



Alyssum filiforme Bitkisinin Antimikrobiyal, Antibiyofilm, Antioksidan Aktivitesinin ve Fenolik Profilinin Belirlenmesi

İlayda Orçan^{1*}, Ali Savaş Bülbül², Yakup Kara³

¹ Biyoloji Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye

² Acil Yardım ve Afet Yönetimi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bayburt Üniversitesi, Bayburt, Türkiye

³ Kimya Bölümü, Fen Fakültesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 17.03.2022

Kabul: 31.08.2022

Yayın: 05.03.2023

Araştırma Makalesi

Öz – Bakteriler antibiyotiklere ve türevlerine karşı günden güne direnç kazanmaktadır ve bu küresel bir sorun haline gelmektedir. Bitkilerde bulunan sekonder metabolitlerin (fenolik bileşikler, flavonoidler, alkaloidler gibi) antioksidan ve antimikrobiyal gibi çeşitli aktiviteleri sebebiyle bu küresel sorunun önüne geçilebileceği düşünülmektedir. Bu kapsamda çeşitli çalışmalar yapılmış ve halen de yapılmaktadır. Bitkisel kaynaklardan antioksidan, antimikrobiyal ve anti-biyofilm gibi etki gösteren bileşenlerin belirlenmesi ile antibiyotik ve türevlerine karşı oluşan direnç aşılabilir. B vitamini ve magnezyum açısından zengin olan Brassicacea ailesinin bir üyesi de *Alyssum filiforme* türüdür. *Alyssum filiforme* bu kapsamda değerlendirilebilecek potansiyele sahip bir endemik türdür. Bu çalışmada; endemik olarak yetişen türün antimikrobiyal, anti-biyofilm, antioksidan ve RP-HPLC-PDA ile fenolik profili belirlendi. Elde edilen ekstre antimikrobiyal aktivite için Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MIC) ve Minimum Bakterisidal Konsantrasyonu (MBC) yöntemleri uygulandı, antioksidan aktiviteyi belirlemek için ise 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikalini temizleme aktivitesi ve demir indirgeme antioksidan güç (FRAP) metodları kullanıldı. Biyofilm oluşumunu önlemedeki etkinliği gözlemleyebilmek için kristal viyole bağlama yöntemi kullanıldı. Tüm bakterilerde olumlu sonuçlar elde edildi. FRAP ve DPPH sonuçları sırasıyla 13.070 µmol FeSO₄.7H₂O/g ve SC₅₀ 5.190 mg/ml olarak belirlendi. Elde edilen fenolik analiz sonucunda bitkinin kafeik asit ve krisin yönünden zengin olduğu bulundu. Elde edilen sonuçlar ışığında *Alyssum filiforme* türünün sağlık açısından değerli bir tür olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler – *Alyssum filiforme*, antibakteriyel, antibiyofilm, antioksidan, fenolik bileşikler

Determination of Antimicrobial, Antibiofilm, Antioxidant Activity and Phenolic Profile of *Alyssum filiforme*

¹ Biyoloji Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye

² Acil Yardım ve Afet Yönetimi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bayburt Üniversitesi, Bayburt, Türkiye

³ Kimya Bölümü, Fen Fakültesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye

Article History

Received: 17.03.2022

Accepted: 31.08.2022

Published: 05.03.2023

Research Article

Abstract – Bacteria are gaining resistance to antibiotics and their derivatives day by day, and this is becoming a global problem. It is thought that this global problem can be prevented due to the antioxidant and antimicrobial activities of the secondary metabolites (phenolic compounds, etc.) found in plants. In this context, various studies have been carried out. Resistance to antibiotics and their derivatives can be overcome by identifying components that act as antioxidants, antimicrobials, and anti-biofilms from plant sources. *Alyssum filiforme* is a member of the Brassicacea family, which is rich in B vitamins and magnesium. *Alyssum filiforme* is an endemic species with the potential to be evaluated in this context. In this study, the antimicrobial, anti-biofilm, antioxidant, and phenolic profile of the endemic *Alyssum filiforme* species was determined by RP-HPLC-PDA. Minimum Inhibition Concentration (MIC) and Minimum Bactericidal Concentration (MBC) methods were applied for the antimicrobial activity of the obtained extract, and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH) radical scavenging activity and iron reducing antioxidant power (FRAP) were used to determine the antioxidant activity. To observe the effectiveness in preventing biofilm formation, the crystal violet bonding method was used, and positive results were obtained in all bacteria. FRAP and DPPH results were determined as 13.070 µmol FeSO₄.7H₂O/g and SC₅₀ 5.190 mg/ml, respectively. As a result of the obtained phenolic analysis, it was found that the plant is rich in caffeic acid and chrysin. In the light of the results obtained, *Alyssum filiforme* is thought to be a valuable species in terms of health.

