

Spirogyra aequinoctialis'in Farklı Çözgenler İle Hazırlanan Ekstraktlarının Antibakteriyal ve Antifungal Etkileri

Köksal PABUÇCU¹, Tuğba DEMİRİZ YÜCER²

¹Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Eczacılık Meslek Bilimleri Bölümü, Erzincan, ²Karabük Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Karabük.

¹<https://orcid.org/0000-0002-4473-8002>, ²<https://orcid.org/0000-0002-2494-4511>

✉: tugbayucer@karabuk.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, sucul ortamlardan alınıp laboratuvar ortamına getirilerek izole edilen ve teşhis yöntemleri kullanarak tür tanımlaması yapılmış olan alg türü *Spirogyra aequinoctialis* ekstraktların çeşitli mikroorganizma türleri üzerinde antibakteriyal ve antifungal etkileri araştırılmıştır. *Spirogyra* ekstraktları, 0.5 M Tris-HCL pH:8.00, N-butanol ve Etanol ile hazırlanmıştır. Antimikrobiyal aktivite testleri, disk difüzyon yöntemi ile *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Escherichia coli* O 157:H7, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Salmonella typhimurium* CCM 5445, *Candida albicans* ATCC 10239 mikroorganizmaları üzerinde denenmiştir. Antibakteriyal aktivite testleri ile, *S. aequinoctialis*'in tampon ekstraktının, *Escherichia coli* O 157:H7 üzerinde oldukça etkili antibakteriyal özelliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 suşunun en duyarlı mikroorganizma, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 suşunun ise en dirençli mikroorganizma olduğu; en etkili çözücünün 0.5 M Tris-HCL pH:8.00 olduğu kaydedilmiştir. Antifungal aktivite testleri ile *S. aequinoctialis*'in etanol ekstraktının, *Candida albicans* ATCC 10239 üzerinde oldukça etkili antifungal özelliğe sahip olduğu görülmüştür.

Biyoloji

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 05.08.2021

Kabul Tarihi : 07.10.2021

Anahtar Kelimeler

Spirogyra aequinoctialis

Antibakteriyal aktivite

Antifungal aktivite

Disk difüzyon metodu

Antibacterial and Antifungal Effects of Extracts of *Spirogyra aequinoctialis* Prepared with Different Solvents

ABSTRACT

In this study, the antibacterial and antifungal effects of algae species *Spirogyra aequinoctialis* extracts, which were taken from aquatic environments and brought to the laboratory environment and isolated by using diagnostic methods, on various microorganism species were investigated. *Spirogyra* extracts were prepared with 0.5 M Tris-HCL pH:8.00, N-butanol and Ethanol. Antimicrobial activities of the extracts were tested on *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Escherichia coli* O 157:H7, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Salmonella typhimurium* ATCC, *Candida albicans* ATCC 10239 by disc diffusion method. As a result, it was determined that the buffer extract of *S. aequinoctialis* had highly effective antibacterial properties on *Escherichia coli* O 157:H7. *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 strain was identified as the most susceptible microorganism, while *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 strain was the most resistant microorganism. It was also noted that the most effective solvent was 0.5 M Tris-HCL pH: 8.00. Antifungal activity tests showed that the ethanol extract of *S. aequinoctialis* had highly effective antifungal properties on *Candida albicans* ATCC 10239.

Biology

Research Article

Article History

Received : 05.08.2021

Accepted : 07.10.2021

Keywords

Spirogyra aequinoctialis

Antibacterial activity

Antifungal activity

Disc diffusion method

Atıf Şekli:	Pabuçcu K, Demiriz Yücer T 2022. <i>Spirogyra aequinoctialis</i> 'in farklı çözümler ile hazırlanan ekstraktlarının Antibakteriyel ve Antifungal etkileri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (5): 927-932. https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.979361
To Cite :	Pabuçcu K, Demiriz Yücer T 2022. Antibacterial and Antifungal effects of extracts of <i>Spirogyra aequinoctialis</i> prepared with different solvents. KSU J. Agric Nat 25 (5): 927-932. https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.979361

GİRİŞ

Algler, yapıları itibariyle tek hücreli mikroskobik formlardan, birkaç metre uzunluğa kadar değişik morfolojilerde bulunabilen, genellikle sucul habitatlarda çok geniş bir yayılım gösteren ototrof, fotosentetik ökaryotik organizmalardır (Pereira ve Magalhaes, 2014).

