

**Karasu (Erzincan) Nehrinden İzole Edilen *Cladophora crispata* ve *Gloeotila subconstricta*'nın Antifungal Özellikleri**Serbay ÇELEBİ¹, Köksal PABUÇCU²¹ Tarım İl Müdürlüğü, Erzincan, Türkiye.² Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Eczacılık Meslek Bilimleri Bölümü, Erzincan, Türkiye.

Geliş Tarihi: 15.11.2024

Kabul Tarihi: 6.12.2024

Yayın Tarihi: 26.12.2024

ÖZET

Bu çalışmada, Erzincan ili Karasu Nehrinden izole edilen *Cladophora crispata* ve *Gloeotila subconstricta*'nın antifungal özelliklerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Karasu Nehri (Erzincan) bentik habitatlarından toplanarak mekanik izolasyon yöntemiyle izole edilen *Cladophora crispata* ve *Gloeotila subconstricta*'nın *Penicillium* sp., *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* üzerine antifungal özellikleri, disk difüzyon yöntemiyle araştırılmış ve çözünen olarak metanol (25 µl, 50 µl) kullanılmıştır. Çalışmada, *C. crispata* ekstraktlarına duyarlı türler *Penicillium* sp. ve *B. cinerea*, dirençli tür ise *A. alternata* olmuştur. *G. subconstricta* ekstraktlarına duyarlı türler *A. alternata* ve *B. cinerea*, dirençli tür ise *Penicillium* sp. olarak belirlenmiştir. Kültür ortamında yapılan biyolojik aktivite testleri sonuçlarına göre çalışılan alg türlerinin bağ ve bahçelerde etkili olan funguslara karşı nispeten iyi derecede aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Bu alglerdeki farmasötik özellikler, ileride yapılacak biyolojik, kimyasal ve tarım bilimleriyle ilgili çalışmalara kaynak teşkil edecek potansiyelindedir.

Anahtar Kelimeler: *Alternaria alternata*, Antifungal Aktivite, *Botrytis cinerea*, *Cladophora crispata*, *Gloeotila subconstricta*, *Penicillium* sp., *Ulothrix subconstricta*.

Antifungal Properties of *Cladophora crispata* and *Gloeotila subconstricta* Isolated from Karasu (Erzincan) River**ABSTRACT**

This study aimed to determine the antifungal properties of *Cladophora crispata* and *Gloeotila subconstricta* isolated from Karasu River in Erzincan province. The antifungal properties of *Cladophora crispata* and *Gloeotila subconstricta* collected from the benthic habitats of Karasu River (Erzincan) and isolated by mechanical isolation method on *Penicillium* sp., *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* were investigated by disk diffusion method and methanol was used as solvent (25 µl, 50 µl). In the study, the species sensitive to *C. crispata* extracts were *Penicillium* sp. and *B. cinerea*, and the resistant species was *A. alternata*. The species sensitive to *G. subconstricta* extracts were *A. alternata* and *B. cinerea*, and the resistant species was *Penicillium* sp. According to the results of biological activity tests conducted in culture medium, it was determined that the studied algae species showed relatively good activity against fungi effective in vineyards and gardens. Pharmaceutical properties in these algae have the potential to be a source for future studies related to biological, chemical and agricultural sciences.

Keywords: *Alternaria alternata*, Antifungal Activity, *Botrytis cinerea*, *Cladophora crispata*, *Gloeotila subconstricta*, *Penicillium* sp., *Ulothrix subconstricta*.

Sorumlu Yazar: Köksal PABUÇCU, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Eczacılık Meslek Bilimleri Bölümü, Erzincan, Türkiye.

E-mail: koksal.pabuccu@erzincan.edu.tr

Bu makaleye atıf yapmak için: Çelebi, S., & Pabuçcu, K. (2024). Karasu (Erzincan) Nehrinden İzole Edilen *Cladophora crispata* ve *Gloeotila subconstricta*'nın Antifungal Özellikleri. *Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(2), 1-11.