Keywords – *Alyssum filiforme*, antibiofilm, antibacterial, antioxidant, phenolic compounds

¹ ilaydaa.orcan.8@gmail.com

² alisavasbulbul@bayburt.edu.tr

³ yaakupkara@gmail.com

*Sorumlu Yazar

1. Giriş

Hastalıktan korunma ve tedavide bitkilerin kullanım geçmişi çok uzun yıllara dayanmaktadır. Tarihte sağlık materyalinin bilinen en eski örneklerini bitkiler, birçok hayvansal ürünler, mantarlar gibi doğal ürünler oluşturmaktadır (Altundağ ve Aslım, 2005). Önceki yıllarda çoğu uygarlıklar bu ürünleri hastalık tedavisi ve ilaç kaynağı olarak kullanmışlardır. Dünya Sağlık Örgütü'nün elde etmiş olduğu verilere göre dünyadaki nüfusun büyük çoğunluğu bitki kaynaklı ilaçları sağlık açısından daha güvenli bulmaktadır.

Hardalgiller (Brassicaceae) ailesi dünya genelinde yaklaşık 340 cins ve 3350 türle çok geniş bir yayılım göstermektedir. Bu bitki ailesi ekonomik açıdan öneme sahip birçok yem, tohum ve çeşni bitki türünü içermektedir. Aynı zamanda *Brassicaceae* ailesi B vitaminleri ve magnezyum açısından zengin bir türdür. Bu ailenin bir üyesi olan *Alyssum filiforme* çok yıllık otsu endemik bir türdür. Türkiye'de yaklaşık 43 türe sahiptir ve genellikle *Alyssum* türleri kuraklığa dayanıklıdır. *Alyssum filiforme* Nyar. Türkiye'de Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgesinde yayılış göstermektedir. Yaygın olarak "tellikeyke" adı ile bilinmektedir.

Günümüzde bakterilerin antibiyotikler üzerinde önemli güce sahip olduğu bilinmektedir ve çeşitli hastalıklara neden olan bakterilere karşı antibiyotikler artık tek başına yetememekte ve bu sebepten dolayı alternatif yollar aranmaktadır. Bitkilerin yapısındaki sekonder metabolitler sayesinde bu sorunun önüne geçilebilir (Haşimi vd., 2015). Bakteriyel biyofilmler çeşitli gıda maddelerinde, sulara, klinik yerlerde sağlık riskleri oluşturur. Biyofilmler mikroorganizmalara antimikrobiyal direnç sağladıklarından dolayı ciddi sorun oluşturmaktadır (Bazargani ve Rohloff, 2016).

Bitkisel kaynaklardaki antioksidan ve antimikrobiyal etki gösteren bileşenlerin belirlenmesine yönelik çeşitli çalışmalar mevcuttur (Kırca vd., 2007; Tomaino vd., 2005; Yetgin vd., 2017). Enfeksiyonel kaynaklı mikroorganizmalara karşı bazı bitkilerin antimikrobiyal özellik gösterdiği çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (Avşar vd., 2016). Bitkilerin antioksidan kapasitesinden başta fenolik bileşikler sınıfındaki sinnamik asit ve türevleri, flavonoidler, tokoferoller, kumarinler ve fenolik asitler sorumludur (Moure vd., 2001; Yıldız vd., 2017). Bu bileşenlerin oksidasyona karşı organizmayı koruduğu bilinmektedir. Günümüzde doğal antioksidan kaynaklarından biri olan bitkilerin kullanımını sentetik antioksidan kullanımından daha fazla olmaya başlamıştır (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2013).

Bu çalışmada endemik *Alyssum filiforme* bitkisinin kök üstü kısımları kullanılarak MIC, MBC, antibiyofilm ve bitkinin antioksidan aktivitesi ve fenolik profili belirlenerek literatüre katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan *Alyssum filiforme* endemik bitkisi Kahramanmaraş Tevekkeli köyünden toplanmıştır. Kullanılan mikroorganizmalar ise Bartın Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Laboratuvarından temin edilmiştir.

2.1. Bitki Özütünün Hazırlanması

Alyssum filiforme endemik bitkisinin yaprak ve gövde kısmı sıvı azot yardımıyla havanda ezilerek öğütüldü. Öğütülen bitki örneğinden 15 g tartılıp 150 ml saf metanol kullanılarak soxhlet cihazında 4-6 saat aralığında ekstraksiyon işlemine tabii tutuldu (Tunç vd., 2014) (Şekil 1). Ardından Whatman No.1 filtre kâğıdı ile süzme işlemi yapıldı ve çözücüyu uçurmak için rotari evaporatör kullanıldı ve kuruması için 37 °C'de etüve kaldırıldı. Etüvden çıkarılan bitki örneği çalışmalarda kullanılmak üzere +4 °C'de saklandı.