Doğada yaşayan tüm organizmaların kendine ait bir savunma sistemi vardır. Bazı bakteriler, mantarlar ve bitkiler bu savunma sisteminde görev alan çeşitli bileşikler üretirler (Rauha ve ark., 2000). Alglerde de bulunan bu bileşikler sayesinde, bu canlılar kendi koruma sistemlerini güçlendirmektedirler. Bu maddeler, insanların yararına olabilecek şekilde değerlendirilmektedir (Yoldaş ve ark., 2003). Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalarda, alglerden elde edilen moleküllerin antibiyotik, antiviral, antikanser, antifungal, antibakteriyel, antiinflamatuvar gibi pek çok etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Nabavi ve ark., 2013; Srivastava ve ark., 2017). Ayrıca bu çalışmalar arasında hipokolestrolemik, enzim inhibisyonu ve diğer bazı farmakolojik etkilerin de olduğu da görülmüştür (Dvir ve ark., 2009). Alglerdeki bu doğal ürünler, ilaç sanayinde hammadde olarak kullanılmaya başlanmış ve aynı zamanda sentetik moleküllerin üretiminde de yapısal bir molekül olarak tercih edilmiştir (Quinn ve ark., 1993).

Algler, sahip oldukları karakteristik özelliklere göre özellikle kahverengi, kırmızı ve yeşil alglerin oluşturduğu makroalgler ile mikroalgler olarak hem birer doğal ürün hem de sentetik moleküllerin yapımında yapısal birer ajan olarak da rol almaktadırlar (Guiry ve Nic, 2001).

Algler geniş ve verimli antibakteriyel aktiviteye sahip antibiyotiklerin önemli bir kaynağıdır. Bu mikroorganizmaların antimikrobiyal aktivitesi, yağ asitleri, akrilik asitler, halojenlenmiş alifatik bileşikler, terpenoidler, steroller, sülfür içerikli heterosiklik bileşikler, karbonhidratlar, asetogeninler ve fenoller gibi bileşiklerin sentezlenme yeteneğine bağlıdır. Mikroalg ekstraktların antimikrobiyal aktivitesi lipid bileşimi ile ilgilidir. *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* ve *Staphylococcus epidermidis* gibi insan patojenlerine karşı alglerin antimikrobiyal aktivitesi, γ -linolenik asit, eikosapentaenoik asit, heksadekatrienoik asit, dokosaheksaenoik asit, palmitoleik asit, lorik asit, oleik asit, laktik asit ve arasidonik asit içerikleri ile bağlantılıdır (Demorais ve ark., 2015).

Bu çalışmada, *Spirogyra aequinoctialis*'in çeşitli çözümler ile hazırlanmış olan ekstraktlarının antibakteriyel ve antifungal etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Alglerin İzolasyonu ve Kültürü

Yeşilirmak Nehri (Tokat) bentik ve pelajik habitatlarından su örneği alındıktan sonra laboratuvarında mekanik izolasyon ve mikro-enjeksiyon yöntemleri ile mevcut türler izole ve teşhis edildi. Çalışmada kullanılmak üzere *Spirogyra aequinoctialis* türü belirlendi ve daha sonra, Allen, BG11 medium ile Sanyo MLR 351 marka iklim kabininde 26 ° C'de (155 μ mol / m² /saat, L: D periyotta) sıvı kültürü yapıldı (Andersen, 2004). Aksenik kültür aşamasında alg türü, önce Eppendorf ve Falkon tüplerinde, daha sonra erlenmayerlerde çoğaltılarak hasat edildi. Hasat işleminden sonra, antibakteriyel ve antifungal testlerde kullanılmak üzere kültür koleksiyonunda -86 ° C dondurucuda saklandı (Ripka ve ark., 1979; Lobban ve ark., 1988).