1. GİRİŞ

Algler yeryüzündeki tüm akuatik ortamlarda gelişen fotosentetik organizmalardır (Altuner ve ark., 2002). Tatlı ve tuzlu sularda, kaynak sularında, acı sularda bulunabilen bir yapıya sahiptirler. Farklı habitatlara adapte olmuş farklı türler bulunmakta, onlarda farklı ve spesifik metabolitler, farmasötik açıdan önemli maddeler üretilmektedir. Lotik ortamlar nehir ve ırmaklar gibi akarsuları içeren ortamlardır. Bu tür ortamlarda gelişen türlerin adaptasyon kabiliyetleri yüksektir ve buna bağlı olarak özel sekonder metabolitler barındırırlar. Irmak pelajik ortamında genellikle mikroskobik türler ağırlıktadır. Makroalg türleri ise daha ziyade bentik ortamda, epilitik ve epifitik habitatta yaygındır (Round, 1984). Alglerin farmasötik özelliklerine yönelik çalışmalar son yıllarda artmıştır. Bu organizmalardan ekstre edilen maddeler gıda sektöründe, tarımda, tıp ve eczacılık alanlarında ilgi görmektedir. Bu maddeler ve doğal moleküller, sadece ilaç etken maddesi değil, sentetik moleküllerin yapımında da model olarak kullanılmaktadır (El-Sheekh ve ark., 2006; Güven ve ark., 2010). Günümüzde yaygın olarak kullanılan klasik kemoterapötik bileşikler, çeşitli dirençlere sahip bakteri ve fungusların artmasına neden olmakta ve bu organizmalara karşı uygulanan bileşiklerin kullanımını da gereksiz hale getirmektedir. Bu durumda algler ve onlardan elde edilen bileşikler, yeni ve faydalı bir ilaç ham maddesi ve temel bileşenleri içermeleri nedeniyle daha çok tercih edilmektedir (Duke ve ark., 2002). Alglerin, ürettikleri çeşitli antifungal metabolitler ve fungusların enzim sistemlerini, hücre duvarı yapılarını, hücre içindeki protein ve karbonhidrat bileşiklerini bozarak ve misel gelişimini durdurarak mikotoksin üretimini azaltmaktadır (Hussein & Brasel, 2001). *Penicillium* taksonu, antifungal çalışmalarda en çok tercih edilen funguslardan biridir. Örneğin, *Amphidinium ceterae* alginin *Penicillium chrysogenum*, *Cladosporium resinae*, *Geotrichum candidum*, *Candida parapsilosis*, *Chaetomium globosum* ve *Mucor mucedo* fungusları üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, bu alglerin funguslar üzerinde güçlü bir biyolojik aktivite gösterdiği tespit edilmiştir (Kellam ve ark., 1988). Yine *Cystoseira tamariscifolia* alginin *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum* ve *Verticillium albo-atrum* fungusları üzerinde antifungal bir çalışma yapılmış ve bu çalışmada, özellikle *B. cinerea* ve *C. tamariscifolia*, *Fusarium* sp. fungusuna karşı güçlü bir aktivite gözlenmiştir (Benmara ve ark., 1998).

Armillaria sp., *Fusarium oxysporum f. melonis*, *Penicillium expansum*, *Phytophthora cambivora*, *Phytophthora cinnamomi*, *Rhizoctonia solani*, *Rosellinia* sp., *Sclerotinia sclerotiorum* ve *Verticillium albo-atrum* gibi bazı fungus türleri üzerinde *Nostoc* sp. alginin biyolojik aktivite gösterdiği kaydedilmiştir (Biondi ve ark., 2004).

Pabuçcu & Demiriz Yücer (2022) tarafından yapılan bir çalışmada, *Spirogyra aequinoctialis*'in

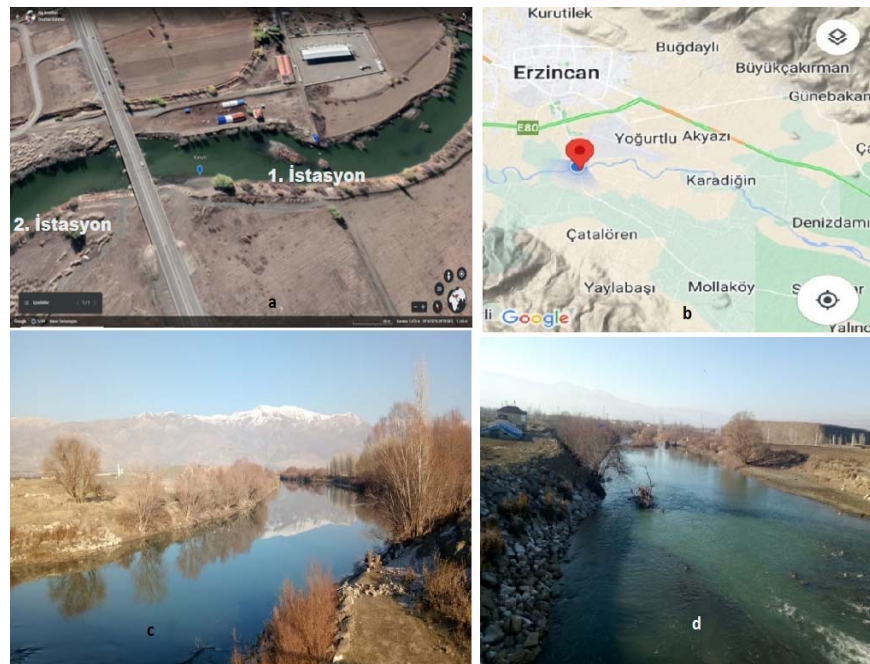
farklı çözümler kullanılarak hazırlanan ekstraktlarının antibakteriyal ve antifungal özellikleri incelenmiş ve bu algin *Candida albicans* üzerinde güçlü bir antifungal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir.

