹ klorojenik asit, 27.5 µg g⁻¹ apigenin, 9.16 µg g⁻¹ naringenin 4.54 µg g⁻¹ luteolin ve küçük miktarlarda kumarik asit, resveratrol, kafeik asit olarak belirlemişlerdir. Albayrak ve ark. (2010a), *H. Arenarium subsp. erzincanicum*, *H. arenarium subsp. rubicundum* veya *H. armenium subsp. Araxinum* ekstraktlarında bulunan başlıca fenolik bileşenin klorojenik asit, ardından apigenin-7-glukozit ve apigenin olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca test edilen ekstraktların hiçbirinde gallik asit, kateşin, rutin, akasetin, eriodiktyol, kuersetin ve rosmarinik asit tespit edilememiştir. Sato ve ark. (2011), klorojenik asidin yüksek antioksidan kapasitesinin olduğunu belirtmişlerdir. Yamagata ve ark. (2018), A549 kodlu insan akciğer kanseri hücrelerinde klorojenik asidin apoptoz ve gen ekspresyonunu düzenlediğini bildirmişlerdir (Gültekin, 2020). Yan ve ark. (2003), çalışmalarında yüksek miktarlarda klorojenik asit, mirisetin ve minör kuersetin bulduklarını ve bu durumun da bitki çeşidinin fenolik bileşimde önemli bir rol oynadığını gösterdiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 3. Molehiya ve Altın Otu bitkilerinin metanol ekstraktlarının fenolik bileşenleri
Table 3. Phenolic compounds of methanol extracts of Molehiah and Golden Grass plants

Fenolik Bileşikler <i>Phenolic compounds</i>	Molehiya (mg kg⁻¹) <i>Molehiah</i> <i>(mg kg⁻¹)</i>	Altın Otu (mg kg⁻¹) <i>Golden Grass</i> <i>(mg kg⁻¹)</i>
Fenolik Asitler <i>Phenolic Acids</i>		
Hidroksibenzoik asitler (mg kg⁻¹) <i>Hydroxybenzoic acids (mg kg⁻¹)</i>		
Vanilin <i>Vanillin</i>	t.e./n.d.	124.43
Vanilik asit <i>Vanilic acid</i>	t.e./n.d.	1129.45
4-Hidroksibenzoik asit <i>4-Hydroxybenzoic acid</i>	t.e./n.d.	336.79
Prokateşik asit etil ester <i>Procatetic acid ethyl ester</i>	213.31	731.01
Hidroksinamik asitler (mg kg⁻¹) <i>Hydroxinnamic acids (mg kg⁻¹)</i>		
<i>o</i> -kumarik asit <i>o-cumaric acid</i>	102.85	2300.96
<i>t</i> -Ferulik asit <i>t-ferulic acid</i>	19.38	7287.10
Kafeik asit <i>Caffeic acid</i>	t.e./n.d.	910.79
<i>p</i> -kumarik asit <i>p-cumaric acid</i>	t.e./n.d.	t.e./n.d.
Klorojenik asit <i>Chlorogenic acid</i>	10093.6	5347.73
3-Hidroksinamik asit <i>3-Hydroxycinnamic acid</i>	67.75	t.e./n.d.
Rosmarinik asit <i>Rosmarinic acid</i>	102.25	349.94
Salisilik asit <i>Salicylic acid</i>	t.e./n.d.	63.64
<i>t</i> -sinamik asit <i>t-sinamic acid</i>	61.75	1706.38
Gentisik asit <i>Gentisic acid</i>	t.e./n.d.	579.35
Sinapik asit <i>Sinapic acid</i>	t.e./n.d.	4917.79
Flavonoidler <i>Flavonoids</i>		
Flavon-3-oller(mg kg⁻¹) <i>Flavon-3-olls(mg kg⁻¹)</i>		
Kateşin hidrat <i>Catechin hydrate</i>	t.e./n.d.	t.e./n.d.
Kurkumin <i>Curcumin</i>	t.e./n.d.	t.e./n.d.
Kateşin <i>Catechin</i>	12292.4	t.e./n.d.
Flavanonlar (mg kg⁻¹) <i>Flavanons(mg kg⁻¹)</i>		