Antibakteriyel ve Antifungal Aktivite testleri için ekstrakt hazırlama

Alg türü -86 ° C dondurucudan çıkarılıp sıvı azotla porselen havan yardımıyla ezildi. Daha sonra üzerine solventler (0,5 M Tris-HCL pH:8,00, N-butanol, Etanol) ilave edilerek ekstraktlar oluşturuldu (Moniharapon ve Hashinaga, 2004; Sharma ve ark., 2004) ve aktivite testleri için hazırlandı.

Mikroorganizma Türleri

Elde edilen ekstraktların antimikrobiyal aktivitelerini araştırmak amacıyla 7 farklı test mikroorganizması seçildi. Bunlar; *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Escherichia coli* O 157:H7, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Salmonella typhimurium* CCM 5445 ve *Candida albicans* ATCC 10239'dır. Hazırlanan mikroorganizma süspansiyonu, daha önce hazırlanmış olan 0.5 McFarland standardı ile karşılaştırılarak süspansiyonun bulanıklığı homojenize edildi (Şenol ve ark., 2007). Mikroorganizma kültürlerinden koloniler elde etmek amacıyla agar ortamına ekilmiş, 37 ° C'de 24 saat inkübasyondan sonra 4-5 adet iyi üreyen koloniden, öze yardımıyla %0,9'luk serum fizyolojik çözeltisine alındı. Hazırlanan mikroorganizma süspansiyonu,

daha önce hazırlanmış olan 0,5 McFarland standardı ile karşılaştırılarak süspansiyonun bulanıklığı ayarlandı.

Bakteriyal mikroorganizmalar, Nutrient Agar (NA) 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. Bakteri suşlarının saflaştırılıp çoğaltılmasında ve antibakteriyel etkinin belirlenmesinde Nutrient Agar (NA) kullanıldı.

Antifungal Aktivite testinde kullanılan mikroorganizma

Antifungal aktivite testi için *Candida albicans* ATCC 10239 suşu kullanıldı.

Candida albicans, çeşitli virülans faktörlerine sahip olup, bunları konak savunma sistemleri tarafından yok edilmelerini önlemek için kullanmaktadır. Virülans faktörleri yardımıyla mikrobiyal flora ile rekabet ederek konağın farklı bölgelerinde enfeksiyonlara neden olmaktadır (Çerikçioğlu 2012).

Fungal mikroorganizmanın saflaştırılıp çoğaltılmasında ve antifungal etkinin belirlenmesinde Malt Extract Agar kullanıldı.

Disk difüzyon yöntemi ile antibakteriyel ve antifungal aktivite testleri

Disk difüzyon yönteminde, antimikrobiyal madde içeren kâğıt diskler, test mikroorganizmasından hazırlanan süspansiyonun yayıldığı agar plakların yüzeyine belirli mesafelerde yerleştirildi. Çözünür ekstraktlar kültür ortamı içine nüfuz edip ve her mikroorganizma için uygun inkübasyon süresinden sonra, mikrobik büyüme disklerin etrafındaki inhibisyon zonu ile ölçüldü ve kaydedildi. Diskteki antimikrobiyal madde mikroorganizmaya etkili olduğu düzeylerde üremeyi inhibe etmektedir. Sonuç olarak, disk çevresinde mikroorganizma üremesinin inhibe edildiği dairesel bir inhibisyon alanı (zonu)

oluşturdu. İnhibisyon alanının çapı, mikroorganizmanın duyarlılığı ile direkt olarak ilişkilidir. Bu alanın çapı ölçülerek duyarlılık sınırı değerleriyle karşılaştırıldı. İnhibisyon alanının büyüklüğüne göre duyarlı, orta duyarlı veya dirençli olacak şekilde duyarlılık kategorileri belirlendi (Pérez, 2016).

Mikroorganizma süspansiyonuna steril eküvyon çubuğu daldırıldıktan sonra, besiyerinin her yerine yayıldı (Silici ve Koç, 2006). Alg ekstraktının emdirildiği diskler, besiyeri yüzeyine yerleştirildi. Bakteriler 37 °C'da 24 saat süre ile, *Candida albicans* 30°C'da 48 saat inkübe edildi. İnkübasyon sonucunda oluşan inhibisyon zonları ölçülüp, zon çapları mm (milimetre) olarak kaydedildi.