Şekil 1. Bitki örneğinin ekstraksiyon işlemi ve Rotary evaporatör

2.2. Antibakteriyel Aktivite

Çalışmada antibakteriyel aktivite hastane patojeni *Entorobacter aerogenes* (ATCC 13048), *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter durans*, *Bacillus subtilis* (DSMZ 1971), *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) bakterileri üzerinde mikrodilüsyon yöntemi ile MIC değeri belirlendi. Ardından MBC değeri Müeller Hinton Agar besiyerinde belirlendi.

Minimum inhibisyon konsantrasyonu 96 kuyucuklu mikropilaka ile belirlendi. Tüm kuyucuklara ilk olarak 100 µl LB broth konulmuştur. Ardından 100 µl hazırlanan bitki ekstratlarından sadece ilk kuyucuklara konulup pozitif ve negatif kontrol hariç diğer kuyucuklara seri dilüsyon yapılmıştır. Son olarak negatif kontrol hariç tüm kuyucuklara 10 µl bakteri konulup 37 °C’de 18-24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda 550 nm ve 600 nm de ölçüm yapılmıştır.

Minimum inhibisyon konsantrasyonu belirlendikten sonra minimum bakterisidal konsantrasyonu mikro-plaka üzerinde bulanık olmayan kuyucuklar tespit edilip MHA besiyeri üzerine öze yardımıyla ekimi yapıldı ve 18-24 saat inkübasyona bırakıldı. Süre sonunda bakterilerin %99.9’unu öldüren MBC değeri belirlendi.

2.3. Antibiyofilm Aktivite

İnkübasyona bırakılan mikropilakanın 48 saat sonunda antibiyofilm aktivitesi belirlendi. Mikropilaka tamamen boşaltılıp distile su ile 2-3 defa yıkandı ve kurumaya bırakıldı. Kuruyan mikropilakaya önce %95’lik metanol eklenip 15 dk fiksasyon yapıldı ve süre sonunda metanol boşaltılıp kurumaya bırakıldı daha sonra kuruyan mikropilakaya %0.1’lik kristal viyole eklenerek 10 dk fiksasyona bırakıldı. Fiksasyon sonrasında kristal viyole boşaltılıp 2-3 defa distile su ile yıkandı ve sonrasında kurutuldu. Kuruyan kuyucuklara tutunan bakterilerin kaldırılması için gram pozitif bakterilerin olduğu kuyucuklara glasiyel asetik asitin %33’lük çözeltisinden, gram negatif bakterilerin olduğu kuyucuklara ise %95’lik etanol eklenip 15 dk beklendi. Süre sonunda mikropilakanın OD değeri spektrofotometre de 600 nm de ölçüldü ve pozitif kontrole göre biyofilm yüzdeleri hesaplandı.

2.4. Antioksidan Aktivite

2.4.1. Toplam Fenolik Bileşen Tayini

Yöntem, örneklerin içerdiği fenolik bileşenler ile Folin Ciocalteu reaktifi arasında oluşan renkli kompleksin absorbansının ölçülmesi esasına dayanmaktadır (Singleton vd., 1999). Reaksiyon sonunda, koyu mavi renkli kompleks 760 nm’de maksimum absorbans oluşturur. Çalışmada gallik asit farklı konsantrasyon aralığında çalışılarak standart kalibrasyon eğrisi oluşturuldu ve bu eğriden faydalanılarak örnekteki fenolik madde miktarı mg gallik asit eşdeğeri (mgGAE/g) olarak ifade edildi.

2.4.2. Toplam Flavonoid Bileşen Tayini

Örneğin toplam flavonoid madde miktarı Fukumoto ve Mazza (2000)’ya göre yapıldı. Standart kalibrasyon eğrisi elde etmek için standart olarak kuersetin farklı konsantrasyon aralığında çalışıldı. Standart kalibrasyon eğrisinden faydalanılarak örneğin flavonoid içeriği belirlendi. Sonuç mg kuersetin eşdeğeri (mgQE/g) olarak ifade edildi.

2.4.3. Demir(III) İndirgeme-Antioksidan Güç, FRAP Tayini

FRAP metodu (Fe(III)-TPTZ- 2,4,6-tris (2-pyridily)-S-triazin)'in Fe(II)-TPTZ indirgenmesi esasına dayalı kullanılan antioksidan yöntemidir. Yöntemin esası 593 nm'de absorbans yapan mavi renkli kompleks oluşmasına dayanmaktadır (Benzeie ve Strain, 1999). Çalışmada standart olarak FeSO₄.7H₂O'un değişen konsantrasyonları kullanılarak standart kalibrasyon eğrisi oluşturuldu. Akabinde örnekten 50 µL ve taze olarak hazırlanmış FRAP reaktifinden 1.5 mL karıştırıldı. Dört dakika inkübe edildikten sonra 593 nm'de absorbans okuması yapıldı. Sonuç FeSO₄.7H₂O'la karşılaştırılmalı olarak bulundu ve µM FeSO₄.7H₂O eşdeğeri antioksidan güç şeklinde ifade edildi.