Bu araştırmada ise *Cladophora crispata* ve *Gloeotila subconstricta* (Basionym: *Ulothrix subconstricta*) alglerinin kültür ortamında *Penicillium* sp., *Alternaria alternata* ve *Botrytis cinerea* fungusları üzerindeki antifungal etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Çalışma Alanının Tanımı, Alg ve Fungusların izolasyonu

Erzincan il sınırları içinde, Çatalören ve Yoğurtlu bölgelerindeki Karasu Nehri'nin bentik habitatlarından (Şekil 1) bir litrelik plastik kaplarla alınan makroalgler, laboratuvara getirildi ve bunlar içinden seçilen türler ışık mikroskopunda incelendikten sonra mekanik izolasyon yöntemiyle izole edildi (Andersen, 2005).



Şekil 1. İzole Edilen Alg İstasyonları (a) , İstasyon Haritaları (b), 1. İstasyon (c), 2. İstasyon (d)

Laboratuvarda izole edilen alglerin teşhisleri Zeiss Primo Star ışık mikroskopunda yapılmış ve fotoğrafları alınmıştır. Alglerin teşhislerinde ilgili kaynaklardan istifade edilmiştir (Chapmann 1973; Findlay, 1979; Guiry & Guiry, 2022; Lund-Lund, 1995; Prescott, 1973; Prescott, 1975).



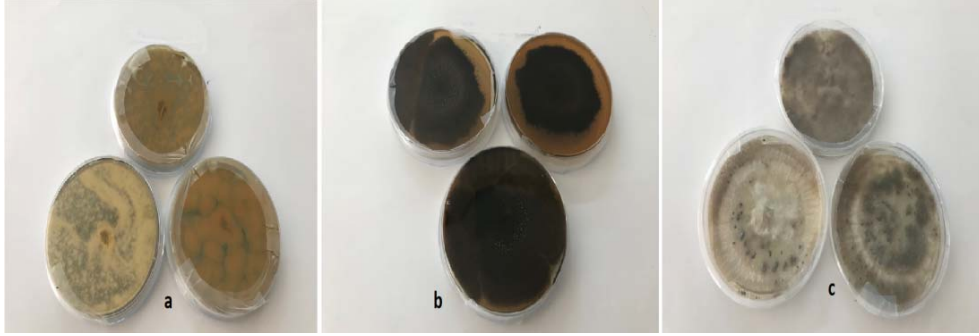
Şekil 2. İzole Edilen Algler (a) *Cladophora crispata* (b) *Gloeotila subconstricta* ve (c) İzolasyon Aşamasındaki Algler

2.2. Fungusların İzolasyonu ve Hazırlanması

Erzincan Merkeze Bağlı Kilimli Köyü'ndeki asma bitkilerinden toplanan hastalıklı yaprak, salkım ve sürgün örnekleri kâğıda sarılıp, polietilen torbalara konularak laboratuvara getirildi. Hastalıklı örnekler tazyiksiz akan suda yıkanarak kaba kalıntılarından temizlendi. Nekrotik lekelenme ve renk değişikliği gösteren asma yapraklarındaki yüzey ve iç dokularından 0,5 cm'lik parçalar kesilerek %1'lik Sodyum Hipoklorit (NaOCl) içinde 1-2 dakika bekletilerek yüzeysel bir dezenfeksiyona tabi tutuldu. Sonrasında steril saf sudan geçirilerek yine steril kurutma kağıdında kurutulan doku parçaları, güvenli kabinde Streptomisin Sülfat (50 µg ml/l) eklenen Potato Dextrose Agar (PDA) (Merck, Darmstad, Germany) içeren petri kaplarına (dörder adet) ekildi. Etüvde 24°C'de 7 gün inkübasyona bırakıldı. Oluşan fungal kolonilerin uç kısımlarından miselyumlar alınarak PDA besiyerlerine aktırılarak saflaştırma yapıldı. Saf kültürler 12 saat ışık ve 12 saat karanlık döngüde 24°C'de inkübe edildikten sonra saf kültürler elde edildi. Kültürlerin koloni yapısı, rengi, sporların biçim ve boyutları ışık mikroskopunda incelenerek tanımlandı (Campbell ve ark., 2013).