Kontrol grubu

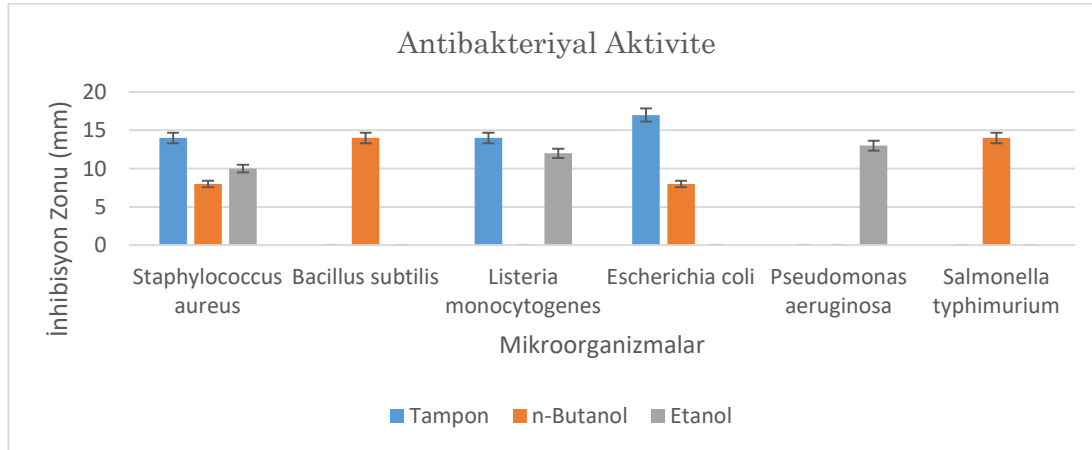
Pozitif kontrol grubu olarak, standart antibiyotik diskler ve negatif kontrol grubu olarak da çözgen (0.5 M Tris-HCL pH:8.00, n-Butanol, Etanol) emdirilmiş diskler kullanıldı. İnkübasyon sonucunda oluşan inhibisyon zon çapları mm (milimetre) ölçülerek karşılaştırmalar bu zon çap değerlerine göre yapıldı.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Antibakteriyel Aktivite

Antibakteriyel aktivite testleri ile, *S. aequinoctialis*'in tampon ekstraktının, *Escherichia coli* O 157:H7 üzerinde oldukça etkili antibakteriyel özelliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 suşunun en duyarlı mikroorganizma, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 suşunun ise en dirençli mikroorganizma olduğu; en etkili çözücünün 0.5 M Tris-HCL pH:8.00 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1).

Test mikroorganizmalarının tümü *S. aequinoctialis*'den elde edilen ekstraktlardan değişen oranlarda etkilenmiştir. Bu alg türünün test mikroorganizmalarına karşı etkili olduğu inhibisyon zon çapları mm (milimetre) değerlendirilerek tespit edildi.

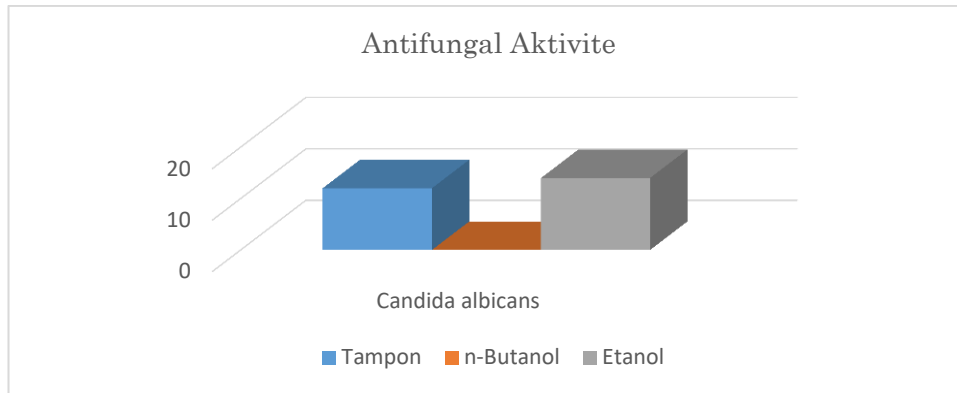


Şekil 1. *S. aequinoctialis*'e ait ekstraktların test bakterileri üzerinde oluşturduğu inhibisyon zon çap değerleri
Figure 1. Inhibition zone diameter values formed by extracts of *S. aequinoctialis* on test bacteria