			t.e: Tespit
Narinjin	12625.5	73620.9	
<i>Naringine</i>			
Narinjenin	97.98	5881.73	
<i>Naringenine</i>			
Hesperidin	5.68	1437.31	
<i>Hesperidine</i>			
Flavonoller (mg kg⁻¹)			
<i>Flavonols(mg kg⁻¹)</i>			
Rutin	t.e./n.d.	2513.22	
<i>Rutin</i>			
Hiperosit	t.e./n.d.	911.69	
<i>Hyperocyte</i>			
Kuersetin	119.86	t.e./n.d.	
<i>Quercetine</i>			
Izokuersitrin	3943.32	t.e./n.d.	
<i>Isoquercetin</i>			
Flavonlar (mg kg⁻¹)			
<i>Flavons(mg kg⁻¹)</i>			
Krisin	t.e./n.d.	185.66	
<i>Krisin</i>			
Flavonlar	t.e./n.d.	408.24	
<i>Flavons</i>			
6-hidroksiflavon	t.e./n.d.	122.32	
<i>6-hydroxyflavone</i>			
Baikalin	57.93	t.e./n.d.	
<i>Baicalin</i>			
Stilbenoidler (mg kg⁻¹)			
<i>Stilbenoids(mg kg⁻¹)</i>			
Resveratrol	t.e./n.d.	t.e./n.d.	
Resveratrol			
Sekoiridoidler (mg kg⁻¹)			
<i>Secoiridoids (mg kg⁻¹)</i>			
Oleuropein	t.e./n.d.	t.e./n.d.	
<i>Oleuropein</i>			

edilemedi. (Fenolik Bileşen Toplamı: Altın Otu: 110866.394 mg kg⁻¹; Molehiya:39803.77 mg kg⁻¹)

n.d.:not detected.((Total Phenolic Component: Golden Grass: 110866.394 mg kg⁻¹; Molehiya: 39803.77 mg kg⁻¹)

Molehiya ve Altın Otu bitkilerinin metanol ekstraktlarının antibakteriyel aktiviteleri

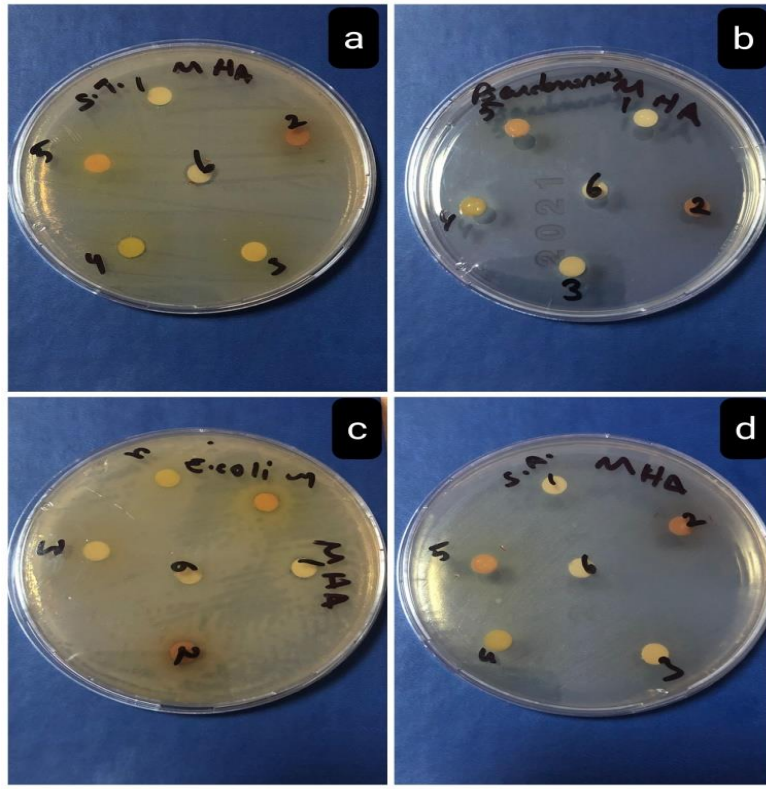
Ekstraktların antibakteriyel aktivitelerinin incelenmesinde numaralandırmalar Molehiya (4) ve Altın Otu (5) şeklindedir (Şekil 2.)

