



Alınış tarihi (Received): 29.12.2016
Kabul tarihi (Accepted): 12.04.2017

Baş editor/Editors-in-Chief: Ebubekir ALTUNTAŞ
Alan editörü/Area Editor: Mustafa BAYRAM

***Oscillatoria* Türlerinin Tıbbi Özelliklerinin Araştırılması**

Köksal PABUÇCU^a Tuğba DEMİRİZ YÜCER^{b,*}

^aGaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 60240, Tokat-Türkiye

^bKarabük Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 78050, Karabük-Türkiye

*Sorumlu yazar e-posta: tugbademiriz@gmail.com

ÖZET: Siyanobakteriler içindeki en önemli gruplardan biri olan *Oscillatoria* türleri, yeryüzündeki farklı (deniz, tatlı, acı) su ortamlarında yaşayabilen ve ekstrem şartlara dayanıklı türlerdir. Özellikle sığ sularda yayılış gösterirler. Bu türler, ilaç hammaddesi olabilecek temel bileşenleri içerdikleri ve daha az toksik oldukları için, tıbbi açıdan önem arz etmektedirler. Son yıllarda, tıbbi açıdan bu algelere olan ilgi artmaktadır. Bu çalışmada, *Oscillatoria* türlerinden elde edilen moleküllerin antibiyotik, antiviral, antikanser, antifungal, antibakteriyel, antiinflamatuvar özellikleri ve bazı farmakolojik etkileri ortaya konulmuş; onların tıbbi özellikleri konusunda yapılan araştırmalar tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler – *Cyanobacteria*, *Oscillatoria*, antimikrobiyal, antioksidan, antikanser

Investigation of the Medical Features of *Oscillatoria* Species

ABSTRACT: *Oscillatoria* species, one of the most important groups in Cyanobacteria, are species that survive in different (sea, fresh, brackish water) aquatic environments on earth and are resistant to extreme conditions. In particular, they are distributed in shallow waters. These species are medically important because they contain essential components that may be drug raw materials and are less toxic. In recent years, the interest in these algae is increasing in medical terms. In this study, the antimicrobial, antiviral, anticancer, antifungal, antibacterial, antiinflammatory properties and some pharmacological effects of the molecules obtained from *Oscillatoria* species have been revealed and researches on their medical characteristics have been discussed.

Keywords – *Cyanobacteria*, *Oscillatoria*, antimicrobial, antioxidant, anticancer

1. Giriş

Siyanobakteriler, klorofil a ve fikobilin sentezleme yeteneğine sahip, fotosentetik organizmalardır (Rippka ve ark., 1979). Primer üreticiler olmaları nedeniyle, biyosferde oldukça önemli bir rol üstlenmişlerdir. Siyanobakterilerin bir çoğu, atmosferik azotu fikse edebilme özelliğine sahiptir (Whitton ve Potts, 2000). Siyanobakteriler, yeryüzündeki en yaygın organizma grupları arasındadır. Özellikle tüm sucul habitatlarda ve hatta nemin bulunduğu karasal alanlarda dahi geniş bir dağılım gösterirler. Kaplıcalar, buzul gölleri, aşırı tuzlu ve sıcak ortamlar gibi ekstrem şartların da yer aldığı birçok habitatta yaşayabilirler.

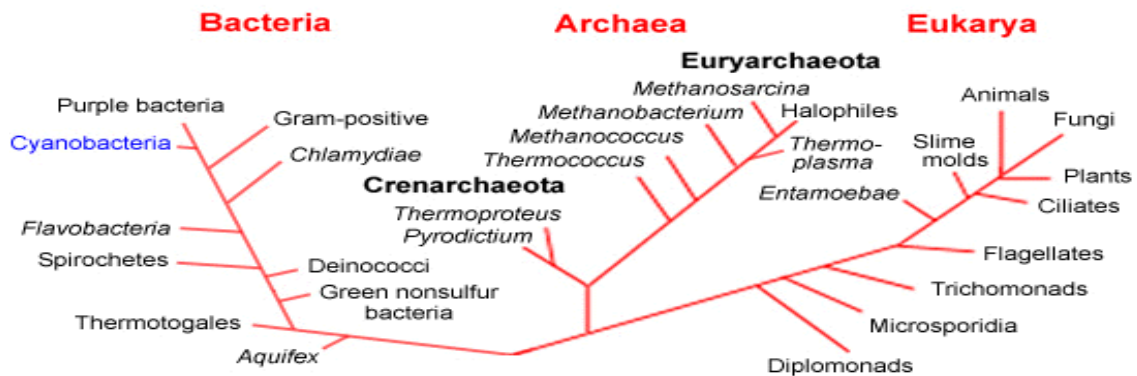
Siyanobakteriler, gıda açısından, insan ve hayvan beslenmesinde kullanılan önemli biyoaktif molekül kaynaklarıdır. Bu moleküller hem beslenme, hem de sağlık açısından büyük öneme sahiptir. Son yirmi yılda siyanobakterilerden elde edilen biyoaktif moleküllerin antibiyotik, antiviral, antikanser, antifungal, antibakteriyal, antiinflamatuvar etkilerinin yanı sıra hipokolestrolemik, enzim inhibisyonu ve diğer bazı farmakolojik etkileri de ortaya çıkarılmıştır. Dünyada, çeşitli antibiyotik ve farmasotik aktif bileşiklerin eldesi için, siyanobakterilerin fotobiyoreaktörlerde kitlesel üretimleri de yapılmaktadır. Bu doğal ürünler, sadece ilaç hammaddesi olarak değil, sentetik moleküllerin yapımında, birer yapısal model olarak da görev almaktadırlar (Quinn ve ark., 1993; El-Sheekh ve ark., 2006). Son yıllarda, siyanobakterilerin tür teşhislerinde, PCR temelli DNA fingerprint moleküller analizlerinden de istifade edilmeye başlanmıştır (Neilan ve ark., 1995).