2.4.4. DPPH• Radikali Temizleme Aktivitesi Tayini

2,2-difenil-1-pikrilhidrazil radikali (DPPH•) ticari olarak temin edinilebilen bir radikal olup, çalışmada metanol de hazırlanmış 100 µM'lık çözeltisi kullanıldı. Molyneux (2004) tarafından belirtilen yöntemle göre aktivite belirlendi. Hazırlanan ekstraktan ve DPPH radikalinden eşit hacimde karıştırılıp 25°C'de 50 dk inkübasyona bırakıldı. Süre sonunda örnek tüplerinin 517 nm'de absorbans ölçümleri yapıldı. Maksimum absorbansın yarıya gelen numune konsantrasyonunu ifade eden SC₅₀ değerleri mg/ml cinsinden hesaplandı.

2.4.5. RP-HPLC-PAD ile Fenolik Bileşen Analizi

Fenolik bileşenlerin analizi için RP-HPLC-PDA sistemi (LC 20 AT Shimadzu) kullanıldı. Analizde ODS C18 (250 mm x 4.6 mmx 5 µm)kolonu kullanıldı (Thermo Scientific, USA). Çalışılan metod da elüsyon gradient program olarak %2'lik asetik asit-su (A) ve %70'likasetonitril-su (B) mobil fazının değişen oranları kullanılarak 1 ml/dk akış hızıyla analiz yapıldı. Analiz süresince Can ve Baltaş (2016) tarafından oluşturulan gradient metodu kullanıldı.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada kullanılan bitki ekstraktlarının antibakteriyal aktivite sonucu Tablo 1'de gösterilmiştir. Bitki ekstraktının hazırlanan konsantrasyonlar da ve çeşitli bakteriler üzerinde farklı orana sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 1

Minimum inhibisyon konsantrasyonu ve minimum bakterisidal konsantrasyon

Mikroorganizma	MIC	MBC
E. aerogenes	20 mg/ml	-
K. pneumoniae	10 mg/ml	20 mg/ml
E. durans	20 mg/ml	-
B. subtilis	10 mg/ml	20 mg/ml
S. aureus	10 mg/ml	20 mg/ml
S.typhimurium	5 mg/ml	10 mg/ml

Özay (2015) yapmış olduğu çalışmasında, 10 adet *Alyssum* türünün biyolojik aktivitesini araştırmış ve test edilen bakterilerden *B.subtilis* bakterisine karşı etkili olduğunu tespit etmiştir. Çalışmamızın literatürde ki bu çalışma ile uyum içinde olduğu gözlenmektedir. Çalışmamızdaki MIC sonuçları literatür ile kıyaslandığında *Alyssum filiforme* türünün antibakteriyal aktivitesinin daha yüksek olduğu görülmektedir Özay (2015). Anadolu florasında bulunan *Alyssum* türleri ile yapılan antibakteriyal ve antibiyofilm aktivite sonucuna bakıldığı zaman *A. filiforme* bitkisine kıyasla daha az aktivite gösterdiği görülmüştür. (Arslan, 2019) Bu sonuçlar doğrultusunda *Alyssum filiforme* bitkisinin çeşitli hastalıklara neden olan bu bakterilere karşı bir ajan olacağı yaptığımız çalışma ile desteklenmektedir.

Tozyılmaz vd., (2020) *Alyssum* türüne ait 3 endemik bitkide yapmış olduğu bir çalışmada MIC, MBC sonuçlarına göre daha düşük konsantrasyonda *K.pneumoniae* ve *B.subtilis* bakterileri üzerinde *Alyssum filiforme* türünün daha yüksek antibakteriyal etki gösterdiğini fakat *E. aerogenes* ve *E. durans* bakterileri üzerinde herhangi bir etki göstermediğini bildirmişlerdir. Bu da *Alyssum* türlerinin hepsinin aynı sonucu vermediğini ve

farklı türlerin farklı hastalık yapan bakteriler üzerinde etkisi olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda antibiyofilm etkisi daha düşük konsantrasyonda bile tüm bakteriler için kıyaslandığı zaman *Alyssum filiforme* bitkisinde daha yüksektir.