Ekstraktların antibakteriyel aktiviteleri *E. coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* ve *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027'ye karşı test edilmiştir (Çizelge 4)(Şekil 2).

E. coli ATCC 25922, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 ve *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027'ye karşı özütlerde herhangi bir inhibitör etkiye rastlanmazken; *Staphylococcus aureus*'a karşı inhibitör etki Altın otu ve Molehiya metanol

ekstraktlarında gözlenmiş ve zon çapları sırasıyla 12 ve 9 mm olarak ölçülmüştür. (Şekil 1). 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.

E. coli ATCC 25922, *Salmonella typhimurium* ve *Staphylococcus aureus* için pozitif kontrol olarak tetrasiklin antibiyotiği kullanılmış ve inhibisyon zonları ise sırasıyla 20, 17 ve 18 mm olarak ölçülmüştür.



Şekil 2. Bitki ekstraktlarının antimikrobiyel aktivitesi **a.** Bitkilerin metanol ekstraktlarının *Salmonella typhimurium* üzerindeki antimikrobiyel etkisi **b.** Bitkilerin metanol ekstraktlarının *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 üzerindeki antimikrobiyel etkisi **c.** Bitkilerin metanol ekstraktlarının *E. coli* üzerindeki antimikrobiyel etkisi **d.** Bitkilerin metanol ekstraktlarının *Staphylococcus aureus* üzerindeki antimikrobiyel etkisi

Figure 2. Antimicrobial activity of plant extracts **a.** Antimicrobial effect of methanol extracts of plants on *Salmonella typhimurium*. **b.** Antimicrobial effect of methanol extracts of plants on *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027. **c.** Antimicrobial effect of methanol extracts of plants on *E. coli* **d.** Antimicrobial effect of methanol extracts of plants on *Staphylococcus aureus*

İlhan ve ark. (2007), *Corchorus olitorius* L. (Molehiya)'nin petrol eteri ve metanol ekstraktları ile yapmış oldukları çalışmalarında, metanol ekstraktlarında *Escherichia coli* ATCC 25922 için antibakteriyel aktiviteyi inhibisyon zonu olarak sırasıyla 20 ve 10 mm olarak ölçmüşlerdir. *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 için metanol ekstraktlarında zon çapı tespit edememişken, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 için inhibisyon zonunu petrol eteri ve metanol ekstraktlarında sırasıyla 19 ve 18 mm olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar etil asetat+su ekstraktlarında *Escherichia coli* ATCC 25922 için zon çapı tespit edemezken, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 için sırasıyla zon çaplarını 15 ve 19 mm olarak tespit etmişlerdir.

Yine bu çalışmada, hidroksisinnamik asitlerin gram pozitif bakteriler üzerinde inhibitör etkisinin olduğu söylenmiştir. Çalışmamızın da sonuçlarına bakıldığında, hidroksisinnamik asitlerin altın otu metanol ekstraktlarında molehiye metanol ekstraktlarına göre daha yüksek olduğu görülmekte olup, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 için ölçülen 12 ve 9 mm inhibisyon zonlarının bu asitlerden geldiğini söylemek mümkündür. Ayrıca araştırmacıların yapmış oldukları çalışmadan farklı olarak, çalışmamızda *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 ve *Escherichia coli* ATCC 25922 için inhibisyon zonu tespit edilememesinin nedeninin kullanılan ekstraksiyon ve çözücülerin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4. Altın otu ve molehiya bitkilerinin metanol ekstraktlarının inhibisyon zon çapları (mm)
 Table 4. Inhibition zone diameters of methanol extracts of Golden grass and Molehiah plants (mm)