Bu derlemede, *Oscillatoria* türlerinin tıbbi özellikleri konusunda kendi yaptığımız çalışmalar ve bu konuda dünyada yapılmış diğer bazı araştırmalar değerlendirilerek, bu organizmaların farmakolojik etkileri incelenmiştir.

2. Siyanobakteriler

2.1 Siyanobakterilerin Genel Özellikleri

Siyanobakteriler, Eubacteria domaini içerisinde yer alırlar ve 16S rRNA gen sekans analizlerine göre, daha çok Gram-pozitif bakterilere yakındırlar (Şekil 2.1). Özellikle *Clostridium* sp. ve *Bacillus* sp. gibi düşük G + C grubu ile benzerlik göstermektedir (Castenholz, 2001).



Şekil 2.1. rRNA gen dizilimine göre *Cyanobacteria*'nın üç temel grup içindeki konumu

Figure 2.1. According to the rRNA gene sequence, the position of *Cyanobacteria* in three basic groups (Madigan et al., 2003)

Siyanobakteriler, yeryüzünde yaklaşık 3.5 (~ 3.8) milyar yıl önce ortaya çıkan ilk hayat formlarındandır. Avustralya yakınlarında bulunan stromatolitlerde (kil+ siyanobakteri kolonisi) rastlanmıştır. Bulunan bu organizmaların ipliksi prokaryotlardan (Cyanobacteria) olduğu tespit edilmiştir (Campbell ve Reece, 2008). Milyarlarca yıl boyunca hiç değişmeden kalan bu güçlü organizmalar, yeryüzündeki sucul ve nemli karasal birçok ekosistemdeki temel üreticilerdir. Son derece ekstrem habitatlarda yaşayabilirler. Temiz - kirli, sıcak -soğuk, acı-tatlı-tuzlu, yüzeysel veya derin, tüm sularda bulunabilirler. Hatta denizlerin binlerce metre derinliklerindeki volkanik bacaların yakınlarında çok yüksek sıcaklıklarda yaşayabilirler. Kısacası, bu son derece güçlü organizmalar, nemin bulunduğu karasal ortamlarda, hatta kurak denilebilecek alanlarda bile kist formunda yaşayabilirler (Altuner ve ark., 2003). Düşük oksijen şartlarına tolerans gösterebilir, gerektiğinde H₂S bile kullanabilir, üstelik yüksek dozda ultraviyole ışınlarına ve radyasyona karşı direnç gösterebilirler (Whitton ve Potts, 2000).

Siyanobakteriler en son taksonomik kategorizasyona göre, bir sınıf (Cyanophyceae) ve 9 takım içerisinde sınıflandırılmaktadır. Bu takımlar;

- 1-Chroococcales
- 2-Chroococciopsidales
- 3-Gleobacterales
- 4-Nostocales
- 5-Oscillatoriales
- 6-Pleurocapsales
- 7-Pseudanabaenales
- 8-Spirulinales
- 9-Synechococcales'tir (Guiry ve Guiry, 2016).

2.2 Siyanobakterilerin Uygulama Alanları

Siyanobakteriler çeşitli şekillerde insanlığa yarar sağlayan potansiyel organizmalardır. Siyanobakteriler gıda, yakıt, gübre, tıp gibi çeşitli endüstrilerde ve kirlilikle mücadele gibi uygulamalarda sürekli bir potansiyel oluşturmaktadırlar.