Bakteriyel antibiyofilm aktivite sonuçları Tablo 2’ de gösterilmiştir ve çalışılan tüm bakterilerde biyofilm oluşumunu inhibe edici etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Biyofilm oluşumu engelleyen en yüksek sonuç *S.aureus* bakterisinde görülmüştür.

Tablo 2

Antibiyofilm aktivite yüzdeleri

Mikroorganizma	20 (mg/ml)	10 (mg/ml)	5 (mg/ml)	2.5 (mg/ml)	1.75 (mg/ml)
<i>E. aerogenes</i>	26.3	19.3	16.6	---	---
<i>K. pneumoniae</i>	31.4	29.2	28.5	27.1	11.4
<i>E. durans</i>	57.7	51.81	18.8	16.9	12.3
<i>B. subtilis</i>	57.3	10	---	---	---
<i>S. aureus</i>	79.8	75.7	74.8	73.9	68.5
<i>S.typhimurium</i>	41.8	38.8	38.1	18.4	----

Bitki ekstraktına ait antioksidan sonuçlar Tablo 3’te verilmiştir. *Alyssum filiforme* örneğinde yüksek oranda antioksidan kapasite ve aktivite gözlenmiştir. *A.filiforme* bitkisinin toplam fenolik bileşen miktarı 1.925 mg GAE/g numune olarak, toplam flavonoid bileşen miktarı ise 0.166 mgQE/g olarak belirlendi. Antioksidan aktiviteyi belirleyebilmek adına FRAP Fe⁺³ indirgeme kapasitesi ve radikal süpürme aktivitesi olarak da DPPH testi yapıldı. Bitkinin SC₅₀ değeri troloks standardına göre değerlendirildiğinde 5.190 mg/ml olarak tespit edildi. FRAP değeri de 13.070 µmolFeSO₄.7H₂O/g olarak tespit edildi.

Tablo 3

Alyssum filiforme örneğine ait antioksidan sonuçları

Örnek	TP(mgGAE/g örnek)	TF(mgQE/g örnek)	FRAP(µmolFeSO ₄ .7H ₂ O/g)	DPPH mg/ml	SC ₅₀
<i>A.filiforme</i>	1.925±0.090	0.166±0.016	13.070±0.080	5.190±0.028	
Troloks				0.004±0.001	

*Troloks: DPPH testinde kullanılan standart

Bitkilerin bu denli zengin etki yelpazesine sahip olması bitkisel örneklerdeki araştırmaları arttırmaktadır. Antibiyotik ve antimikrobiyal etkinin yanı sıra antioksidan etki sayesinde dokulardaki oksidatif hasarın önüne geçildiğine yönelik çalışmalar bildirilmektedir (Rakhimzhanova vd., 2018; Akarca ve Tomar, 2019; Düzgüner ve Erbil, 2020). Bu çalışmaların bazılarında kronik ve akut yaralanmalarda önemli sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir. (Kumar vd., 2007; Khalil vd., 2007; Demirbaş, 2021). Çanakale florası üzerinde yapılan bir çalışmada çeşitli bitkilerin sap, tohum, çiçek ve yaprakları kullanılarak hazırlanan örnekler antioksidan ve antimikrobiyal açıdan incelenmiş ve yüksek antioksidan güce sahip olduğu görülmüştür (Kırca vd., 2007).

Shan vd. (2007) yapılan bir çalışmada çeşitli bitki ve baharatların antibakteriyel ve antioksidan etkileri incelenmiş ve antioksidan değerleri ile antibakteriyel içerikleri arasında yüksek oranda ilişki olduğu bildirilmiştir. Demir vd. ve Durmaz vd. tarafından yapılan çalışmalarda ise bitki ekstraktından ki antioksidan ve antimikrobiyal etkinin örneklerdeki yoğun fenolik bileşen kompozisyonundan ileri geldiği bildirilmiştir.

Fenolik asitler son yıllarda kanser ve çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılabilirmeleri ile üzerinde çok fazla çalışma yapılan bileşiklerdendir. Anti-alerjik, antioksidan, antitrombotik (kan pıhtılaşmasını engelleyici), anti-inflamatuar (iltihap oluşumunu önleyici), antimikrobiyal ve vasodilatory (damar genişletici) gibi çeşitli etkileri olduğu bildirilmiş ve bu etkilerinin temelinde antioksidan özelliğinin yattığı rapor edilmiştir (Balasundram vd., 2006). Literatürde bazı çalışmalarda, antioksidan aktivite ile fenolik bileşenler arasında ilişki olduğu belirtilmektedir (Andarwulan vd., 1999). Bu bakımdan çalışmada antioksidan aktivitesi belirlenen bitkinin fenolik içeriği, 25 farklı fenolik standardın analizinin yapılabildiği RP-HPLC-PDA sistemi ile çalışıldı. Bitkide kafeik asit ve krisin dışında fenolik asit belirlenemedi (Tablo 4). *Brassicaceae* familyasına ait *Isatistinctoria L.* bitkisinin HPLC-PDA-ESI-MS ile fenolik bileşenleri belirlenmiş ve kafeik asit, ferulik asit veluteolin tespit edilmiştir (Taviano vd., 2018). Mevcut çalışmamızda da kafeik asit standardı belirlenmiş olup literatürdeki çalışma ile benzerlik göstermektedir. Sinamik asit türevlerinden olan kafeik asitin anti-inflamatuar, antibakteriyel, antioksidan, antikanser, antidiyabetik ve antibiyofilm gibi çeşitli aktiviteye sahip olduğu çalışmalarda