Test edilen mikroorganizmalar Tested microorganisms	Altın Metanol Ekstraktı Golden Grass methanol extract	Otu Metanol Ekstraktı Molehiah methanol extract	Metanol (NK) Methanol (NK)	Tetrasiklin (PK) Tetracycline (PK)	PolimiksinB (PK) PolymyxinB (PK)	Metisillin (PK) Methicillin(PK)
<i>E. coli</i> ATCC 25922	-	-	-	20		
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 14028	-	-	-	17		
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	12	9	-	-		18
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 9027	-	-	-		17	

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

(-): No zone of inhibition was observed against the tested microorganisms. PK: Positive control, NK: Negative control

Nakaziba ve ark., (2022) *Corchorus olitorius*'un ham yaprak metanol ekstraktlarında inhibisyon zonunu *E.coli* ve *S.aureus* için sırasıyla 9.50 ve 11.00 mm olarak ölçmüşlerdir. Sümengen Özdenefe ve ark. (2018), *Corchorus olitorius*'un metanol, etanol ve kloroform ekstrelerinin tüm yaprak örneklerinde kullanılan tüm bakteri ve mantar türlerine karşı antibakteriyel ve antifungal aktivite tespit edemediklerini söylemişlerdir. Araştırmacılar, *S.aureus* için zon çapını 100 mg mL⁻¹ hekzan ekstraktında 12 mm olarak ölçmüşlerdir. Yine araştırmacılar, *S.aureus* için idrar yolu enfeksiyonları, gıda zehirlenmeleri, abseler ve solunum yolu enfeksiyonlarına neden olan bir bakteri olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma sonucu ile benzer şekilde *S.aureus*'da gözlenen bu antibakteriyel aktivite kullandığımız bitki ekstraktlarının da tıbbi bitkilerle tedavi için kullanılabileceğini göstermektedir.

Sonuç ve öneriler

Serbest radikallerin hem yaşlanmayı hızlandırdığı hem de hastalıkların neredeyse çoğunun ana etmeni olduğu bilinen bir gerçektir. Bu sebepten ötürü sentetik antioksidanlar yerine doğal antioksidanların önemi her geçen gün artmaktadır. Bu çalışmada da, Güneydoğu Anadolu bölgesinde gerek yemek yapımı gerekse tedavi amaçlı yaygın kullanım alanı bulan Altın otu ve

Molehiya bitkilerinin metanol ekstraktları elde edilerek; bu ekstraktların fitokimyasal içerikleri ve antioksidan kapasiteleri ile fenolik bileşen içerikleri ve antibakteriyel özellikleri araştırılmıştır. Araştırmamızın sonuçlarına göre her iki bitkinin de metanol ekstraktlarının antioksidan içeriğe sahip oldukları ve fitokimyasal açıdan zengin bileşime sahip oldukları açığa çıkmıştır. Ayrıca bu bitkilerin fenolik bileşen içeriklerinin de yüksek olmasından dolayı bu bitkilerin önem taşıdıkları sonucuna varılmıştır. Özellikle klorojenik asidin Molehiya metanol ekstresinde yüksek miktarda bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, *S.aureus*'da gözlenen antibakteriyel aktivite kullandığımız bitki ekstraktlarının tıbbi bitkilerle tedavi için kullanılabileceğini göstermektedir. Gıda ve tıbbi açıdan önemli bulunan bu bitkilerin ülkemize kazanımının sağlanması ve bu bitkilerle ilgili yapılacak diğer çalışmalara da zemin hazırlaması çalışmamızın önemini göstermektedir. Bu nedenle bu bitkilerin gıda, sağlık ve farmakoloji için yararlı olabileceği sonucuna varılabilir. Bir sonraki çalışmada mevcut bitkilerin in vivo araştırılması hedeflenebilir.

Teşekkür

Kilis 7 Aralık Üniversitesi'ne laboratuvar imkanlarını sundukları için teşekkür ederiz. Ayrıca makalemizin inceleme ve değerlendirme

aşamasında yapmış oldukları katkılardan dolayı editör ve hakem/hakemlere teşekkür ederiz.