Şekil 3. Erzincan Siyah Üzümünden Fungus İzolasyonu (a,b)



Şekil 4. Kültür Ortamında İzole Edilen (a) *Penicillium* sp., (b) *Alternaria alternata*, (c) *Botrytis cinerea* Petri Kaplarında

2.3. Alg Ekstraktlarının Antibiyotik Disklere Uygulanması

İzole edilen alglar, kurutulup porselen krozede dövülerek toz haline getirildi. Üzerine çözücü ilavesi yapılarak 1 saat oda sıcaklığında ekstrakte edildi. 13.000 rpm'de 3 dakika santrifüj edilerek süpernatantlar hazırlandı ve daha sonra +4 °C'de 48 saat kullanılıncaya kadar muhafaza edildi Bu şekilde hazırlanan alg ekstraktları, 25 ve 50 µl oranlarında antibiyotik disklerle uygulandı ve fungal kültürler üzerine inoküle edildi (Andersen, 2005).

Antifungal testlerde besiyerleri için Potato Dextrose Agar (PDA) (Merck, Darmstad, Germany) kullanıldı. Sterilizasyon işlemleri sonrasında güvenli kabinde soğuma ve kurumaya bırakılarak inokülasyon işlemine geçildi. Besiyerine mikroorganizma inokülasyonu için, süspansiyonuna steril eküvyon daldırılarak besiyerinin her yerine eküvyonla süspansiyonun yayılması sağlandı. Diskler petrilere yerleştirilmeden önce 5 dk. kurumaya bırakıldı ve daha sonra uygulandı. Pozitif kontrol grubu için Nystatin antifungal diskler, negatif kontrol için ise yalnızca methanollü diskler kullanıldı. Tüm testler triplet olarak yapıldı. Zonların ölçülmesinde kumpas kullanıldı ve fotoğrafları dijital ortamda kaydedildi (Pagnusatt ve ark., 2013).

3. BULGULAR

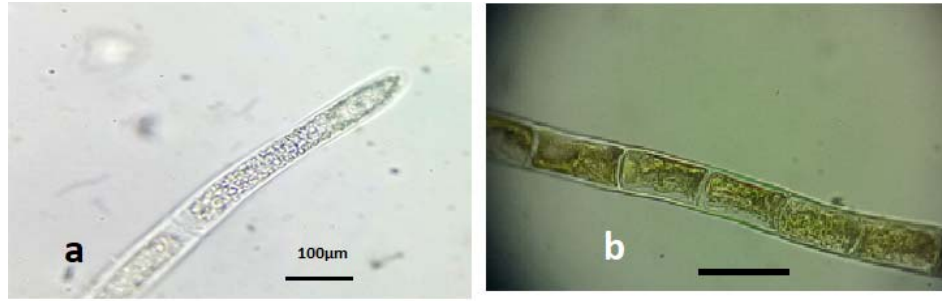
3.1. İzolasyonu Yapılan Alglar

Çalışmada, *Cladophora crispata* ve *Gloeotila subconstricta* türleri Erzincan İl sınırları içindeki Karasu Nehri'nden izole edilmiştir.

***Cladophora crispata* (Roth) Kützing 1843.** Hem tatlı hem de tuzlu sularda yaşayabilen bir algdir (Deniz Candan & Taş, 2014; Guiry & Guiry, 2022). Yan dalcıkları bulunan ipliksi bir yapı gösterir. Filament çapı, uç kısımlara doğru konik bir şekilde azalır. Kloroplastlar discoid olup hücre çeperinde nişasta, onun dışında ise ince bir müsülaj tabakası bulunmaktadır. Diplohaplont izomorfik döl almaşı görülür. Eşsyz üreme, zoosporlar ya da tallus parçalanması

ile gerçekleşir (Guiry & Guiry, 2022) (Şekil 5.a).

***Gloeotila subconstricta* (G. S. West) Printz (Basionym: *Ulothrix subconstricta* G.S. West, 1964)**, Ilıman veya soğuk bölgelerde geniş yayılım gösteren kozmopolit türlerdendir. Genellikle tatlı sularda yaşamakta, su içerisinde birkaç cm uzunluğunda ipliksi şeritler meydana getirmektedir. Çoğunlukla nehir gibi akıntılı su habitatlarında bulunmaktadır. Hendek ya da çukur gibi durgun sularda, bataklıklarda neredeyse hiç bulunmazlar. Filamentli bir yapı göstermektedir. Filamentlerdeki hücreler genellikle tek sıralı değildir. Hücre içindeki Kloroplastlar parietal ve kuşak şeklinde olup, neredeyse hücrenin iç kısmını tamamen kaplamaktadır. Olgun hücrelerde genellikle nişasta, yağ ve volutin depolanmaktadır. Üremeleri çoğunlukla eşeysiz olarak, dört kamçılı zoosporlarla olmaktadır. (Guiry & Guiry, 2022) (Şekil 5.b).