Gıda

Algal proteinler (alglerden elde edilen proteinler) ya katkı maddesi olarak ya da alternatif bir kaynak olarak dünyanın ilgisini çekmektedir. Bazı *Anabaena* ve *Nostoc* suşları Şili, Meksika, Peru ve Filipinlerde gıda maddesi olarak tüketilmektedir. *Nostoc commune*, yüksek miktardaki lif ve orta derecedeki protein içeriği ile yeni bir diyet kaynağı olarak potansiyel kullanıma sahiptir. *Spirulina* besin içeriği ve sindirilebilirliği ile gıda katkısı olarak kullanılmaktadır. *Spirulina* %60-70 oranında protein, %20 karbonhidrat, %5 lipit, %7 mineral ve %6 su içermektedir. *Spirulina* ayrıca beta-karoten, thiamin (B₁), riboflavin ve vitamin B₁₂'nin en zengin kaynaklarından biridir. Ticari olarak toz, granül, tablet ya da kapsül halinde marketlerde satılmaktadır (Belay ve ark., 1993).

Kimyasallar

Pigmentler, vitaminler ve enzimler gibi hassas kimyasalların çoğu Siyanobakterilerden ticari olarak elde edilmektedir. Siyanobakterilerin büyük bir kısmı vitamin bakımından zengindir ve çevrelerine salgırlar. Bazı deniz Siyanobakterileri B-kompleks grubu

vitaminler ve E78 gibi ticari önemi olan vitaminlerin büyük ölçekli potansiyel kaynaklarıdır. Karatenoidler ve fikobiliproteinler büyük ticari öneme sahiptirler.

Siyanobakteriler tarafından sentezlenen enzimler ticari olarak kullanılmaktadır. Örneğin laktamaz, proteaz ve lipaz gibi enzimlerin büyük ölçekli olarak üretimi denizel Siyanobakteriler kullanılarak yapılmaktadır. Alkalın fosfotaz aktivitesi ile organik fosforu mineralize eden Siyanobakteriler ile ilgili çalışmalar yayımlanmıştır. Kitinaz, Lasparajinaz, L-glutaminaz, amilaz, proteaz, lipaz, selulaz, üreaz ve süperoksit dismutaz gibi enzimler Siyanobakterilerden elde edilmektedir. Siyanobakteriler tarafından amonyak ve amino asitlerin fotoüretimi bildirilmiştir. *N. muscorum* ve *Hapalosiphon fontinalis* tarafından salınan ekstraselüler gelişmeyi-destekleyici maddelerin analizi, serin, arjinin, glisin, aspartik asit, threonin, glutamik asit, sistin, prolin, valin, ornitin, lisin, hisitidin ve izolösin gibi amino asitleri içerdiğini göstermiştir (Gault ve Marler, 2009).

Farmasötikler

Siyanobakteriler, bilinen ve geniş farmasötik uygulamaları ile toksinleri içeren yeni biyoaktif bileşenlerin en zengin kaynaklarından birisidir. *Lyngbya lagerheimii* ve *Phormidium tenue*'den elde edilen deniz Siyanobakteriyel bileşiklerin anti-HIV aktivitesi bildirilmiştir. Ayrıca, deniz Siyanobakterilerinden elde edilen ekstraktların antiviral, antibakteriyel, antifungal ve immuno-modülatör ve anti-candida aktivitesine sahip oldukları gözlenmiştir. Medikal önemi olan gamma linolenik asit (GLA) *Spirulina platensis* ve *Arthrospira* sp. de oldukça zengindir, bu madde insan vücudunda kolaylıkla arakhidionik asit ve daha sonra prostoglandin E₂'ye dönüştürülmektedir. Prostoglandin E₂ kan basıncını düşürücü etkiye sahiptir ve de lipit metabolizmasında önemli bir rol oynamaktadır (Gault ve Marler, 2009).

Gübre

Azot fikse eden Siyanobakteriler pirinç yetişen tropikal toprakların verimliliğine katkıda bulunmaktadırlar. Heterosist oluşturan Siyanobakteriyel suşlar, pirinç tarlalarını kolonize edebilirler ancak heterosist içermeyen birçok Siyanobakteri atmosferik azotu mikroaerofilik koşullar altında fiske edebilmektedir. Pirinç tarlalarının verimliliğinin korunmasında azot fikse eden Siyanobakterilerin rolü kanıtlanmıştır. Siyanobakteriyel inokülasyonun yararlı etkileri arpa, yulaf, domates, turp, pamuk, şekerpancarı, mısır, kırmızıbiber, marul gibi diğer ekinlerde de gösterilmiştir. Pirincin kültüre alınmasında organik bir gübre olarak *Azolla*'nın önemi iyi değerlendirilmekte ve birçok ülkede yaygın şekilde kullanılmaktadır. Siyanobakteriyel simbiyont *Anabaena-azollae*'nin birim hektar başına 120-312 kg azot fikse ettiği tahmin edilmektedir. Algler ve Siyanobakteriler oksijen oluşumuna ve mineralizasyona neden oldukları için farklı yollardan atık arıtılmasında yarar sağlamaktadırlar.