Çıkar çatışması beyanı: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Yazar katkısı: Filiz UÇAN TÜRKMEN; Çalışmayı tasarlayıp, yürütmüş, verileri analiz etmiş ve makaleyi yazmıştır. Kibar YAPICI ve Elife OSMAN: Antioksidan analizlerin yapılmasına katkıda bulunmuşlardır. Gülcan KOYUNCU; Antioksidan analizlerinin yapılmasında ve ayrıca makalenin okunması, incelenmesi ve düzeltmelerin yapılmasında katkıda bulunmuştur. Ümit Haydar EROL: Fenolik bileşen analizinin yapılmasında katkıda bulunmuştur.

Kaynaklar

- Acıbuca, V., & Budak, D. B. (2018). Dünya'da ve Türkiye'de tıbbi ve aromatik bitkilerin yeri ve önemi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 33(1), 37-44.
- Albayrak, S., Aksoy, A., Sagdic, O., & Hamzaoglu, G., (2010a). Türkiye'den toplanan *Helichrysum* (Asteraceae) türlerinin bileşimleri, antioksidan ve antibakteriyel aktiviteleri. *Food Chemistry*, 119(1), 114-122.
- Albayrak, S., Aksoy, A., Sağdıç, O., & Budak, Ü. (2010b). Phenolic compounds and antioxidant and antimicrobial properties of *Helichrysum* species collected from eastern Anatolia. Turkey. *Turkish Journal of Biology*, 34(4), 463-473.
- Aydin, S., Yilmaz, O., & Gokce, Z. (2015). Protective effect of *Morus nigra* L.(mulberry) fruit extract on the liver fatty acid profile of Wistar rats. *Pakistan J Zool*, 47(1), 255-261.
- Babotă, M., Mocan, A., Vlase, L., Crişan, O., Ielciu, I., Gheldiu, A. M., ... & Păltinean, R. (2018). Phytochemical analysis, antioxidant and antimicrobial activities of *Helichrysum arenarium* (L.) Moench. and *Antennaria dioica* (L.) Gaertn. flowers. *Molecules*, 23(2), 409.
- Bauer, A.W., Kirby, W.M.M., Sherris, J.C. & Turck, M. (1966). Antibiotic Susceptibility Testing by a Standardized Single Disk Method. *American Journal of Clinical Pathology*. 45, 493-6. Doi:10.1093/ajcp/45.4_ts.493.
- Baltacı, N., Aydogdu, N., Sarikurkcu, C., & 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.
- Biswas, A., Dey, S., Li, D., Yiu, L., Zhang, J., Huang, S., Pan, G., & Deng, Y. (2020). Comparison of phytochemical profile, mineral content, and in vitro antioxidant activities of *Corchorus capsularis* and *Corchorus olitorius* leaf extracts from different populations. *Journal of Food Quality*, 2020, 1-14.
- Chigurupati, S., Aladhadh, H.S., Alhowail, A., Selvarajan, K.K., & Bhatia, S. (2020). Phytochemical composition, antioxidant and antidiabetic potential of methanolic extract from *Corchorus olitorius* Linn. grown in Saudi Arabia. *Medicinal Plants-International Journal of Phytomedicines and Related Industries*, 12(1), 71-76.