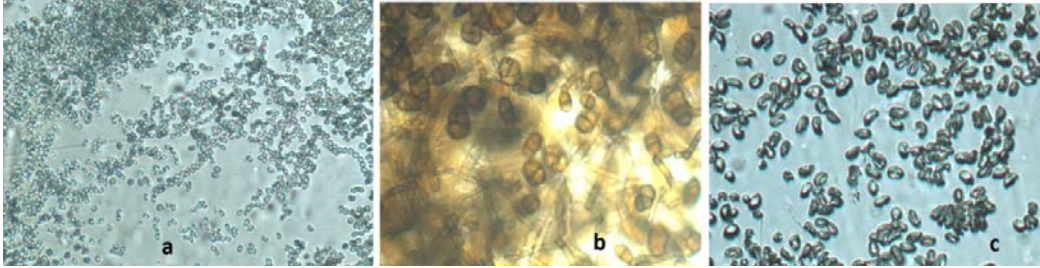
Şekil 5. a. *C. crispate*, b. *G. subconstricta*

3.2. İzolasyonu Yapılan Funguslar

Penicillium sp., genellikle mavi-yeşil renkte, spor ve hife sahiptir. Konidiumlar yuvarlak hücrelerden meydana gelmiştir. Teşhisleri konidium ve sterigmaların durumlarına göre olmaktadır. Eşeysiz olarak ürerler. Saprotik funguslardır. Genellikle peynir veya meyveler üzerine tutunurlar. Renkleri ilk dönemlerde beyaz, daha sonra mavi-yeşil, gri-yeşil ya da koyu sarı renkte olabilir (Torelli ve ark., 2006) (Şekil 6a).

Alternaria alternata (Fries) Keissler, Türkçe adlandırmada ‘Astım Küfü’ olarak bilinen (Sesli ve ark., 2020) bu fungus, daha çok domates, çilek, elma, şeftali, tahıl ürünleri, fındık, yağlı tohumlar ve zeytin üzerinde yerleşmektedir. Siyah çürükçül hastalığına neden olan ve dünyada yaygın dominant bir türdür (Hyang ve ark., 2015; Ostry ve ark., 2007). Hasat sonrası patojenler olarak tanınırlar, bu nedenle ürün kayıplarına sebep olurlar (Kaya & Nüket, 2021; Kaya & Zorba, 2021; Lawrence ve ark., 2013). En çok gelişim gösterdiği optimum sıcaklık 25-28°C ve pH 4-5,4 aralığıdır. *Alternaria* genusu, 700’den fazla türle temsil edilmektedir (Gravesen ve ark., 1994) (Şekil 6b).

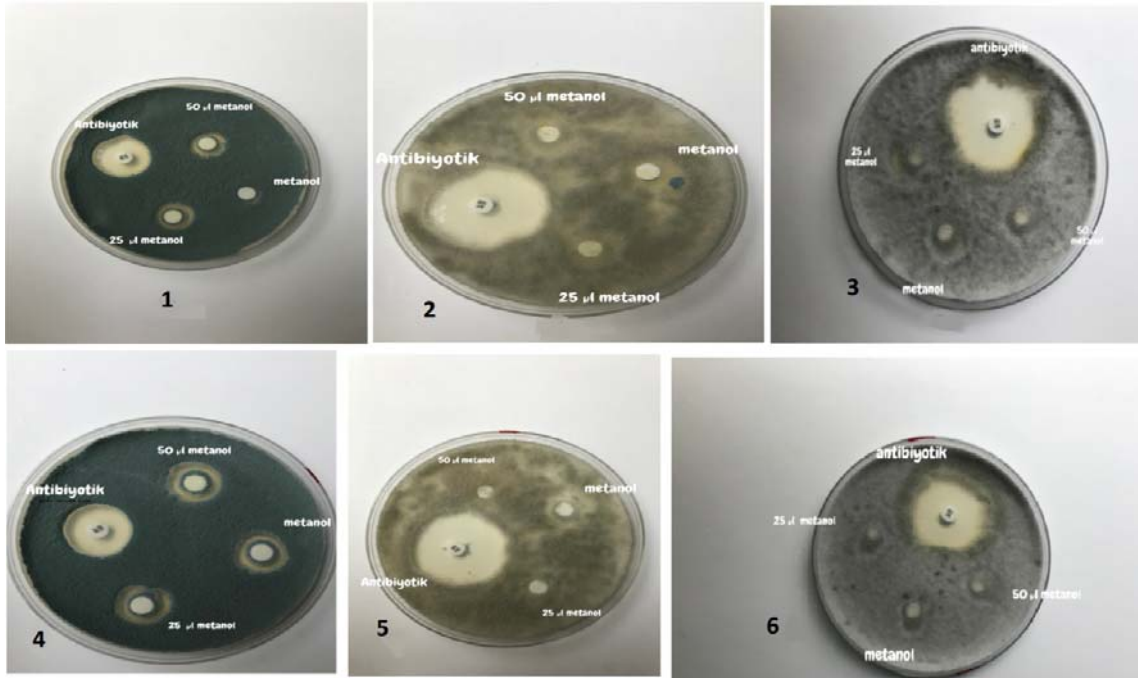
Botrytis cinerea Pers. genellikle nekrotrofik patojenlerdendir. Konakçı hücre ölümlerine yol açarlar. 200'den fazla bitkide gri küf hastalığına neden olmaktadır. Fungisit direnci geliştirme eğilimi yüksektir. Konidileri ve sklerotia denilen yapıları uzun süre hayatta kalabilmektedir (Uysal & Erkilic, 2022) (Şekil 6c).