National Facility for Marine Cyanobacteria (NFMC)'daki çalışmalar pestisitler, deterjanlar, antibiyotikler ve diğer molekülleri içeren zararlı atıkların ve lignolitik aktivitelerinden dolayı katı atıkların büyük bir kısmının arıtılması amacıyla kullanılan etkili Siyanobakterileri tanımlamışlardır. Bu nedenlerden dolayı birçok ülke, Siyanobakteriyel biyoçeşitliliği korumak ve anlamak, ayrıca da kirliliğin azaltılması gibi çeşitli uygulamalar da kullanmak için çalışmalar yapmaktadır (Thajuddin ve Subramanian, 2005).

3. Araştırılan Tıbbi Özellikler

3.1 Antibakteriyel Fonksiyonu

Katırcıoğlu ve ark. (2006)'nin mikroalglerle yaptığı çalışmada çözücü olarak metanol, kloroform, aseton, etanol, eter kullanılmış ve *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Bacillus thuringiensis* RSKK 380, *Bacillus cereus* RSKK 863, *Bacillus megaterium* RSKK 578, *Yersinia enterocolitica* ATCC 1501, *Escherichia coli* ATCC 11230, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Micrococcus luteus* NRLLB-4375, *Micrococcus flavus*, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 29212' a karşı antibakteriyel aktiviteleri belirlenmiş olup aseton ve eter ekstraktlarının gram(-) bakterilere, metanol ekstraktlarının ise gram(+) bakterilere, etanol ekstraktlarının ise hem gram(-) hemde gram(+) bakterilere karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. *Oscillatoria* sp. (mogan)' nin en yüksek aktiviteyi metanol ekstraktı ile, *O. sp. SF'* nin ise eter ekstraktı ile gösterdiği tesbit edilmiştir.

Sethubati ve Prabu (2010)'nun *Oscillatoria* sp., *Phormidium* sp. ve *Lyngbya majuscula* siyanobakterileriyle yaptığı çalışmada; en yüksek aktiviteyi *Oscillatoria* sp., en düşük aktiviteyi ise *L. majuscula* ile hazırlanan ekstraktın gösterdiği tesbit edilmiştir.

Demiriz ve ark. (2011)'nin *Oscillatoria limosa*, *O. limnetica*, *Phormidium tenue*, *Chlorella vulgaris*, *Spirulina major* ile yaptığı çalışmada çözücü olarak metanol, etanol, n-butanol, aseton, heksan, 0,5 M tris-HCl pH 8,00 kullanılmıştır. *O. limosa*'nın etanol ekstraktı *Salmonella enteritidis* ATCC 13076' e karşı en yüksek aktiviteyi göstermiştir. *Staphylococcus aureus* ATCC 19213 ve *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ekstraktlara karşı direnç göstermiştir. *O. limnetica*'nın tampon ekstraktı *Staphylococcus aureus* ATCC 19213 'a karşı en yüksek aktiviteyi göstermiştir. *Escherichia coli* O157:H7'nin en dirençli mikroorganizma olduğu tesbit edilmiştir.

Prabakaran (2011)' in çeşitli *Oscillatoria* türleri ile yaptığı çalışmada çözücü olarak etil asetat, piridin, n-butanol ve su kullanılmıştır. *Oscillatoria* sp, *O. subbrevis*, *O. amphibia* ve *O. chlorina* 'nın kullanıldığı çalışmada *O. amphibia*' nin piridin ekstraktı *Salmonella typhi*' ye karşı en yüksek aktiviteyi göstermiştir. *Bacillus cereus* MTCC 6909'un en dirençli mikroorganizma olduğu tesbit edilmiştir.

Abd El-Aty ve ark. (2014)' nin *Anabaena sphaerica* ve *Oscillatoria agardhii* ile yaptığı çalışmada çözücü olarak metanol, aseton ve su kullanılmıştır. Gram-negatif bakteriler; *Escherichia coli* ATCC 13706, *Salmonella typhimurium* ATCC6538, *Salmonella senftenberg775w*, ATCC43845, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC10145 ve Gram-pozitif bakteriler; *Enterococcus faecalis* ATCC 43845, *Enterococcus faecium* DSMZi 25389, *Staphylococcus aureus* ATCC43300 kullanılmıştır. *O. agardhii* aseton ekstraktının *Salmonella senftenberg775w*'e karşı en yüksek aktiviteyi gösterdiği tesbit edilmiştir.

Fadoul ve Juntawong (2014)'un *Chara* sp., *Oscillatoria* sp., *Chlorella* sp. ve *Dunaliella salina* ile yaptığı çalışmada çözücü olarak metanol, dietil eter ve kloroform kullanılmış, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas* sp. *Bacillus* sp. mikroorganizmaları üzerine antibakteriyel aktiviteleri incelenmiştir. *Oscillatoria* sp. metanol ekstraktı *S. aureus*'a karşı en yüksek aktiviteyi göstermiştir. Dietil eter ekstraktının mikroorganizmalara karşı oldukça düşük aktivite gösterdiği tesbit edilmiştir.