- Czinner E., Hagymasi K., Blazovic A., Kery A., Szoke E., & Lemberkovic, E. (2000). In vitro antioxidant properties of *Helichrysum arenarium* (L.) Moench. *J Ethnopharmacol* 73, 437-443.
- Erdem, S. & Eren, P.A. (2009). Tedavi amacıyla kullanılan bitkiler ve bitkisel ürünlerin yan etkileri. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 66: 3, 133-141.
- Erdoğan, K.G. & Göde F. (2022). Altın otu (*Helichrysum italicum*) esansiyel yağının mikrokapsüle edilmesi ve karakterizasyonu. *Ege Univ. Ziraat Fak. Derg.*, 59 (4): 669-684.
- Gültekin, M. (2020). Adıyaman Akdağ (Tut-Erkenek) bölgesinden toplanan bazı bitkilerin antioksidan ve antibakteriyel aktiviteleri. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Moleküler biyoloji ve genetik anabilim dalı, Yüksek Lisans Tezi, 62s.
- Hagerman, A. E., Riedl, K. M., Jones, G. A., Sovik, K. N., Ritchard, N. T., Hartzfeld, P. W., & Riechel, T. L. (1998). High molecular weight plant polyphenolics (tannins) as biological antioxidants. *Journal of agricultural and food chemistry*, 46(5), 1887-1892.
- Innami S, Ishida H, Nakamura K, Kondo M, Tabata K, Koguchi T, Shimizu J and Furusho T. (2005). Jew's mallow leaves (*Corchorus olitorius*) suppress elevation of postprandial blood glucose levels in rats and humans. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.*, 75, 39-46.
- Ilhan, S., Savaroğlu, F., & Çolak, F. (2007). Antibacterial and Antifungal Activity of *Corchorus olitorius* L. (Molokhia) Extracts. *International Journal of Natural & Engineering Sciences*, 1(3).
- Kaya, E. (2022). *Helichrysum plicatum* çiçeklerinin su, etanol, aseton, kloroform ve hekzan ekstraktlarının antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 840-849.
- Kuete, V. (2017). Medicinal Spices and vegetables from Africa, 1st edition therapeutic potential against metabolic, inflammatory, infectious and systemic diseases. *Academic Press*.
- Kulisic-Bilusic T, Katalinic V, Dragovic-Uzelac V, Ljubenkovic I, Krisko A, Dejanovic B (2008). Antioxidant and acetylcholinesterase inhibiting activity of several aqueous tea infusions in vitro. *Food Technol Biotechnol*. 46(4):368-75.
- Liu, X., Jing, X., & Li, G., (2019). A Process to acquire essential oil by distillation concatenated liquid-liquid extraction and flavonoids by solid-liquid extraction simultaneously from *Helichrysum arenarium* (L.) Moench inflorescences under ionic liquid-microwave mediated. *Separation and Purification Technology*, 209, 164-174.
- Mao, Z., Gan, C., Zhu, J., Ma, N., Wu, L., Wang, L., & Wang, X., (2017). Anti-atherosclerotic Activities of Flavonoids from the Flowers of *Helichrysum arenarium* L. Moench through the Pathway of

