



Alınış tarihi (Received): 04.06.2024

Kabul tarihi (Accepted): 17.07.2024

Vaucheria Frigida (Roth) C. Agardh'ın Antioksidan ve Antibakteriyel Özellikleri

Osman UÇ^{1*}, Köksal PABUÇCU²

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisans Üstü Eğitim Enstitüsü, Taşlıçiftlik Kampüsü, Tokat, Türkiye

²Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Eczacılık Meslek Bilimleri Bölümü, Yalnızbağ Kampüsü, Erzincan, Türkiye

* Sorumlu yazar: biyolog25frz.ou@gmail.com

ÖZET: Bu çalışmada, Dicle Nehri Diyarbakır il sınırları içindeki bentik habitatlardan izole edilen *Vaucheria frigida* (Roth) C. Agardh 1824 (sinonim *Conferva frigida* Roth 1797)'nin antioksidan ve antibakteriyel özellikleri incelenmiş, total fenolik ve flavonoid oranlarına da bakılmıştır. Genellikle tatlı su ekosistemlerinde ve litoral bölgedeki epilithic habitatta yaşayan *V. frigida*'nın total fenolik madde miktarı 42.81 ± 2.79 mg GAE/g Ekstre ve total flavonoid madde miktarı ise 3.62 ± 2.81 mg QE/g Ekstre olarak tespit edilmiştir. Antioksidan analizlerde DPPH (>500 µg/ml) ve ABTS aktivitesi (186.26 µg/ml) Trolox ile karşılaştırıldığında daha az oranda olduğu görülmüştür. FRAP için de durum benzer şekilde düşük (27.5 mgTE/gEkstre) olarak ölçülmüştür. Antibakteriyel analizlerde *V. frigida*'nın Etanol1 (E1) ve Etanol2 (E2) ekstraktlarının, *S. aureus*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *A. baumannii* bakterilerine karşı antibakteriyel aktiviteleri disk difüzyon yöntemiyle incelenmiştir. Antibakteriyel aktivite testlerinde E1 ekstresi için en duyarlı organizma *K. pneumoniae* (14.53 ± 0.5 mm), en dirençli organizma ise *S. aureus* (9.23 ± 0.35 mm) olmuştur. E2 ekstresi için ise, *E. coli* (14.37 ± 0.21 mm) en duyarlı, *A. baumannii* (11.10 ± 0.1 mm) ise en dirençli organizma olarak kaydedilmiştir. Sonuç olarak, *V. frigida*'nın, gelecekte yapılacak farmasötik çalışmalarda kullanılabilir biyoaktif bir organizma potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler- *Vaucheria frigida*, *Conferva frigida*, Dicle Nehri (Diyarbakır), Antioksidan, Antibakteriyel

Antioxidant and Antibacterial Properties of *Vaucheria Frigida* (Roth) C. Agardh

ABSTRACT: In this study, the antioxidant and antibacterial properties of *Vaucheria frigida* (Roth) C. Agardh 1824 (synonym *Conferva frigida* Roth 1797), isolated from benthic habitats within the Tigris River Diyarbakır provincial borders, were examined, and total phenolic and flavonoid ratios were also examined. The total phenolic substance amount of *V. frigida*, which generally lives in freshwater ecosystems and epilithic habitat in the littoral region, was determined as 42.81 ± 2.79 mg GAE/gExtract and the total flavonoid substance amount was 3.62 ± 2.81 mg QE/gExtract. In antioxidant analysis, DPPH (>500 µg/ml) and ABTS activity (186.26 µg/ml) were found to be lower compared to Trolox. For FRAP, the situation was measured to be similarly low (27.5 mg TE/gExtract). In antibacterial analyses, the antibacterial activities of Ethanol1 (E1) and Ethanol2 (E2) extracts of *V. frigida* against *S. aureus*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *A. baumannii* bacteria were examined by disk diffusion method. In antibacterial activity tests, the most sensitive organism for E1 extract was *K. pneumoniae* (14.53 ± 0.5 mm), and the most resistant organism was *S. aureus* (9.23 ± 0.35 mm). For E2 extract, *E. coli* (14.37 ± 0.21 mm) was recorded as the most sensitive organism and *A. baumannii* (11.10 ± 0.1 mm) was recorded as the most resistant organism. As a result, it has been determined that *V. frigida* has the potential to be a bioactive organism that can be used in future pharmaceutical studies.