gösterilmiştir (Kot vd., 2015; Matejczyk vd., 2017; Min vd., 2018). Çalışmamızda da bitkide majör bileşen olarak kafeik asit tespit edilmiş olup, bitkinin antibiyofilm aktivitesinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Bitkide tespit edilen flavonoid grubundan krisin çoklu biyolojik özelliklere sahiptir. Yapılan çalışmalarda krisinin antikanser aktivitede etkili olduğu belirtilmiştir (Samarghandian vd., 2011). Mevcut çalışmamızda da örnek tekrisin tespit edilmiş olup bu bitkinin antikanser aktiviteye sahip olabileceği düşünülebilir.

Tablo 4

Alyssum filiforme örneğinin fenolik profili

Standart	$\mu\text{g fenolik/ g ekstrak}$
Kafeik asit	18.12
Krisin	0.95

4. Sonuç

Son zamanlarda bakterilerin antibiyotikler üzerindeki üstünlüğü yeni arayışlar doğurmuştur ve bu da doğal kaynaklardan elde edilen ajanların kullanımını gündeme getirmiştir. Yapılan çeşitli çalışmalarda bitkilerin antimikrobiyal ve antibakteriyal özellikleri araştırılmaktadır (Baran, 2019). Elde edilen sonuçlar doğrultusunda bitkilerin çevreci olması, doğal olması, sağlık açısından bir tehdit oluşturmaması ve ekonomik olmasından dolayı antimikrobiyal ve antibakteriyal ajan olarak kullanılması önerilebilir. Bitkisel ürünler, metabolizmada zararlı kalıntı bırakmamasının yanı sıra antimikrobiyal, antibiyotik ve antioksidan gibi pek çok yararlı etkisinin olması ile sağlıklı yaşam için önemli bir rol üstlenmektedir. Bu çalışma ile *Brassicaceae* ailesinin önemli bir üyesi olan *Alyssum filiforme* bitkisinin biyolojik aktivitesi incelenmiştir. Elde edilen bulgular ışığında *Alyssum filiforme* türünün ekonomik olduğu ve sağlık açısından geniş bir yelpazeye hitap edebileceği düşünülmektedir. Bu verilere göre yüksek antimikrobiyal ve antibakteriyal etkiye sahip olduğu görülmüştür. Düşük konsantrasyonlarda dahi antibiyofilm oluşturma kapasitesine sahip ve antioksidan açıdan da değerli bir örnek olduğu gözlemlenmiştir. Yapısında fenolik asitlerden krisin bulundurması antikanser çalışmaları için potansiyelinin araştırılabileceğini göstermektedir. Çeşitli kanser türleri üzerine yeni çalışmalar tasarlanabilir.

Teşekkür

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 2021/3-12 YLS.

Yazar Katkıları

İlayda Orçan: Veri toplamış, analizini yapmıştır ve çalışmanın istatistiksel analizlerini yapmış, makaleyi yazmıştır.

Ali Savaş Bülbül: Analizi planlamış ve tasarlamıştır.

Yakup Kara: Çalışmanın antioksidan ve fenolik bileşen analizini yapmış ve makaleyi yazmıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Akarca, G., & Tomar, O. (2019). Afyonkarahisar ili çevresinde yetişen ve halk tarafından tüketilen bazı yabancı bitkilerin antioksidan ve antimikrobiyal etkileri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (15), 259-268. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/662824>
- Altundağ, Ş., & Aslım, B. (2005). Kekiğin bazı bitki patojeni bakteriler üzerine antimikrobiyal etkisi. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 3(7), 12-14. Erişim adresi: <http://eskisite.mikrobiyoloji.org/pdf-ler/702050702.pdf>
- Andarwulan, N., Fardiaz, D., Wattimena, G. A., & Shetty, K., (1999). Antioxidant activity associated with lipid and phenolic mobilization during seed germination of *Pangium edule* Reinw. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 3158-3163. Erişim adresi: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf981287a>
- Arslan, A. (2019). Anadolu florasına ait bazı *Alyssum L.* türlerinin polen, tohum, meyve morfolojileri ve antimikrobiyal, antibiyofilm aktivitesinin incelenmesi (Master's thesis, Bartın Üniversitesi). Erişim adresi: <https://acikerisim.bartın.edu.tr/bitstream/handle/11772/1873/adnan%20arslan.pdf?sequence=1>