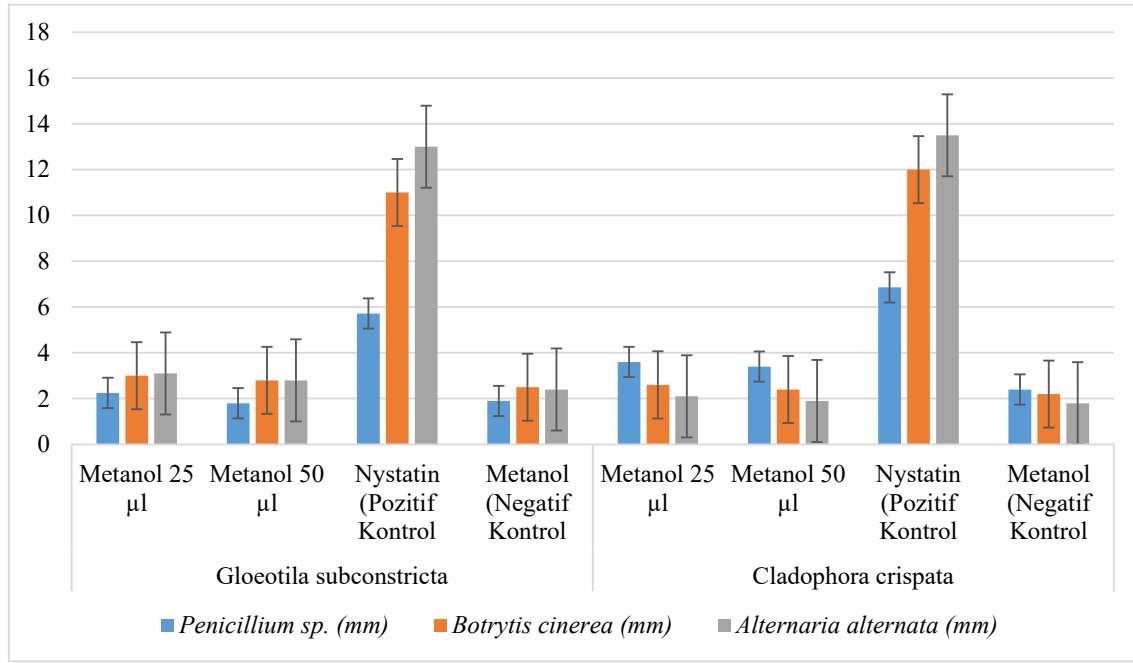
Şekil 6. a. *Penicillium* sp., b. *A. alternata*, c. *B. cinerea*

3.3. Antifungal Aktivite

C. crispata ve *G. subconstricta* örneklerinin metanol (25µl ve 50 µl) çözücülerıyla oluşturulan tampon ekstraktları, *Penicillium* sp, *B. cinerea* ve *A. alternata* kültürleri içine inoküle edildikten sonra oluşan inhibisyon zonları kumpas ve milimetrik kağıt yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 7-8).



Şekil 7. 1. *G. subconstricta* Metanol Ekstraktlarının *Penicillium* sp. Üzerine Etkisi a. 25 µl b. 50 µl 2. *G. subconstricta* Metanol Ekstraktlarının *B. cinerea* Üzerine Etkisi a. 25 µl b. 50 µl 3. *G. subconstricta* Metanol Ekstraktlarının *A. alternata* Üzerine Etkisi a. 25 µl b. 50 µl Ekstraktı. 4. *C. crispata* Metanol Ekstraktlarının *Penicillium* sp. Üzerine Etkisi a. 25 µl b. 50 µl 5. *C. crispata* Metanol Ekstraktlarının *B. cinerea* Üzerine Etkisi a. 25 µl b. 50 µl 6. *C. crispata* Metanol Ekstraktlarının *A. alternata* Üzerine Etkisi a. 25 µl b. 50 µl



Şekil 8. *C. crispata*, *G. subconstricta*'nın Antifungal Etki Grafiği

4. TARTIŞMA

Çalışmada, *C. crispata* ve *G. subconstricta*'nın 25 µl ve 50 µl'lik metanol ekstraktları *Penicillium sp.*, *B. cinerea* ve *A. alternata* üzerinde antifungal aktivite açısından disk difüzyon yöntemiyle denenmiş ve alg ekstraktlarının özellikle *B. cinerea* ve *A. alternata* üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Penicillium sp. ve *B. cinerea* fungusları *C. crispata* algine karşı duyarlılık göstermiş, *A. alternata* ise direnç göstermiştir. *C. crispata*'nın 25µl metanol ekstraktının diğerine göre daha etkili olduğu ve genelde orta düzeyde etki gösterdiği kaydedilmiştir (Şekil 7, 8).