Abo-State ve ark. (2015)'nin *Oscillatoria sp.*, *Nostoc sp.*, *Nostoc muscorum*, *Nostoc piscinale*, *Phormidium sp.*, *Anabaena flos-aquae*, *Spirulina platensis* ile yaptığı çalışmada çözücü olarak hekzan, kloroform, etil asetat, etanol, su kullanılmıştır. Gram negatif bakteriler; *Escherichia coli*, *Aeromonas hydrophila*, *Salmonella enterica* S 1180, *Klebsiella pneumoniae* K 51, *Vibrio cholera* V116, *Salmonella paratyphi* ve gram pozitif bakteriler; *Staphylococcus aureus* S 1426, *Listeria monocytogenes* L 49 dır. *Oscillatoria sp.* için en iyi çözücünün kloroform olduğu, kloroform ekstraktının *E.coli*'ye karşı en yüksek aktiviteyi gösterdiği tesbit edilmiştir. Hekzan ve su ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı bir etkisinin olmadığı bulunmuştur.

Osman ve ark. (2015)'nin *Fischerella sp.*, *Oscillatoria sp.*, *Anabaena sp.* ile yaptığı çalışmada Gram-pozitif bakteriler; *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus cereus* ATCC 33018, Gram-negatif bakteriler *Escherichia coli* ATCC 8739, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028, çözücü olarak hekzan ve metanol kullanılmıştır. *Oscillatoria sp.*'nin metanol ekstraktı *S.aureus* ATCC 25923'a karşı en yüksek aktiviteyi göstermiştir. *P. aeruginosa* ATCC 9027'nin en duyarlı mikroorganizma olduğu tesbit edilmiştir.

Yapılan antibakteriyal aktivite çalışmaları incelendiğinde *Oscillatoria* türlerinin çalışılan diğer türlere oranla daha yüksek antibakteriyal etki gösterdiği, birçok mikroorganizma türüne değişen oranlarda etkili olduğu bu nedenle iyi bir antibakteriyal bileşik olarak kullanılabileceği belirlenmiştir (Tablo 3.1).

3.2 Antifungal Fonksiyonu

Katircioğlu ve ark. (2006)'nin mikroalglerle yaptığı çalışmada çözücü olarak metanol, kloroform, aseton, etanol, eter kullanılmış ve *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces cerevisiae* 2SI TP(3-2)'ye karşı antifungal aktiviteleri araştırılmıştır. *Oscillatoria sp.* türünün antifungal aktivitesi olduğu tesbit edilmiştir.

Pawar ve Puranik (2008)'in *Oscillatoria limosa*, *O. amphibia*, *O. ornata* ile yaptığı çalışmada mikroorganizma olarak *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Colletotrichum musae*, *Fusarium oxysporum*, *Paecilomyces lilacinus*, çözücü olarak su, metanol, n-propanol, petroleter kullanılmıştır. *O. limosa* petrol eteri ekstraktı ve *O. ornata* su ekstraktlarının hiçbir mikroorganizma türüne antifungal aktivite göstermediği, *O. limosa* metanol ekstraktının ise *P. lilacinus* türüne karşı en yüksek antifungal aktiviteyi gösterdiği tesbit edilmiştir.

Madhumathi ve ark. (2011)'nin *Oscillatoria latevirs*, *Phormidium corium*, *Lyngbya martensiana*, *Chroococcus minor*, *Microcystis aeruginosa* ile yaptığı çalışmada mikroorganizma olarak *Micrococcus mutans*, *Klebsiella pneumoniae*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida albicans*, çözücü olarak etanol ve aseton kullanılmıştır. *O. latevirs* metanol ekstraktının *M. mutans*, etanol-metanol ekstraktlarının *K. pneumoniae*, dietil eter ekstraktlarının *C. albicans* üzerine antifungal aktivite gösterdiği tesbit edilmiştir.

Prabakaran (2011)'in çeşitli *Oscillatoria* türleri ile yaptığı çalışmada çözücü olarak etil asetat, piridin, n-butanol ve su kullanılmıştır. *Aspergillus oryzae*, *A. flavus*, *A. koeningii*, *Candida albicans*, *A. wentii* kullanılan mikroorganizmalardır. Su ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı hiç aktivite göstermediği ve etil asetat ekstraktlarının ise az

aktivite gösterdiği bulunmuştur. *O. subbrevis* türünün kullanılan diğer türlere oranla daha iyi aktivite gösterdiği tesbit edilmiştir.

Fadoul ve Juntawong (2014)'un *Chara sp.*, *Oscillatoria sp.*, *Chlorella sp.* ve *Dunaliella salina* ile yaptığı çalışmada çözücü olarak metanol, dietil eter ve kloroform kullanılmış, *Candida albicans* üzerine antifungal aktiviteleri incelenmiştir. *Oscillatoria sp.*'nin metanol ekstraktının iyi aktivite gösterdiği, dietil eter ve kloroform ekstraktlarının ise hiç aktivite göstermediği tesbit edilmiştir.