Antifungal Aktivite

Antifungal aktivite testleri ile *S. aequinoctialis* in etanol ekstraktının, *Candida albicans* ATCC 10239 üzerinde oldukça etkili antifungal özelliğe sahip

olduğu ancak n-Butanol ekstraktının ise *Candida albicans* ATCC 10239 üzerinde antifungal etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. *S. aequinoctialis* e ait ekstraktların test fungusu üzerinde oluşturduğu inhibisyon zon çap değerleri
Figure 2. Inhibition zone diameter values formed by the extracts of *S. aequinoctialis* on the test fungus

Pozitif kontrol

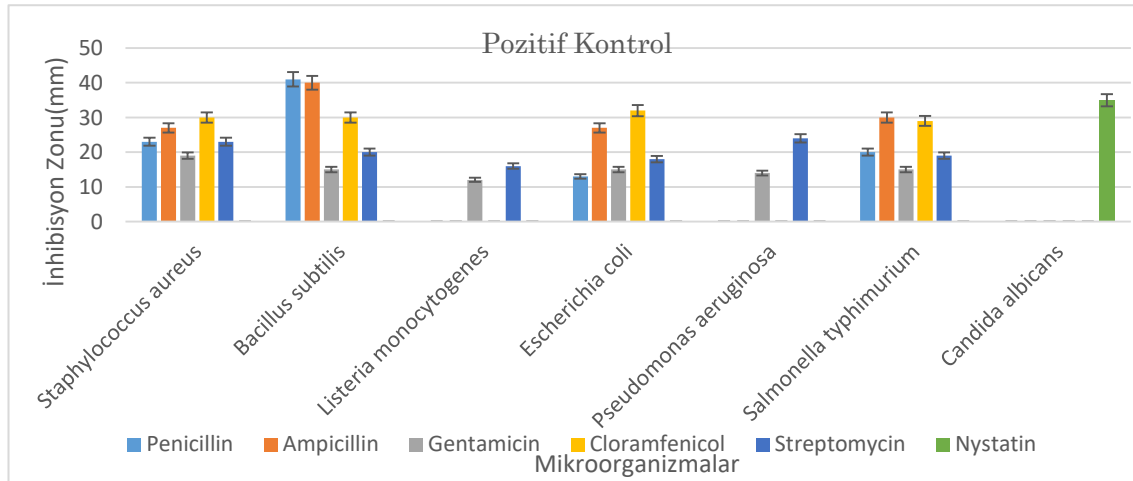
Pozitif kontrol çalışmaları sonucunda her mikroorganizmanın etkilendiği ya da duyarlı olduğu antibiyotik disklerle karşı bir inhibisyon zonu oluşturduğu görüldü (Şekil 3).

Negatif kontrol

Negatif kontrol çalışmalarında herhangi bir inhibisyon zonu oluşmadığı gözlemlendi.

Çalışmanın antimikrobiyal aktivite sonuçları irdelendiğinde; kullanılan çözücüler (0.5 M Tris-HCL

pH:8.00, N-butanol, Etanol) içerisinde en yüksek aktiviteyi tampon çözeltisi ile hazırlanan ekstraktlar; en düşük aktiviteyi ise N-butanol ile hazırlanan ekstraktlar gösterdi. Kullanılan test mikroorganizmaları içerisinde *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* O 157:H7 ve *Candida albicans* ATCC 10239 duyarlı, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Salmonella typhimurium* CCM 5445 ise orta derecede duyarlı bulundu.



Şekil 3. Antibakteriyel ve Antifungal Pozitif kontrol test sonuçları
Figure 3. Antibacterial and Antifungal Positive control test results

Dayuti (2018) yapmış olduğu çalışmada, bir kırmızı alg türü olan *Gracilaria verrucosa* nın çeşitli çözücüler kullanılarak elde edilen ekstraktlarının antibakteriyel etkisini araştırmıştır. Bu çalışmanın sonucunda, tüm ekstraktlar arasındaki en yüksek inhibisyon aktivitesinin metanol ekstraktında ve *Escherichia coli* ve *Salmonella typhimurium*'a karşı

olduğunu bildirmiştir. Spirogyra ile yapılan çalışma ve Dayuti'nin çalışmasında, etkileyici organizmalar farklı olsa da etkilenen mikroorganizma türleri arasında bir benzerlik görülmektedir. Bu organizmaların, algal biyoaktif bileşiklerden etkilendiği gözlenmektedir.