G. subconstricta algine karşı *A. alternata* ve *B. cinerea* duyarlılık; *Penicillium sp.* ise diğerlerine nispeten direnç göstermiştir (Şekil 7,8).

Cladophora insignis'in distile su, methanol+distile su, DMSO, methanol ve etanol ekstraktlarıyla yapılan antifungal çalışmada, *Candida albicans* fungusu üzerindeki etkisi test edilmiş ve *C. insignis*'in etanol ekstraktının diğerlerine oranla en yüksek etkiyi (22.7 mm) gösterdiği ifade edilmiştir (Uç, 2024).

Nagai ve arkadaşlarının Dinoflagellatlardan elde edilen 12 polieter bileşiği, bazı fungus ve bakteriler üzerine disk difüzyon yöntemiyle denedikleri araştırmada, *Aspergillus niger*, *Penicillium funiculosum*, *Candida rugosa*, *Escherichia coli*, *Bacillus megaterium* ve *Staphylococcus aureus*'a karşı bu algerin büyümeyi inhibe edici aktivite gösterdiği ifade

edilmiştir (Nagai ve ark., 1990).

Bazı siyanobakteri ekstraktlarının kullanıldığı antifungal aktivite çalışmasında *Trichophyton mentagrophytes*, *Aspergillus flavus*, *Candida albicans*'a karşı orta düzeyde sonuçlar elde edilmiştir (Bonjouklian ve ark., 1991).

Halimeda sp.'nin antifungal aktivitesinin test edildiği çalışmada, bu algin *Candida albicans* ve *Aspergillus niger*'e karşı antifungal aktivite gösterdiği kaydedilmiştir (Saleh & Al-Mariri 2017).

Spirogyra aequinoctialis'in *Candida albicans* ATCC 10239'a karşı antifungal test çalışmasında, Etanolle hazırlanan ekstraktlarda inhibisyon zonlarının 8.0–14.0 mm olduğu gözlenmiş ve etkili bir biyoaktivite gösterdiği ifade edilmiştir. n-bütanol ekstraktında ise herhangi bir etki gözlenmediği kaydedilmiştir (Pabuçcu & Demiriz Yücer, 2022). Bu çalışmada ise kullanılan metanol ekstraktlarının funguslara karşı 0.10-7.00 mm zon aralığında inhibisyon tespit edilmiştir. Çalışılan alg türleri, orta ve üzeri düzeyde antifungal etkide bulunmuştur (Şekil 7, 8).

5. SONUÇ

Sonuç olarak, tarımsal alanlarda ve toplumda sık görülen fungal enfeksiyonların tedavisi uzun sürmekte ve yüksek maliyet gerektirmektedir. Bu tür enfeksiyonlar, insanlarda ve tarımsal ürünlerde yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir. Bu konuda kullanılan antifungal ajanların etkisi sınırlı düzeyde kalmakta, dolayısıyla yeni bileşiklere her geçen gün ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmada seçilen alglerin orta ve üzeri düzeyde antifungal aktivite göstermeleri, onlarda bulunan metabolitlerin izole edilmesini gerekli kılmaktadır. Etken maddelerin izolasyonu için alglerin kitlesel üretimlerinin gerçekleştirilmesi ve farmasötik olarak değerli ürüne dönüştürülmesi tavsiye edilmektedir.

Teşekkür

Çalışmamıza destek veren Erzincan Tarım İl Müdürlüğü'ne, Bahçe Kültürleri Mikrobiyoloji Laboratuvar personeline, Selahattin ALBAYRAK ve Yılmaz KARABIÇAK'a çok teşekkür ederiz.

Yazar Katkıları

Yazının/çalışmanın ortaya çıkması ve sürdürülmesinde fikir/görüş sahibi olma ya da katkıda bulunma: K.P.; Plan ve tasarlama: S.Ç., K.P.; Revizyon, denetim veya gözden geçirme: K.P.; Finansal destek sağlama: S.Ç.; Verilerin toplanması veya toplanan verilerin analize

hazırlanması için işleme: S.Ç., K.P.; Veri analizi veya analizin yorumlanması: K.P.; Literatürün gözden geçirilmesi: S.Ç., K.P.; Makalenin/Çalışmanın yazımı: S.Ç., K.P.; Son kontrol etme ve gözden geçirme: S.Ç., K.P.

Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Finansal Destek

Bu çalışmada finansal destek bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Altuner, Z., Pabuçcu, K., & Türkekul, İ. (2002). *Tohumuz Bitkiler Sistematigi*. Ankara: Altan Matbaacılık, 1. Cilt., s. 105, Ankara.
- Andersen, R. A. (2013). *Handbook of Microalgal Culture: Applied Phycology and Biotechnology*. Richmond, A. & Hu, Ç. (Ed.). New Jersey, ABD: Blackwell Publishing.
- Biondi, N., Piccardi, R., Margheri, M. C., Rodolfi, L., Smith, G. D., & Tredici, M. R. (2004). Evaluation of Nostoc strain ATCC 53789 as a potential source of natural pesticides. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(6), 3313–3320.
- Bonjouklian, R., Smitka, T. A., Doolin, L. E., Molloy, R. M., Debono, M., & Shaffer, S. A. (1991). Tjipanazoles, new antifungal agents from the blue-green alga *Tolypothrix tjipanansensis*. *Tetrahedron*, 47, 7739–7750.
- Chapmann, C. (1973). *The Algae*. London: Macmillan Press.
- Deniz Candan, E., & Taş, B. (2014). Melet Irmağında (Ordu) *Cladophora crispata*'da bazı ağır metal düzeyleri. *Journal of Fisheries Sciences*, 8(2), 104-113.
- Duke, J.A. (2002). *Handbook of Medicinal Herbs*. Bogenschutz-Godwin, M.J., Doke, P.A., Duce, J., (Ed.) Second Edition. USA: CRC Press.
- El-Sheekh, M.M., Osman, M.E.H., Dyab, M.A., & Amer, M.S. (2006) Production and characterization of antimicrobial active substance from the cyanobacterium *Nostoc muscorum*. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 21, 42-50.
- Findlay, D.L.H.J. (1979) A Species List and Pictorial Reference to the Phytoplankton of Central and Northern Canada, Part I-II. Fisheries and Marine Service Manuscript Reports, 1503. Erişim Adresi: <https://mspace.lib.umanitoba.ca/server/api/core/bitstreams/de1385eca29c-44d6-bb30-401009ffaa87/content>
- Guiry, M.D., & Guiry, G.M. (2022). *Algaebase*. World-Wide Electronic Publication, National University of Ireland, Galway. Erişim Adresi: <http://www.algaebase.org>
- Hussein, H.S., & Brasel, J.M. (2001). Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals. *Toxicology*, 167(2), 101-134.
- Kaya, B., & Nüket, N. (2021), *Alternaria* Genusu Üyelerinin Meyve ve Sebzeler Üzerine Etkileri. *The Journal of Fungus*, 12(2)223-239.
- Kaya, B. & Zorba, N.N. (2021). *Alternaria* Genusu Üyelerinin Meyve ve Sebzeler Üzerine Etkileri. *Mantar Dergisi*, 12(2), 223-239.
- Kellam, S. J., Cannell, R. J. P., Owsianka, A. M., & Walker, J. M. (1988). Results of a large-

- scale screening programme to detect antifungal activity from marine and freshwater microalgae in laboratory culture. *British Phycological Journal*, 23(1), 45–47.
- Lawrence, D.P., Gannibal, P.B., Peever, T.L. & Pryor, B.M. (2013). The sections of *Alternaria*: formalizing species-group concepts. *Mycologia*, 105, 530-546.
- Lund H.C., & Lund, J.W.G. (1995). *Freshwater Algae*. Bristol, England: Biopress Limited.
- Nagai, H., Satake, M., & Yasumoto, T. (1990), Antimicrobial activities of polyether compounds of dinoflagellate origins. *Journal of Applied Phycology*, 2, 305-308.
- Pabuçcu, K., & Demiriz Yücer, T. (2022). *Spirogyra aequinoctialis*'in Farklı Çözgenler ile Hazırlanan Ekstraktlarının Antibakteriyal ve Antifungal Etkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(5), 927-932.
- Prescott, G.W. (1973). *Algae of the Western Great Lake Area*.
- Prescott, G.W. (1975). *Freshwater Algae*. Dubuque Iowa: Brown Publishing Company
- Round, F.E. (1984). *The Ecology of Algae*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Torelli, E., Ferraro, G., Locci, R., & Gobbi, E. (2006). Ochratoxin A-producing strains of *Penicillium* spp. isolated from grapes used for the production of “passito” wines. *International Journal of Food Microbiology* 106, 307-312.
- Uç, O. (2024). *Dicle Nehri'nden (Diyarbakır) İzole Edilen Makro-Alglerin Bazı Farmasötik (Antimikrobiyal, Antioksidan) Özelliklerinin Belirlenmesi* (Doktora Tezi). Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Uysal, S., & Erkiş, A. (2022). Silifke çilek alanlarında fungal sorunların saptanması ve *Botrytis cinerea* izolatlarının bazı fungusitlere duyarlılığının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3), 384-395.