Keywords- *Vaucheria frigida*, *Conferva frigida*, Tigris River (Diyarbakır), Antioxidant, Antibacterial

1. Giriş

Dicle Nehri; Fırat ırmağı ile birlikte tarihte, Mezopotamya olarak bilinen bölgeyi teşkil eden iki büyük nehirde en doğuda olanıdır. Elâzığ ilinin Sivrice ilçesinden doğan nehir, Irak boyunca devam ederek Fırat Nehri ile birleştikten sonra (Şattülarap) Basra körfezine dökülür (Biricik, 2014). Dicle Nehri, Diyarbakır'da balıkçılık, tarım, turizm ve içme suyu amaçlı olarak kullanılmaktadır (Salih ve Hassan, 2020). Nehrin Diyarbakır il sınırları içinde bulunan segmentindeki alg florası 2010 ve 2018 yıllarında yapılan taksonomik çalışmalarla belirlenmiş, florada ağırlıklı olarak silisli alglerin bulunduğu tespit edilmiştir (Tanrikulu, 2010; Uç, 2018).

Algler, yapılarında yer alan sekonder metabolitlerden dolayı, farmasötik ve ekonomik açıdan değerli organizmalardır. Bu organizmalardan elde edilen yağlar, alginik asit ve türevleri, sekonder metabolitler, vitaminler gibi ürünler, başta eczacılık ve tıbbi bilimler olmak üzere birçok alanda kullanım imkanına sahiptir (Altuner ve ark. 2003).

Alglerin biyolojik aktivitelerinin incelenmesi amacıyla, mikroalg izolasyonu ve kültürü konusundaki çalışmalara olan ilgi, ülkemizde gün geçtikçe artmaktadır (Demiriz, 2008; Kartal ve ark, 2009; Demiriz ve ark. 2011; Pabuçcu ve ark. 2012).

Antioksidanlar, organizmada mevcut olduklarında oksidatif stresin meydana getirdiği hasarı tamir edici biyomoleküllerdir (Dibacto ve ark. 2021). Bunlar aynı zamanda vücudun korunmasına yardımcı olan hidrojen donörleri ve serbest radikal sensörleridir (Parcheta ve ark. 2021). Alglerin fotosentetik pigmentleri arasında yer alan karotenoidler, fotosentezde aksesuar pigmenti olarak Cl-a'ya yardımcı olur. Karotenoidler, ince bağırsakta %5-50 oranında pasif difüzyon ile emilebilmektedir. Bu emilim oranı, diyetdeki yağ miktarıyla bağlantılıdır. Karotenoidler; triplet molekülleri ve ortaklanmamış elektronları bulunmadığından dolayı radikal olamayan ve bir reaktif oksijen molekülü olan singlet oksijeni süpürerek, serbest radikalleri inhibe ederler. Bu nedenle hücrenin oksidatif stresten korunmasına yardımcı olurlar (Gökpınar ve ark. 2006).

Vaucheria türleriyle ilgili yapılan antioksidan ve antibakteriyel bazı çalışmalarda, bu genusa ait taksonların etkili biyolojik aktiviteye sahip olduğu kaydedilmiştir (Vuran ve ark. 2012; Al Knani ve ark. 2023).

Bu çalışmada, *V. frigida*'nın antioksidan özellikleri, total fenolik ve flavonoid içeriği ile antibakteriyel özelliğinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Alglerin Teşhis ve İzolasyonu

V. frigida, Dicle Nehri (Diyarbakır) bentik habitatlarından seçilen istasyonlardan alınmıştır. Bu istasyonlardan 250 ml' lik plastik kaplarla alınan alg örnekleri laboratuvara getirilerek mekanik izolasyon yöntemiyle izole edilmiş ve daha sonra liyofilize edilerek saklanmıştır (Lobban ve ark.1988; Richmound ve Hu, 2013). Alglerin teşhisleri Zeiss Primo Star marka ışık mikroskopunda yapılmış, teşhiste ilgili kaynaklardan istifade edilmiştir (Prescott, 1975; Findlay & Kling, 1979; Canter ve Lund, 1995; Guiry-Guiry 2024).

Antioksidan çalışmalar

DPPH Serbest Radikal Giderme Aktivitesi

V. frigida ekstraktlarının serbest radikal (DPPH) giderme aktiviteleri Blois tarafından rapor edilen yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirildi (Blois, 1958). DPPH (2,2-difenil-1-pikril hidrazil) çözeltisi 0,26 mM konsantrasyonunda metanol ile çözülerek hazırlandı. Test edilecek ekstrakt ve standartların stok çözeltileri (1 mg/mL) hazırlanan stok çözeltilerden tüplere 5, 10, 20, 30, 40, 60, 80 ve 100 µg/mL konsantrasyonlarında belirlendi ve son hacimleri metanol ile 3 ml'ye tamamlanarak üzerine 1 mL DPPH çözeltisi ilave edildi. Son oluşan DPPH'lı test tüpleri bir vorteks ile karıştırılarak karanlık ortamda ve oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyona bırakıldı. Daha sonra, her bir reaksiyon karışımının 517 nm'deki absorbansı ölçüldü ve okunan absorbans değerleri % aktiviteye çevrilip her bir ekstre için IC₅₀ (µg/mL) hesaplanarak bulunan sonuçlar standart trolox ile karşılaştırıldı.