- Avşar, C., Keskin, H., & Berber, İ. (2016). Hastane infeksiyonlarından izole edilen mikroorganizmalara karşı bazı bitki ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi. *Int. J. Pure Appl. Sci*, 2(1), 22-29. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijpas/issue/24478/259426>
- Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99:191-203. Erişim adresi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814605006242>
- Baran, F. M. (2019). Prunus avium kiraz yaprağı özütü ile gümüş nanopartikül (AgNP) sentezi ve antimikrobiyal etkisinin incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 10(1), 221-227. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/dumf/article/487255>
- Bazargani, M. M., & Rohloff, J. (2016). Antibiofilm activity of essential oils and plant extracts against Staphylococcus aureus and Escherichia coli biofilms. *Food Control*, 61, 156-164. Erişim adresi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713515302152?via%3Dihub>
- Benzeie, I.F.F., Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Journal Analytical of Biochemistry*, 239, 70-76. Erişim adresi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8660627/>
- Can, Z., & Baltas, N. (2016). Bioactivity and enzyme inhibition properties of Stevia rebaudiana. *Current Enzyme Inhibition*, 12(2), 188-194. Erişim adresi: <https://www.ingentaconnect.com/content/ben/cei/2016/00000012/00000002/art00014>
- Demir, T., Akpınar, Ö., Haki, K., & Güngör, H. (2019). Nar (Punica granatum L.) kabuğunun in vitro antidiyabetik, antiinflamatuvar, sitotoksik, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi. *Akademik Gıda*, 17(1), 61-71. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/akademik-gida/article/544647>
- Demirbaş, Ş. (2021). Liliu candidum L. ekstraktları üzerinde antioksidan, histo-biyokimyasal ve içerik aydınlatma çalışmaları (Yüksek lisans tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Durmaz, H., Hülül, M., & Çelik, H. (2018). Meyan (Glycyrrhiza glabra L.) Bitkisinin Antibakteriyel ve Antioksidan Aktiviteleri. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 7, 37-41. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/huvfd/issue/41493/501426>
- Düzgüner, V., & Erbil, N. (2020). Ardahan Yöresinde Yetişen Kılıç Otu Bitkisinin (Hypericum perforatum) Antimikrobiyal ve Antioksidan Etkilerinin Araştırılması. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(1), 27-31. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/turkjans/article/679896>
- Esra, U. C. A. R., Köse, E. O., ÖZYİĞİT, Y., & TURGUT, K. (2015). Bazı tıbbi ve aromatik bitkilerde esansiyel yağların antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(2), 118-124. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/308658>
- Faydaoğlu, E., & Sürücüoğlu, M. (2013). Tıbbi Ve Aromatik Bitkilerin Antimikrobiyal, Antioksidan Aktiviteleri Ve Kullanım Olanakları. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 233-265. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/erzifbed/issue/6027/80707>
- Fukumoto, L.R. ; Mazza G. (2000). Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 48, 3597-3604. Erişim adresi: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf000220w>
- Haşimi, N., Kızıl, S., & Tolan, V. (2015). Rezene ve adaçayı uçucu yağlarının antimikrobiyal aktivitesi üzerine bir araştırma. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 5(2), 227-235. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/313360>
- Khalil, E. A., Afifi, F. U., & Al-Hussaini, M. (2007). Evaluation of the wound healing effect of some Jordanian traditional medicinal plants formulated in Pluronic F127 using mice (Mus musculus). *Journal of ethnopharmacology*, 109(1), 104-112. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.07.010>
- Kırca, A., Bilişli, A., Demirel, N. N., Turhan, H., & Arslan, E. (2007). Çanakkale florasındaki bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri. *Tübitak Proje*, (104). Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/erzifbed/issue/6027/80707>
- Kot, B., Wicha J, Piechota M, Wolska K, Gruzewska A, (2015). Antibiofilm activity of trans-cinnamaldehyde, p-coumaric, and ferulic acids on uropathogenic Escherichia coli. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 45(4), 919-924. Erişim adresi: <https://journals.tubitak.gov.tr/medical/abstract.htm?id=16533>
- Kumar, B., Vijayakumar, M., Govindarajan, R., & Pushpangadan, P. (2007). Ethnopharmacological approach to wound healing—exploring medicinal plants of India. *Journal of ethnopharmacology*, 114(2), 103-113. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.08.010>