Abo-State ve ark. (2015)'nin *Oscillatoria sp.*, *Nostoc sp.*, *Nostoc muscorum*, *Nostoc piscinale*, *Phormidium sp.*, *Anabaena flos-aquae*, *Spirulina platensis* ile yaptığı çalışmada çözücü olarak hekzan, kloroform, etil asetat, etanol, su, mikroorganizma olarak *Tirchoderma viride* F94, *Candida tropicalis* Y26, *Saccharomyces cerevisiae* Y39 ve *Aspergillus terreus* F98 kullanılmıştır. *O. sp.* ekstraktlarının *Candida tropicalis* Y26 ve *Saccharomyces cerevisiae* Y39'a karşı antifungal aktivite gösterdiği tesbit edilmiştir.

Osman ve ark. (2015)'nin *Fischerella sp.*, *Oscillatoria sp.*, *Anabaena sp.* ile yaptığı çalışmada mikroorganizma olarak *Aspergillus niger* nr1 326 ve *Candida albicans* ATCC 1023 kullanılmıştır. Ekstraktların hiçbirinin mikroorganizmalara karşı aktivite göstermediği tesbit edilmiştir.

Yapılan antifungal aktivite çalışmaları incelendiğinde *Oscillatoria* türlerinin bazı funguslara kısmi etki gösterdiği bazılarına ise hiç etki göstermediği bu nedenle antifungal etkisinin sınırlı olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.1).

3.3 Antioksidan Fonksiyonu

Demirel ve ark. (2012)'nin yaptığı çalışmada *Oscillatoria amphibia* (Ege Macc-14, Acıgöl-Denizli, Türkiye) antioksidan etkileri, *Spirulina platensis*'in ham ekstrakt ve fikosiyaniini ile karşılaştırılmıştır. Ham ekstrakt ve C-fikosiyaniinlerin antioksidan potansiyelleri DPPH serbest radikal ve hidroksil süpürme aktivite testleriyle belirlenmiştir. Sonuç olarak her iki siyanobakterinin saf C-fikosiyaniinleri sitotoksik ve antioksidan aktivite göstermeleriyle birlikte en yüksek değerler *O. amphibia* ekstraktları için bulunmuştur.

Krishnaraj ve ark. (2012)'nin *Oscillatoria salina*, *Synechococcus*, *Oscillatoria annae*, *Oscillatoria chlorina*, *Spirulina sabsalsa*, *Spirulina platensis* ile yaptığı çalışmada antioksidan aktiviteleri biyokimyasal olarak süperoksit dismutaz ve toplam indirgenmiş glutatyon aktivitesi ile belirlenmiştir. *O. salina*, *O. annae*'nin orta seviyede, *O. chlorina*'nın ise az seviyede antioksidan etkinlik gösterdiği tesbit edilmiştir.

Thangam ve ark. (2013)'nin yaptığı çalışmada *Oscillatoria tenuis*'den elde edilen C-fikosiyaniinin antioksidan aktivitesi belirlenmiştir. Serbest radikal süpürme aktivitesi, hidroksil radikal süpürme aktivitesi, süperoksit radikal süpürme aktivitesi, nitrik oksid radikal süpürme aktivitesi yöntemleri ile etkinlik araştırılmış ve fikosiyaniinin mükemmel antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve sağlıklı gıda ürünlerine ilave olarak doğal bir diyet antioksidanı üretiminde kullanılabileceğini tesbit etmişler.

Abd El-Aty ve ark. (2014)' nın *Anabaena sphaerica* ve *Oscillatoria agardhii* ile yaptığı çalışmada DPPH radikal süpürme aktivitesi metodu kullanılmıştır. Çözücü olarak Metanol, aseton, su; 50-100 ve 150 µg/ml'lik konsantrasyonlar ve BHA standart sentetik antioksidan bileşik olarak kullanılmıştır. Metanol ekstraktının BHA'dan sonra en yüksek aktiviteyi gösterdiği tesbit edilmiştir.

Hossain ve ark. (2016)' nın *Oscillatoria* sp., *Lyngbya* sp., *Microcystis* sp., *Spirulina* sp. ile yaptığı çalışmada Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan güç yöntemi (FRAP) ve DPPH serbest radikali giderme aktivitesi yöntemi kullanılmıştır. FRAP metodu ile en yüksek aktiviteyi *Oscillatoria* sp. (39.63 ± 7.02), DPPH metodu ile en yüksek aktiviteyi *Oscillatoria* sp. (465.31 ± 25.76) onu takiben *Lyngbya* sp. (248.39 ± 11.97)' nin gösterdiği tesbit edilmiştir. Araştırmacılar bu sonuçlara göre *Oscillatoria* sp. ve *Lyngbya* sp.' nin beslenme, eczacılık ve diğer endüstriler için mükemmel bir kaynak olabileceği öngörüsünde bulunmuşlardır.