ABTS Katyonik Radikal Giderme Aktivitesi

Ekstraktların katyonik radikal giderme aktiviteleri Re ve arkadaşları tarafından rapor edilen yöntemde bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirildi (Re ve ark. 1999). Buna göre, 0,1 M pH:7.4 fosfat tamponu hazırlandı. 2 mM ABTS çözeltisi ve 2.45 mM Potasyum persülfat çözeltisi 0,1 M pH:7.4 fosfat tamponu ile hazırlanarak bu iki çözelti 1:2 oranında karıştırılarak karanlık ortamda 6 saat bekletildi. Test edilecek bileşik ve standartların 1 mg/mL stok çözeltileri hazırlandı. Tüplere 5, 10, 20, 30, 40, 60, 80 ve 100 µg/mL konsantrasyonlarında numuneler ilave edildi ve son hacimleri fosfat tamponu ile 3 ml'ye tamamlanarak üzerine 1 mL ABTS+• çözeltisi ilave edildi. Tüpler vorteks ile karıştırılarak karanlıkta ve oda sıcaklığında 60 dakika inkübasyona bırakıldı. Bu sürenin sonunda her bir reaksiyon karışımının 734 nm'deki absorbansı ölçüldü ve okunan absorbans değerleri % aktiviteye çevrilip her bir ekstre için IC₅₀ (µg/mL) hesaplanarak bulunan değerler trolox ile karşılaştırıldı.

Ferrik İyonlarını (Fe³⁺) Ferröz İyonlarına (Fe²⁺) İndirgeme Gücü Aktivitesi (FRAP)

FRAP testleri, Oyaizu tarafından yapılan yöntemde bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir (Oyaizu, 1986). 1 mg/mL olarak hazırlanan stok çözeltilerden tüplere 100 µL alınarak fosfat tamponu (0.2 M, pH 6.6) ile hacmi 1.25 mL'ye tamamlandı. Bu karışıma 1.25 mL potasyum ferrik siyanür [K₃Fe(CN)₆] (%1) eklendi, karışım 50 °C'de 20 dakika inkübe edildi. Sonrasında, reaksiyon ortamına sırasıyla %10'luk trikloro asetik asit (TCA) çözeltisinden 1.25 mL ve %0,1'lik FeCl₃ çözeltisinden 0.25 mL eklendi ve karışımın absorbansı 700 nm'de ölçüldü.

Toplam Fenolik Madde Miktarı

Alglerin toplam fenolik madde içeriği spektrofotometrik olarak Folin-Ciocalteu reaktifi ile ölçüldü (Slinkard ve Singleton, 1977). Test edilecek ekstrakt ve standartların 1 mg/mL olacak şekilde stok çözeltileri hazırlandı ve bu çözeltilerden 100 µl alınarak üzerine 4.5 ml distile su eklendi. Karışıma daha sonra 100 µl Folin-Ciocalteu reaktifi ilave edilip 10 dakika oda şartlarında bekletildikten sonra %2'lik Na₂CO₃ çözeltisinden 300 µL ilave edildi. Daha sonra bu karışım vorteks ile karıştırılarak oda şartlarında 120 dakika inkübe edildi ve 760 nm'deki absorbansları spektrofotometrede ölçüldü. Standart olarak kullanılan Gallik Asitin farklı derişimleriyle kalibrasyon eğrisi oluşturulup sonuçlar mg olarak gallik aside eşdeğer fenolik madde/g ekstrakt olarak verildi.

Toplam Flavonoid Miktarı

V. frigida'dan elde edilen ekstraktın toplam flavonoid içeriğine, alüminyum klorür kolorimetrik yöntemiyle bakıldı (Chang ve ark. 2002). Test numunelerinin metanolde 1 mg/mL stok çözeltileri hazırlandı ve tüplere 100 µl alınarak üzerine metanol ilave edildi. Son hacim 4.8 mL'ye tamamlandı. Daha sonra karışıma 1 M NH₄CH₃COO çözeltilisinden 100 µl ile %10'luk AlCl₃ çözeltilisinden 100 µl eklenip vorteksledi. Elde edilen son karışım, oda şartlarında 45 dakika inkübe edildi. İnkübasyondan sonra 415 nm'deki absorbansları spektrofotometrede kaydedildi. Standart olarak kullanılan kuersetinin farklı derişimleri ile elde edilen kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak alg ekstraktının total flavonoid miktarı mg kuersetin eşdeğeri/g özüt olarak verildi.