Mansuya ve ark. (2010), yeşil alglerden; *Cladophora*

glomerata, *Ulva lactuca*, *Ulva reticulata*, kırmızı alglerden; *Gracilaria corticata*, *Kappaphycus alvarezii* ve kahverengi alglerden; *Sargassum wightii* ekstraktlarının disk difüzyon yöntemi ile antibakteriyel aktivitesini araştırmışlar ve maksimum aktiviteyi (45 mm) *Ulva reticulata* su ekstraktının 200 mg'ı *Salmonella typhi*ye karşı, minimum aktiviteyi (9 mm) ise *Ulva lactuca* su ekstraktının 50 mg'ı *Streptococcus pyogenes*'e karşı kayıt etmişlerdir. Metanol ekstraktlarının su ekstraktlarından daha yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Maksimum aktivite (40 mm) *Escherichia coli* ve *Streptococcus pyogenes*'e karşı *Ulva reticulata*'nın metanol ekstraktının 200 mg'ında belirlenmiştir. Alglerin tamamının ham metanol ekstraktları tüm test patojenlerine karşı inhibe edici etki göstermiş ve *Ulva reticulata* ekstraktının en etkili tür olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte, *Ulva reticulata*'nın su ekstraktının *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı inhibe edici etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Bu çalışmada da *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 suşunun en dirençli mikroorganizma olduğu bulgusu benzerlik göstermektedir.

Saleh ve Al-Mariri (2017)'nin yaptıkları çalışmada, *Halimeda* sp.'nin antimikrobiyal aktivitesi incelenmiştir. Çalışmada kullanılan algin metanol ekstraktının, Gram pozitif bakteriler (*B. subtilis*, *S. aureus* ve *B. cereus*), Gram negatif bakteriler (*P. aeruginosa*, *E. coli*), maya (*C. albicans*) ve küflere (*A. niger*) karşı antimikrobiyal aktivitesi incelenmiştir. *Halimeda* sp.'nin *B. subtilis*, *S. aureus* ve *B. cereus*'un büyümesini inhibe ettiğini gözlenmiştir. Sonuçların bu çalışmadaki aktivite ile bir benzerlik gösterdiği kaydedilmiştir.

Ulva reticulata'nın biyolojik aktivite çalışmasında, çözen olarak n-butanol kullanılmış ve *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Bacillus cereus* ve *Listeria monocytogenes* bakterilerine karşı antibakteriyel aktivitesi incelenmiştir. *Ulva reticulata* n-butanolik ekstraktının, test edilen bakteri suşlarına karşı önemli bir antibakteriyel aktivite gösterdiği ifade edilmiştir. Test edilen tüm konsantrasyonlarda (25-100 mg/ml) maksimum antibakteriyel aktivite *Escherichia coli* (12 mm) ve *Bacillus cereus* (13 mm)'a karşı ortaya çıkmıştır (Ravikumar ve ark., 2016). Bu çalışmada da diğer bakteri suşlarına nazaran, *Escherichia coli* O 157:H7'nin en duyarlı bakterilerden olduğu tespit edilmiştir.

Patra ve Baek (2016) tarafından yapılan çalışmada, yenilebilir bir deniz yosunu olan *Ulva linza* (yeni adı *Enteromorpha linza*)'dan elde edilen uçucu yağın gıda kaynaklı patojenlere karşı antibakteriyel etkinliği değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda 25

mg/disk'teki *U. linza* yağının, *Bacillus cereus* (12.3–12.7 mm inhibisyon bölgesi) ve *Staphylococcus aureus*'a (12.7–13.3 mm inhibisyon bölgesi) karşı oldukça aktif olduğu görülmüştür. *U. linza* yağının minimum inhibitör ve minimum bakterisidal konsantrasyon değerlerinin 12.5-25 mg mL⁻¹ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada ise *Spirogyra aequinoctialis*'in etki oranları, *Staphylococcus aureus*'a (8.0–14.0 mm inhibisyon bölgesi) ve *Bacillus subtilis*'e (14.00 mm inhibisyon bölgesi) karşı oldukça aktif olduğu görülmüştür.