Yapılan antioksidan aktivite çalışmaları incelendiğinde *Oscillatoria* türlerinin iyi derecede antioksidan etki gösterdiği ve bu etkiden fikosiyenin sorumlu olabileceği belirlenmiştir. Bu sonuçlar *Oscillatoria* türlerinin doğal bir antioksidan besin olabileceği görüşünü desteklemektedir. Türlerin antioksidan özelliklerinin mukayesesi Tablo 3.1'de yapılmıştır.

3.4 Antikanser Fonksiyonu

Shanab ve ark. (2012)' nın siyanobakterilerden *Anabaena flous*, *Anabaena oryzae*, *Nostoc humifusum*, *Nostoc muscorum*, *Oscillatoria* sp., *Spirulina platensis*, *Phormidium fragile*, *Wolleea saccata* ve bir yeşil alg olan *Chlorella vulgaris* ile yaptığı çalışmada insan karaciğer kanseri hücre hattı-HepG2, insan karsinoma hücre hattı- EACC kullanılmıştır. Çalışma sonucunda *N. muscorum* ekstraktlarının kanser hücre hatlarına karşı en yüksek aktiviteyi gösterdiği *Oscillatoria* sp. ekstraktlarının ise onu takip ettiği tesbit edilmiştir.

Nair ve Bhimba (2013)' nın *Oscillatoria spp.* ile yaptığı çalışmada insan göğüs kanseri hücre hattı (MCF-7) ve MTT hücre proliferasyon yöntemi kullanılmıştır. *O. boryana* ekstraktlarında bulunan biyoaktif bileşiklerin mevcudiyeti ile belirtilen hücre hattına karşı antikanser aktivite gösterdiği tesbit edilmiştir.

Thangam ve ark. (2013)' nın yaptığı çalışmada *Oscillatoria tenuis*'den elde edilen C-fikosiyenin antiproliferatif aktivitesi belirlenmiştir. WST-8 metodu kullanılarak HT-29 kolon kanseri hücre hattı ve A549 akciğer kanseri hücre hattı ile çalışılmıştır. Araştırmacılar C-fikosiyenin antikanser ajan potansiyeline sahip doğal bir kaynak olabileceğini belirtmektedirler.

Mukund ve Sivasubramanian (2014)' nın *Oscillatoria terebriformis* ile yaptığı çalışmada insan akciğer kanseri A549 hücre hattı kullanılmıştır. MTT hücre proliferasyon yöntemi ile antikanser aktivite araştırılmıştır. Ortaya çıkan veriler *O. terebriformis* ekstraktlarının apoptozu indüklediğini ve bu nedenle antikanser bir ajan olma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Kyadari ve ark. (2014)'nin çeşitli siyanobakteri türleri ile yaptığı çalışmada HeLa insan rahim kanseri hücre hattı ve MTT hücre proliferasyon yöntemi kullanılmıştır. Çalışılan 11 siyanobakteri türünden 9 tanesi antiproliferatif etki göstermezken *Oscillatoria* sp. ve *Lyngbya officinalis* türleri 220 ve 260 µg/ml'lik konsantrasyonlarda önemli antiproliferatif

etki sergilemiştir. Bu sonuçlar *L. officinalis*'de bulunan lyngbyatoxin-A ve *Oscillatoria* sp.'de bulunan malyngamide-J isimli bileşiklerin antiproliferatif etkiden sorumlu olabileceklerini göstermektedir.

Luo ve ark. (2015)'nin *Oscillatoria* sp. UIC 10045 ile yaptığı çalışmada HT-29 insan kolon kanseri hücre hattı ve MDA-MB-435 insan melanom hücre hattı kullanılmıştır. Siyanobakteriden, Trichormamides C ve D isimli maddeler izole edilmiştir. Bunlar siklik lipopeptitlerdir. Trichormamides C'nin HT-29 ve MDA-MB-435 hücre hatlarına karşı iyi derecede antiproliferatif etki sergilediği trichormamides D'nin ise daha az güçlü antiproliferatif etki sergilediği tesbit edilmiştir.

Yapılan antikanser aktivite çalışmaları incelendiğinde *Oscillatoria* türlerinin iyi derecede antiproliferatif etki gösterdiği ve bu etkiden siyanobakteriden izole edilen fikosiyenin, malyngamide-J, trichormamides C-D maddelerinin sorumlu olabileceği belirlenmiştir.

Antikanser aktivite sonuçları, Tablo 3.1'de türler ve kullanılan metod bazında karşılaştırılmıştır.