Antibakteriyel Çalışmalar

Bakteri suşları

Çalışmada kullanılan bakteri suşları; *S. aureus*, *E. coli*, *K.pneumoniae*, *A. Baumannii*, Dicle Üniversitesi Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarı Kültür Koleksiyonundan temin edilmiştir.

Besiyeri

Çalışmada kullanılan suşların sürekliliğini sağlamak ve *V. frigida*'nın antibakteriyel aktivitesini tespit etmek amacıyla yapılan disk difüzyon testi için Nutrient Agar (NA-Oxoid) besiyeri kullanıldı.

Alg Ekstraktlarının Hazırlanması

Antibakteriyel testlerde kullanılmak amacıyla, *V. frigida*'dan 1mg kuru numune alınarak üzerine 1lt'ye tamamlanacak şekilde çözücüsü eklenip, 1 saat oda sıcaklığında ekstrakte edildikten sonra 13.000 rpm'de 3 dakika santrifüj edildi. Daha sonra kurutulan *V. frigida*'dan 0.35 gr tartılıp üzerine 875 µl etanol eklenerek elde edilen süpernatantlar (24 ila 48 saat arasında) 4 °C'de muhafaza edildi.

Bakteri Kültürlerinin Hazırlanması

Nutrient Agar besiyerinde 37 °C'de 1 gece inkübe edilen bakteri suşlarından tek koloni alınarak, 5 ml Nutrient Broth'a aşılandı ve 37 °C'de 18 saat inkübe edilen kültürler antibakteriyel etkinin tespit edilmesi amacıyla kullanıldı.

Antibakteriyel Etkinin Test Edilmesi

Alg ekstraktlarının antibakteriyel özelliğini tespit etmek amacıyla disk difüzyon yöntemi kullanıldı (Navarro 1996; Sharma ve ark.2004). Altı (6) mm çapındaki (Oxoid Catno: CT0998B) disklere 40 µl alg ekstraktı emdirildi ve 37 °C'de 1 gece kurutuldu. NA besiyeri yüzeyine eküvyonla yayılan bakteri süspansiyonlarına belli aralıklarla alg ekstraktları emdirilmiş diskler yerleştirildi. Negatif kontrol olarak, yalnızca etanol emdirilmiş ve antibiyotikle yüklenmemiş boş diskler kullanıldı. Pozitif kontrol olarak, standart ve her bir bakteri için spesifik antibiyotik diskler kullanıldı. 37 °C'de, 24 ve 48 saatlik inkübasyon süresi sonunda disklerin etrafında oluşan inhibisyon zonları milimetrik cetvel kullanılarak ölçüldü ve fotoğrafları çekildi. Denemeler aseptik şartlar altında ve 3 paralelli (triplet) olarak yürütüldü.

İstatistiksel Analiz

Tüm çalışmalar triplet olarak üç tekrarlı bir şekilde yapılmış ve istatistiksel analizlerde örnekler arasındaki farkı ($p < 0,05$) belirlemek için ANOVA (SPSS/ Windows) kullanılarak değerlendirme yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Dicle Nehrinden izole edilen *V. frigida*'ya ait antioksidan, total fenolik, flavonoid ve antibakteriyel sonuçları, aşağıda başlıklar halinde sunulmuştur.

V. frigida'nın Genel Özellikleri ve Taksonomik Kategorizasyonu

V. frigida, Heterokontophyta bölümüne mensup alglerdendir. Genellikle tatlısu ekosistemlerinde yaşar, göl ve akarsu kenarlarında yaygın olarak bulunabilir. Litoral bölgenin epipelik, epilitik ve epifitik habitatlarında daha çok gelişim gösterir. Yapısal olarak tüpsü, sifonlu algler içinde yer alır. Sifonlardan apikal büyüme gerçekleşir ve yan dallar çıkar. Bazen de bunlar, kalsiyum karbonatla kaplanır. Alüvyonların içinde gömülü sifonları nedeniyle çamurun nemini dengeleyicisi olarak görev yapar ve kurumayı tolere edebilir. Bu alg türünde, hem eşeyli ve hem de eşeysiz üreme görülür. Taksonomik olarak, Chromista Alemi, Heterocontophyta Bölümü, Xanthophyceae sınıfına mensuptur. Taksonomik kategorizasyonunun en son versiyonu, aşağıda verilmiştir (Guiry-Guiry, 2024).