- Matejczyk M, Świsłocka R, Golonko A, Lewandowski W, Hawrylik E, (2018). Cytotoxic, genotoxic and antimicrobial activity of caffeic and rosmarinic acids and their lithium, sodium and potassium salts as potential anticancer compounds. *Advances in Medical Sciences*, 63(1), 14-21. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.advms.2017.07.003>
- Min J, Shen H, Xi W, Wang Q, Yin L, Zhang Y, Wang ZN, (2018). Synergistic anticancer activity of combined use of caffeic acid with paclitaxel enhances apoptosis of non-small-cell lung cancer H1299 cells in vivo and in vitro. *Cellular Physiology and Biochemistry*, 48(4), 1433-1442. Erişim adresi: <https://www.karger.com/Article/Abstract/492253>
- Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 26, 211–219. Erişim adresi: <https://www.researchgate.net/publication/237620105>
- Moure, A., Cruz, J. M., Franco, D., Domínguez, J. M., Sineiro, J., Domínguez, H., ... & Parajó, J. C. (2001). Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry*, 72(2), 145-171. Erişim adresi: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00223-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00223-5)
- Özay, C. (2015). Ege Bölgesindeki bazı *Alyssum L.* taksonlarının biyolojik aktivitelerinin incelenmesi ve aktif bileşenlerinin karakterizasyonu (Doktora tezi).
- Rakhimzhanova, A., Kılınçarslan, Ö., & Mammadov, R. (2018). Stellaria media ekstraktlarının antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi ve fenolik bileşenlerinin karakterizasyonu. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(2), 165-173. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/ordubtd/issue/42031/505984>
- Samarghandian, S., Afshari, J. T., & Davoodi, S. (2011). Chrysin reduces proliferation and induces apoptosis in the human prostate cancer cell line pc-3. *Clinics*, 66(6), 1073-1079. Erişim adresi: <https://www.scielo.br/j/clin/a/KKS4gNtfLkMdT9RZzbwRkJF/?format=pdf&lang=en>
- Shan, B., Cai, Y., Brooks, J.D. and Corke, H. (2007). The in vitro antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts. *International Journal of Food Microbiology*, 117: 112-119. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.03.003>
- Singleton V.L., Orthofer R. ve Lamuela-Raventos R.M., (1999). Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent, *Methods in Enzymology*, 299, 152-178. Erişim adresi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0076687999990171>
- Taviano, M. F., Filocamo, A., Ragusa, S., Cacciola, F., Dugo, P., Mondello, L., ... & Miceli, N. (2018). Phenolic profile, antioxidant and cytotoxic properties of polar extracts from leaves and flowers of *Isatis tinctoria L.* (Brassicaceae) growing in Sicily. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 152(4), 795-803. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1080/11263504.2017.1338629>
- Tomaino, A., Cimino, F., Zimbalatti, V., Venuti, V., Sulfaro, V., De Pasquale, A. and Saija, A. (2005). Influence of heating on antioxidant activity and the chemical comparison of some spice essential oils. *Food Chemistry*, 89, 549-554. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.011>
- Tozylmaz, V., Bülbül, A. S., & Ceylan, Y. C. (2021). Determination of antimicrobial, antioxidant and antibi-film activity of some *Alyssum L.* species in Anatolian flora. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(4), 715-724. Erişim adresi: <http://dogadergi.ksu.edu.tr/en/download/article-file/1356582>
- Tunç, İ., Çalışkan, F., Özkan, G., & Karacabey, E. (2014). Mikrodalga Destekli Soxhlet Cihazı ile Fındık Yağı Ekstraksiyonunun Yanıt Yüzey Yöntemi ile Optimizasyonu. *Akademik Gıda*, 12(1), 20-28. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/akademik-gida/issue/55791/763724>
- Uçar, E., Köse, E. O., Özyıldırım, Y., & Turgut, K. (2015). Determination of antimicrobial activity of essential oils in some medicinal plants. *Ziraat Fakültesi Dergisi-Süleyman Demirel Üniversitesi*, 10(2), 118-124.
- Yetgin, A., Şenturan, M., Benek, A., Efe, E., & Canlı, K. (2017). *Pterigynandrum* filiforme Hedw. türünün antimikrobiyal aktivitesinin belirlenmesi. *Anatolian Bryology*, 3(1), 43-47. Erişim adresi: <https://app.trdizin.gov.tr/makale/TXpFMk1qTXpNdz09>
- Yıldız, S., Gürgen, A., & Can, Z. (2017). Kastamonu ilinden toplanan bazı yabancı mantarların in vitro koşullar altında biyoaktif özellikleri. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(3), 523-530. Erişim adresi: <https://app.trdizin.gov.tr/publication/paper/detail/TWpVNU1EVXdNQT09>