Kaushik ve ark. (2008)'nin bir *Cyanobacteria* olan *Nostoc commune* ile yaptıkları çalışmada test bakterileri olarak pek çok Gram (+) ve Gram (-) bakteri kullanılmış ve en fazla inhibisyon zonu Gram pozitif bir bakteri olan *Staphylococcus aureus*'a karşı gözlemlenmiştir. Bu çalışmada ise en duyarlı mikroorganizma *Staphylococcus aureus* olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar Kaushik ve ark. (2008)'nin bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Okunowo ve ark. (2017)'nin *Spirogyra setiformis* ve *Navicula* alglerini kullanarak yaptığı çalışmada, mikroorganizma olarak *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus cereus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella typhi*, *Escherichia coli* ATCC 25922 ve *Candida albicans* ve çözücü olarak metanol kullanılmıştır. *S. setiformis*'in metanol ekstraktının, *S. typhi* ve *C. albicans* dışında diğer tüm test mikroorganizmaları üzerinde iyi inhibitör aktivite gösterdiği; *Navicula* spp. ekstraktının, tüm mikroorganizmaları inhibe ettiğini ifade edilmiştir. Bu çalışmada ise, en etkili çözücünün 0.5 M Tris-HCL pH:8.00 olduğu ve kullanılmış olan mikroorganizmaları değişen oranlarda inhibe ettiği görülmüştür. Bu açıdan bulgular paralellik göstermiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bakteri ve mantar enfeksiyonları toplumda sık görülen hastalıklardan olup, tedavileri uzun ve bazı durumlarda da yüksek maliyet gerektirmektedir. Bu gibi enfeksiyonlar, hastaların günlük yaşam kalitesini düşürmekte ve ciddi oranda mortalite ve morbiditeye neden olabilmektedir. Bu enfeksiyonların tedavisi için kullanılan antibakteriyel ve antifungaller sınırlı kalmakta ve yeni bileşiklerin tanımlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada kullanılan *S. aequinoctialis*'in antibakteriyel ve antifungal özellikleri açısından yararlı bir organizma olduğu görülmüş ve bu etkilerden sorumlu metabolitlerin izolasyonu için aksenik ve kitlesel üretimlerinin gerektiği; bu aşamalardan sonra, farmasötik bir ürüne dönüştürülebileceği düşünülmektedir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış

olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Andersen R A 2004. Algal Culturing Techniques. Elsevier Academic Press, Phycological Society, New York, 356 sy.
- Çerikçioğlu N 2012. Mantarlarda virulans faktörleri. ANKEM Dergisi 26(2): 261-269.
- Dayuti S 2018. Antibacterial Activity of Red a Algae (*Gracilaria verrucosa*) Extract Against *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium*. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IOP Publishing 137 (1):012074.
- Demorais MG, Silvavaz BD, Morais E G, Vieira Costa J A 2015. Biologically Active Metabolites Synthesized by Microalgae. Laboratory of Microbiology and Biochemistry, J. Nat. Prod. 75 (3): 311-335.
- Dvir I, Stark AH, Chayoth R, Madar Z, Arad SM 2009. Hypocholesterolemic Effects of Nutraceuticals Produced from the Red Microalga *Porphyridium* sp. in Rats. Nutrients 1(2): 156-167.
- Guiry MD, Nic Dhonncha E 2001. Algae Base. Online document at: www.algaebase.org.
- Kaushik P, Chauhan A, Chauhan G, Goyal P 2008. Evaluation of *Nostoc commune* for Potential Antibacterial Activity and UV-HPLC Analysis of Methanol Extract. Int J Microbiol. 5(1): 1-5.
- Lobban CS, Chapman DJ, Kremer BP 1988. Experimental Phycology A Laboratory Manua. Chambridge Univ.Press, 2941 sy.
- Mansuya P, Aruna P, Sridhar S, Kumar JS, Babu S 2010. Antibacterial Activity and Qualitative Phytochemical Analysis of Selected Seaweeds from Gulf of Mannar Region. Journal of Experimental Sciences 1(8):23-26.
- Moniharapon E, Hashinaga F 2004. Antibacterial Activity of Atung (*Parinarium glaberrimum* Hassk) Fruit Extract. Pakistan Journal of Biological Sciences 7(6): 1057-1061.
- Nabavi SF, Nabavi SM, Ebrahimzadeh MA, Jafari N, Yazdanpanah S 2013. Biological Activities of Freshwater Algae, *Spirogyra singularis* Nordstedt. Journal of Aquatic Food Product Technology 22:58-65.
- Okunowo WO, Oyedeji AO, Ilesanmi JA, Afolabi LO, Umunmakwe IE 2017. Antibacterial, Antioxidant Potential and Chemical Composition of the Methanolic Extracts of *Spirogyra setiformis* and *Navicula* species. Journal of Scientific Research and Development 17(1): 15-20.
- Patra JK, Baek KH 2016. Antibacterial Activity and Action Mechanism of the Essential Oil from *Enteromorpha linza* L. against Foodborne Pathogenic Bacteria. Molecules 21(3): 388.
- Pérez M J, Falqué Eand Domínguez H 2016. Antimicrobial Action of Compounds From Marine Seaweed. Mar. Drugs 14 (3): 52.
- Pereira L, Magalhaes J 2014. Neto, Marine Algae, Biodiversity, Taxonomy, Environmental Assessment and Biotechnology. CRC Press, 398sy.
- Quinn J, Li HH, Singer J, Morimoto B, Mets L, Kindle K, Merchant S 1993. The Pastocyanin-Deficient Phenotype of *Chlamydomonas reinhardtii* Ac-208 Results From a Frame-shift Mutation in the Nuclear Gene Encoding Preapoplastocyanin. J. Biol. Chem. 268 (1): 7832-7841.
- Rauha J, Remes S, Heinonen M, Hopia A, Kahkonen M, Kujala T, Pihlaja K, Vuorela H, Vuorela P 2000. Antibacterial Effects of Finnish Plant Extracts Containing Flaconoids and Other Phenolic Compounds. Intern. J. Food Microbiol. 56: 3-12.
- Ravikumar S, Anburajan L, Meena B 2016. Antibacterial Activity of *Ulva reticulata* from Southwest Coast of Kanyakumari. India. Journal of Coastal Life Medicine 4 (3): 246-247.
- Rippka R, Deruelles J, Waterbury JB, Herdman M, Stanier RY 1979. Generic Assignments, Strain Histories and Properties of Pure Cultures of Cyanobacteria. J. Gen. Microb. 111: 1-61.
- Saleh B, Al-Mariri A 2017. Antibacterial Activity of the Marine Algal Extracts Against Selected Pathogens. J Agric Sci Tech. 19:1067-1077.
- Sharma N, Gruszewski H A, Park S W, Holm D G, Vivanco J M 2004. Purification of an Isoform of Patatin with Antibacterial Activity Against *Phytophthora infestans*. Plant Physiology and Biochemistry 42: 647-655.
- Silici S, Koc AN 2006. Comparative Study of *In vitro* Methods to Analyse the Antifungal Activity of Propolis Against Yeasts Isolated from Patients with Superficial Mycoses. Letters in Applied Microbiology 43 (3):318-324.
- Srivastava N, Sueela MR, Toppo K, Lawrence R, 2017. Antibacterial Activity of Some Potential Green Algal Strains Isolated from Bundelkhand Region Uttar Pradesh. International Journal of Medicine and Pharmaceutical Science (IJMPS) 7(4):15-26.
- Şenol G, Kirakli C, Halilçolar H 2007. In vitro Antibacterial Activities of Oral Care Products Against Ventilator-Associated Pneumonia Pathogens. American Journal of Infection Control 35(8): 531-535.
- Yoldaş MA, Katırcıoğlu H, Beyatlı Y 2003. Bazı Mavi- Yeşil Alglerin (Cyanophyta- Cyanobacteria) Poli-β-hidroksibütirat (PHB) Üretimi ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin İncelenmesi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 20 (3): 467-471.