Empire (Üst Alem): Eukaryota
 Kingdom (Alem): Chromista
 Phylum (Bölüm): Heterokontophyta
 Subphylum (Alt Bölüm): Ochrophytina
 Class (Sınıf): Xanthophyceae
 Order (Takım): Vaucheriales
 Family (Familya): Vaucheriaceae
 Genus (Cins): Vaucheria
 Species (Tür): *V. frigida*

Antioksidan aktivite sonuçları

V. frigida'nın antioksidan analizlerinde DPPH, ABTS ve FRAP aktivite testlerine ait sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

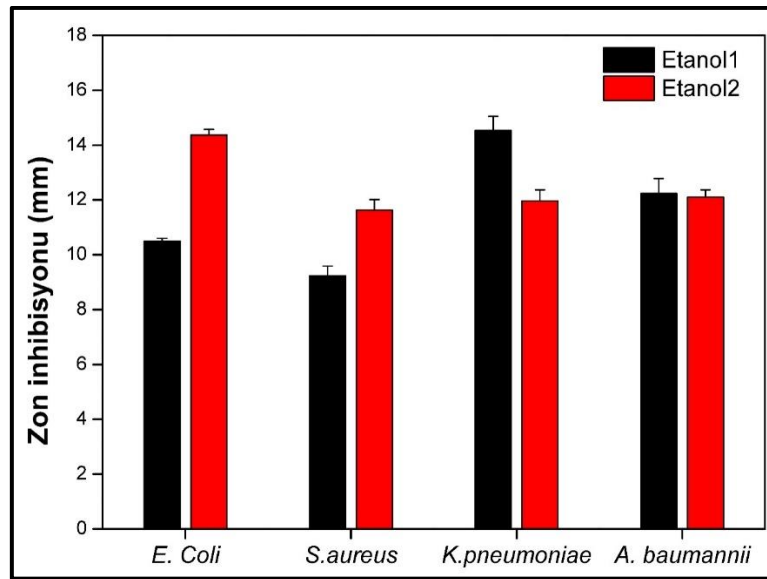
Tablo 1. *V. frigida*'nın antioksidan özellikleri
 Table 1. Antioxidant properties of *V. frigida*

	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g ekstre)	Toplam Flavonoid (mg QE/g ekstre)	FRAP (mg TE/g ekstre)	DPPH (IC ₅₀ : µg/ml)	ABTS (IC ₅₀ : µg/ml)
<i>V. frigida</i>	42.81±2.79	3.62±2.81	27.5±1.01	>500	186.26±9.88
Trolox (standart)				11.95±0.71	9.9±0.11

Antibakteriyel Sonuçlar

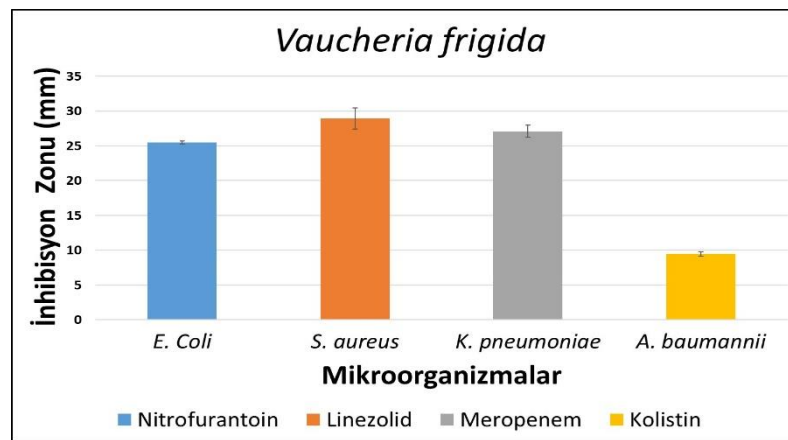
V. frigida Etanol 1 (E1) ekstraktı [1mg VF/1000 ml Etanol (0,001 mg/ml VF)] oranıyla hazırlanmış, daha sonra ikinci bir seyreltme yapıp [1mg VF/2000 ml Etanol (0,0005 mg/ml VF)]'lik Etanol 2 (E2) elde edilerek 2. Testler gerçekleştirilmiştir. Testler triplet olarak yapılmış, ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanarak grafiğe aktarılmıştır (Şekil 1).

Pozitif kontrol grubu olarak, standart antibiyotik diskler ve negatif kontrol grubu olarak da çözgen (Etanol) emdirilmiş diskler kullanıldı (Şekil 2).