- Antiinflammation. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 27(12), 2812–2817.
- Mizzi, L., Chatzitzika, C., Gatt, R., & 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., & Arup, M. (2012). HPLC profiles of standard phenolic compounds present in medicinal plants. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 4(3), 162-167.
- Nakaziba, R., Lubega, A., Ogwal-Okeng, J., & Alele, P. E. (2022). Phytochemical analysis, acute toxicity, as well as antihyperglycemic and antidiabetic activities of *Corchorus olitorius* L. leaf extracts. *The Scientific World Journal*, 1376817. <https://doi.org/10.1155/2022/1376817>.
- Ndlovu, J., & Afolayan, A.J. (2008). Nutritional analysis of the South African wild vegetable *Corchorus olitorius* L. *Asian J PlantSci*, 7(6), 615-618. <https://doi.org/10.3923/ajps.2008.615.618>.
- Oboh, G., Raddatz, H., & Henle, T. (2009). Characterization of the antioxidant properties of hydrophilic and lipophilic extracts of Jute (*Corchorus olitorius*) leaf. *International journal of food sciences and nutrition*, 60(sup2), 124-134.
- Orieke, D., Ohaeri, O.C., Ijeh, I.I., & Ijioma, S.N. (2018). Identification of phytocomponents and acute toxicity evaluation of *Corchorus olitorius* leaf extract. *European Journal of Medicinal Plants*, 1-16. <https://doi.org/10.9734/EJMP/2018/38739>.
- Özdenefe, M. S., Muhammed, A., Süer, K., Güler, E., Aysun, H., & Takci, M. (2018). Determination of antimicrobial activity of *Corchorus olitorius* leaf extracts. *Cyprus Journal of Medical Sciences*, 3, 159-164.
- Özgen, U., Mavi, A., Terzi, Z., Coflkun, M., & Ali, Y. (2004). Antioxidant activities and total phenolic compounds amount of some Asteraceae species. *Turkish J. Pharm. Sci*, 1(3), 203-216.
- Sato, Y., Itagaki, S., Kurokawa, T., Ogura, J., Kobayashi, M., Hirano, T., Sugawara, M., & Iseki, K., (2011). In vitro and In vivo antioxidant properties of chlorogenic acid and caffeic acid. *International Journal of Pharmaceutics*, 403(1-2), 136-138.
- Şen, N., & Kalaycı, G. (2016). Altın otu bitkisinden (*Helichrysum arenarium*) tanen ve kumarinin kimyasal kompozisyonu. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 42(2), 226-231.
- Sparg, S. G., M. E. Light, & J. van Staden, (2004). Biological activities and distribution of plant saponins. *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 94, no. 2-3, pp. 219–243.
- Stankov S, Fidan H, Petkova N. 2020. Phytochemical composition of *Helichrysum arenarium* (L.) Moench essential oil (aerial parts) from Turkey. *Ukrainian Food J*. 9(3):503–512.
- Tepe, B., Sokmen, M., Askin Akpulat, H., & Sokmen, A., (2005). In vitro antioxidant activities of the methanol extracts of four *Helichrysum* species from Turkey. *Food Chemistry*, 90(4), 685–689.
- Tuncer, B., & Ummuhan, F. (2017). Molehiya (*Corchorus olitorius* L.) tohumlarındaki dormansi probleminin çözümüne yönelik araştırma. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 268-274.
- Umaz, A., & Umaz, K., (2020). İki farklı lokasyona ait altın otunun (*Helichrysum arenarium*) uçucu bileşenlerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(3), 592-600.
- Umaz, A., Umaz, K., Aydın, F., & Aydın, I. (2023). Determination of multi-elemental analysis and antioxidant activities of *Helichrysum arenarium* (L.) Moench species. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, 43(2), 128-141.
- Uçan Türkmen, F., & Mercimek Takci, H. A. (2018). Ultraviolet-C and ultraviolet-B lights effect on black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus*) juice. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12, 1038-1046.
- Uçan Türkmen, F., Sarıgüllü Önalın, F. E., & Mercimek Takci, H. A. (2022). Nar kabuklarının su ve metanol ekstraktlarının antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin incelenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 11(2), 363-372.
- Uçan Türkmen, F., Mercimek Takci, H. A. & Sarıgüllü 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.
- Ürüşan, Z., Hasan, E.R., Sinan, A., Meral, R., & Koçyiğit, S. (2022). Determination of chemical compositions of two different Jute (*Corchorus capsularis*, *Corchorus olitorius*) species grown in Türkiye's ecological conditions via GC-MS technique. *Akademik Ziraat Dergisi*, 11(1), 117-124.
- Vujić, B., Vidaković, V., Jadranin, M., Novaković, I., Trifunović, S., Tešević, V., & Mandić, B. (2020). Composition, antioxidant potential, and antimicrobial activity of *Helichrysum plicatum* DC. various extracts. *Plants*, 9(3), 337.
- Yan, Y. Y., Wang, Y. W., Chen, S. L., Zhuang, S. R., & Wang, C. K. (2013). Anti-inflammatory effects of phenolic crude extracts from five fractions of *Corchorus Olitorius* L. *Food chemistry*, 138(2-3), 1008-1014.
- Yücel Şengün, İ., & Gargi, A. (2020). Comparative study of total phenolic contents, antioxidant and antimicrobial activities of different extracts of *Corchorus olitorius* L. growing in North Cyprus. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 13(3), 298-304.
- Wang, S. Y. J. A. Bunce, & J. L. Maas, (2003). Elevated carbon dioxide increases contents of antioxidant compounds in fieldgrown strawberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(15), 4315-4320.
- Yamagata, K., Izawa, Y., Onodera, D., & Tagami, M., (2018). Chlorogenic acid regulates apoptosis and stem cell marker-related gene expression in A549 human lung cancer cells. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 9(19), 441.
- Zengin, G., Sarikurkcu, C., Aktumsek, A., Ceylan, R., & 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