Şekil 1. *V. frigida*'ya ait E1 ve E2 ekstraktlarının test bakterileri üzerinde oluşturduğu zon inhibisyon çap değerleri

Figure 1. Zone inhibition diameter values of E1 and E2 extracts of *V. frigida* on test bacteria

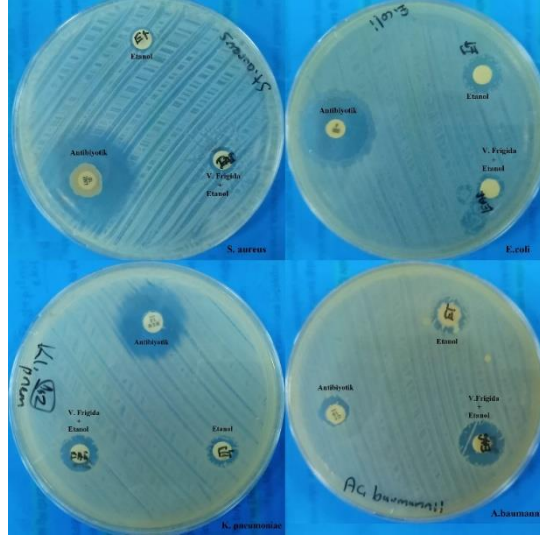


Şekil 2. Spesifik antibiyotiklerin test bakterileri üzerinde oluşturduğu zon inhibisyon çap değerleri

Figure 2. Zone inhibition diameter values of their specific antibiotics on test bacteria

Antibakteriyel Etkilerin Bakteri Plaklarında Görüntülenmesi

Antibiyotik disklerin etrafında oluşan inhibisyon zonları, milimetrik cetvel yardımıyla ölçülüp kaydedilen fotoğrafları Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. *V. frigida*'nın *S.aureus*, *E. coli*, *K. pneumoniae* ve *A.baumannii*'ye karşı antibakteriyel etkisi
Figure3. Antibacterial effect of *V. frigida* against *S. Aureus*, *E. coli*, *K. pneumoniae* and *A.baumannii*

4. Sonuç

Çalışmada, *V. frigida* (Roth) C.Agardh 1824; sinonim *C. frigida* Roth 1797 alginin antioksidan ve antibakteriyel özellikleri incelenmiş, total fenolik ve flavonoid oranlarına da bakılmıştır. *V. frigida*'nın total fenolik madde miktarı 42.81 ± 2.79 mg GAE/gEkstre ve total flavonoid madde miktarı ise 3.62 ± 2.81 mg QE/gEkstre olarak tespit edilmiştir (Tablo 1). Xanthophyceae'ye mensup diğer *Vaucheria* türlerinde, yüksek antioksidan aktivite gözlenmiştir (Asunçao ve ark, 2017). Kartal ve arkadaşlarının çeşitli alglerin fenolik bileşik ve antioksidan özelliklerinin karşılaştırmasını yaptıkları çalışmalarında ise *Vaucheria sessilis*'in diğerlerine oranla daha düşük antioksidan kapasiteye sahip olduğu kaydedilmiştir (Kartal ve ark, 2009).

2012 yılında Vuran ve arkadaşlarının Tokat Yeşilirmak Nehri planktonik habitatlarından izole ettikleri *V. geminata*'nın metanol ekstraktları ile yaptıkları antioksidan testlerinde demir iyonları (Fe 3+) indirgeyici (FRAP) ve 2,2-azino-bis (3etilbenziazolin-6sülfonik asit radikalleri (ABTS) değerlendirilmiş ve bu türün önemli antioksidan aktiviteye sahip olduğu rapor edilmiştir (Vuran ve ark, 2012). El Tablawy ve arkadaşlarının 2020 yılında aynı tür (*V. geminata*) ile yaptığı çalışmada, bu algin antioksidan aktivitesi, toplam fenolik bileşiklerinin oranlarına ve flavonoidlere bakılmış ve nispeten iyi düzeyde olduğu tespit edilmiştir (El Tablawy ve ark. 2020). *V. geminata* ile yapılan çalışmalarla değerlendirildiğinde, *V. frigida*'nın onlara oranla daha düşük bir antioksidan potansiyele sahip olduğu görülmektedir (Tablo 1).

Li ve arkadaşları (2007)'nin yapmış oldukları çalışma sonuçlarına göre, birçok makro ve mikroalgin antioksidan aktivite gösterdiği ifade edilmektedir. Yapılan çalışmalar içerisinde *Vaucheria* türlerinin çok fazla olmadığı, *V. frigida* ile ilgili antioksidan ve antibakteriyel çalışmanın bulunmadığı görülmektedir (Li ve ark., 2007).

Çalışmamızdaki antibakteriyel analizlerde, *V. frigida*'nın Etanol1 (E1) ekstraktı [1mg VF/1000 ml Etanol (0,001 mg/ml VF)] ve Etanol2 (E2) [1mg VF/2000 ml Etanol (0,0005 mg/ml VF)] ekstraktlarıyla testler yapılmıştır. Buna göre Antibakteriyel aktivite sonuçları, E1 ekstresi için sırasıyla *K. pneumoniae* (14.53±0.5 mm), *A. baumannii* (12.23±0.55 mm), *E. coli* (10.50±0.10 mm) ve *S. aureus* (9.23±0.35 mm) olmuştur. E2 ekstresi için ise, sırasıyla *E. coli* (14.37±0.21 mm), *K. pneumoniae* (11.97±0.40 mm), *S. aureus* (11.63±0.38 mm), *A.baumannii* (11.10±0.1 mm) olarak kaydedilmiştir (Şekil 1-3).

V. frigida'nın etanol ekstraktının seyreltilip elde edilen ikinci ekstre (E2) ile test işlemi gerçekleştirilmesi; *E. coli* ve *S. aureus* bakterilerine karşı zon inhibisyonunu artırmış; buna karşılık *K. pneumoniae* ve *A.baumannii*' ye karşı zon inhibisyonunu da azaltmıştır (Şekil 1).

Orhan ve arkadaşları tarafından *V. sessilis* türlerinin farklı organik çözücülerdeki (metanol, etanol, kloroform, petrol eteri) ekstraktlarının çeşitli patojen bakterilere (*S. aureus*, *B. subtilis*, *P. aeruginosa*, *E. coli*) karşı antimikrobiyal aktivite testleri araştırılmış; *V. sessilis*'in yalnızca kloroformlu ekstraktlarının *B. subtilis* bakterisine karşı etki gösterdiği kaydedilmiştir. Diğer ekstraktların bakterilere karşı antibakteriyel etkisi gözlenmemiştir (Orhan ve ark. 2003).

Iqbal ve arkadaşlarının 2024 yılında yaptığı çalışmada *V. karachiensis*'in n-bütanol ve etil asetat ekstraktlarının antioksidan aktivite testleri araştırılmıştır. Etil asetat ve n-bütanol ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri değerlendirilmiş ve etil asetat ekstraktının maksimum aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada yapılan antimikrobiyal testlerde, pozitif kontrol olarak azitromisin, negatif kontrol için n-bütanol ve etil asetat ekstraktları kullanılmış, her iki ekstraktın antimikrobiyal aktivitesi *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *B. subtilis* türlerine karşı değerlendirilmiştir. Test edilen türler arasında etil asetat ekstraktında *P. aeruginosa* en yüksek duyarlılığı sergilemiş bunu *S. aureus*, *E. coli* ve *B. subtilis* (P.a.>S.a.>E.c.>B.s.) takip etmiştir. N-bütanol ekstraktında ise sıralama *P. aeruginosa*>*S. ureus*>*E. coli*>*B. subtilis* olarak kaydedilmiştir (İkbal ve ark. 2024).

Sonuç olarak, *Vaucheria* türleriyle yapılan biyoaktivite çalışmalarında bazı türlerin etkili, bazılarının ise daha az etkiye sahip olduğu, bunda farklı çözücülerle hazırlanan ekstraktların da etkili olduğu görülmüştür. *V. frigida*'nın antibakteriyel testlerinde kullanılan E1 ve E2 ekstraktlarında da bu durum gözlenmiştir. Yapılan diğer çalışmalar ile değerlendirildiğinde *V. frigida*, iyi derecede antibakteriyel aktivite sergilerken, antioksidan seviyelerinin nispeten düşük olduğu kaydedilmiştir.

5. Kaynaklar

- Al Knani, Z. M. I., Al Ashoor, A. S., Hussein, A. N., 2023. Assessment of antioxidant activity in *Vaucheria sessilis* extracts and their efficacy against isolated *Candida* spp. from diabetic foot ulcers. *Microbial Science Archives*. 3(3), 112-119.
- Assunção MFG, Amaral R, Martins CB, Ferreira JD, Ressurreição S, Santos SD, Varejão JMTB, Santos LMA (2017) Screening microalgae as potential sources of antioxidants. *Journal of Applied Phycology* 29:865–877
- Biricik, A. 2014. Hazar (Gölcük) Gölü depresyonu (Elâzığ). *Türk Coğrafya Dergisi*. 0(28), 45-63. <https://dergipark.org.tr/pub/tcd/issue/21259/228192>
- Blois, M. S., (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*. 181, 1199-1200.
- Canter-Lund, H., & Lund, J., (1995). *Freshwater Algae*. Biopress Limited.

- Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M., Chern, J. C., (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colometric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*. 10(3), 178-182.
- Collins, C. M., Lyne, P. M., (1989). *Microbiological Methods*. Butterworths: London.
- Demiriz T., Çökmüş C., Pabuçcu K.. (2011), Antimicrobial Activity of Some Algal Species Belonging to Cyanobacteria and Chlorophyta. *Asian Journal of Chemistry*. 23,1384-1386.
- Demiriz, T. 2008. Bazı alglerin antibakteriyel etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 71, Ankara.
- El-Tablawy, N. H., Mansour, H. A., Shaaban, A. E. S. M., (2020). Antioxidant activities of some edaphic algae in Egypt. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*. 9, 1-11.
- Findlay, D., Kling, H., 1979. A Species List and Pictorial Reference to the Phytoplankton of Central and Northern Canada. Part I-II. Fisheries and Marine Serv. Manuscript R. 1503.
- Gökpınar Ş., Koray T., Akçiçek, E., Göksan T., Durmaz Y., (2006). Algal antioksidanlar. *Su Ürünleri Dergisi*. 23(1-1supl), 85-89.
- Guiry, M. D., Guiry, G. M., (2024). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>
- Iqbal, A., Imran, M., Badshah, S. L., Shami, A., Ali, B., Shah, Z., Ercisli, S., (2024). Biochemical profile of *Vaucheria karachiensis* and evaluation of its nutritional, antioxidant, antimicrobial, and hypoglycemic potentials. *Algal Research*. 77, 103346.
- Kartal M, Orhan I, Abu-Asaker M, Senol FS, Atici T, Sener B (2009) Antioxidant and anticholinesterase assets and liquid chromatography-mass spectrometry preface of various fresh-water and marine macroalgae. *Pharmacogn Mag* 5:291
- Li, H. B., Cheng, K. W., Wong, C. C., Fan, K. W., Chen, F., Jiang, Y., (2007). Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fractions of selected microalgae. *Food Chemistry*. 102, 771-776
- Lobban, C. S., Chapman, D. J., Kremer, B. P., (1988). *Experimental Phycology A Laboratory Manual*. Chambridge Univ.Press, P.2941
- Navarro, V., Villarreal, M. L., Rojas, G., Lozoya, X., (1996). Antimicrobial evaluation of some plants used in Mexican traditional medicine for the treatment of infectious diseases. *Journal of Ethnopharmacology*. 53(3), 143-147.
- Orhan, İ., Wisespongpan, P., Atıcı, T., Şener, B., (2003). Toxicity propensities of some marine and fresh-water algae as their chemical defense. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*. 32(1), 19-29.
- Oyaizu, M., (1986). Studies on products of browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese Journal of Nutrition*. 44, 307-315.
- Pabuçcu K., Yılmaz N., Şahin F., Bayrak Ö. F., Canpolat E., Demiriz Yücer T., (2018). The Comparisons of Fatty Acid Composition in Some Marine and Freshwater Algae. *Wulfenia*. 25, 40-47.
- Prescott, G. W., 1975. *Freshwater Algae*. Brown Comp, Pub. Dubugue, Iowa.
- Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., ve Rice E. C., (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radicale Biology and Medicine*. 26, 1231-1237.
- Richmound, A., Hu Q., (2013). *Handbook of microalgal culture, applied phycology and biotechnology*. John Wiley&Sons, Publisher: Wiley Blackwell, ISBN: 9780470673898
- Salih, W. Y., Hassan, F. M., (2020). Epipelion Community Structure in Tigris River within Baghdad City, Iraq. *Indian Journal of Ecology*. 47(1), 235-240.
- Sharma, N., Gruszewski, H. A., Park S. W., Holm, D. G., Vivanco, J. M., (2004). Purification of an isoform of patatin with antimicrobial activity against *Phytophthora infestans*'. *Plant Physiology and Biochemistry*. 42, 647-655.
- Slinkard, K., Singleton, V. L., (1977). Total phenolanalysis: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*. 28(1), 49-55.
- Tanrikulu, A., (2010). Dicle Nehri (Diyarbakır) kıyı bölgesel algleri ve mevsimsel değişimlerin incelenmesi, Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 49, Elâzığ.
- Uç, O., (2018). Dicle Nehri'nin Dicle Üniversitesi kampüs alanı (Diyarbakır) içerisinde kalan kesiminin alg florası, Yüksek lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 66, Tokat.
- Vuran, V., Pabuçcu, K., Demiriz, T., Elmastas, M., (2012). Antioxidant Capacity and Total Phenolic Compounds of *Vaucheria geminata*. *Journal of Biotechnology*. 161, Supp.26.
- Yılmaz, A., (2019). *Chlorella protothecoides* Mikroalg Yağının Karakterizasyonu Biyoaktif Özellikleri ve Antifungal Etkinliği. *Akademik Gıda*. 17(2), 217-225.