3.5 Antiviral Fonksiyonu

Tong ve ark. (2012)'nin in vitro hücre kültürü yöntemi ile çeşitli mikrobiyal ekstraktlarla yaptığı çalışmada Herpes simpleks virüs tip 1 (HSV-1), veziküler stomatit virüsü (VSV), Vaccinia virüsü ve tip 1 poliovirus (poliovirüs-1) kullanılmıştır. Farklı *Oscillatoria* sp. izolatları 62 M(1), 62 P(1), 258 P(1) kullanılmıştır. *Oscillatoria* sp.'nin veziküler stomatit virüsü (VSV)'ne karşı antiviral aktivite gösterdiği tesbit edilmiştir.

Yapılan antiviral aktivite çalışması incelendiğinde *Oscillatoria* sp.'nin çalışılan 4 virüs hücresinin yalnız birine karşı antiviral aktivite gösterdiği, çalışmaların sınırlı olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. *Oscillatoria* türlerinin çeşitli biyolojik aktivitelerinin karşılaştırılması

Table 3.1. Comparison of various biological activities of *Oscillatoria* species

ANTİBAKTERİYAL	<i>Oscillatoria</i> sp. (mogan) <i>Oscillatoria</i> sp. SF	Agar kuyu difüzyon metodu	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 29212 <i>Escherichia coli</i> ATCC 11230	Katircioğlu ve ark. (2006)
	<i>Oscillatoria</i> sp.	Agar kuyu difüzyon metodu	<i>Streptococcus mutants</i> <i>Staphylococcus aureus</i>	Sethubati ve Prabu (2010)
	<i>Oscillatoria</i> <i>limosa</i> <i>Oscillatoria</i> <i>limnetica</i>	Disk difüzyon metodu	<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633 <i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076 <i>Escherichia coli</i> O157:H7	Demiriz ve ark. (2011)
	<i>Oscillatoria</i> sp. <i>O. subbrevis</i> <i>O. amphibia</i> <i>O. chlorina</i>	Radyal difüzyon metodu	<i>Salmonella typhi</i> MRSA <i>Staphylococcus aureus</i>	Prabakaran (2011)

	<i>Oscillatoria agardhii</i>	Disk difüzyon metodu	<i>Salmonella senftenberg</i>	Abd El-Aty ve ark. (2014)
	<i>Oscillatoria</i> sp.	Disk difüzyon metodu	<i>Staphylococcus aureus</i>	Fadoul ve Juntawong (2014)
	<i>Oscillatoria</i> sp.	Disk difüzyon metodu	<i>Escherichia coli</i>	Abo-State ve ark. (2015)
	<i>Oscillatoria</i> sp.	Disk difüzyon metodu	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	Osman ve ark. (2015)
ANTİFUNGAL	<i>Oscillatoria</i> sp. (mogan) <i>Oscillatoria</i> sp. SF	Disk difüzyon metodu	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> 2SI TP (3-2)	Katırcıoğlu ve ark. (2006)
	<i>Oscillatoria limosa</i> <i>O. amphibia</i> <i>O. ornata</i>	Disk difüzyon metodu	<i>Fusarium oxysporum</i>	Pawar ve Puranik (2008)
	<i>Oscillatoria latevims</i>	Agar kuyu difüzyon metodu	<i>Micrococcus mutans</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Candida albicans</i>	Madhumathi ve ark. (2011)
	<i>Oscillatoria</i> sp. <i>O. subbrevis</i> <i>O. amphibia</i> <i>O. chlorina</i>	Agar kuyu difüzyon metodu	<i>Candida albicans</i> <i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus wentii</i>	Prabakaran (2011)
	<i>Oscillatoria</i> sp.	Disk difüzyon metodu	<i>Candida albicans</i>	Fadoul ve Juntawong (2014)
	<i>Oscillatoria</i> sp.	Disk difüzyon metodu	<i>Candida tropicalis</i> Y26 <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Y39	Abo-State ve ark. (2015)
	<i>Oscillatoria</i> sp.	Disk difüzyon metodu	-	Osman ve ark. (2015)
ANTİOKSİDAN	<i>Oscillatoria amphibia</i>	DPPH serbest radikal metodu, hidroksil süpürme aktivite metodu	+ (C-Fikosiyanin)	Demirel ve ark. (2012)
	<i>Oscillatoria salina</i> <i>Oscillatoria annae</i> <i>Oscillatoria chlorina</i>	süperoksit dismutaz aktivite metodu, toplam indirgenmiş glutatyon aktivite metodu	+	Krishnaraj ve ark. (2012)
	<i>Oscillatoria tenuis</i>	Serbest radikal süpürme aktivitesi metodu, hidroksil radikal süpürme aktivitesi metodu, süperoksit radikal süpürme aktivitesi metodu, nitrik oksit radikal süpürme aktivitesi metodu	+ (C-Fikosiyanin)	Thangam ve ark. (2013)

	<i>Oscillatoria agardhii</i>	DPPH radikal süpürme aktivitesi metodu	+	Abd El-Aty ve ark. (2014)
	<i>Oscillatoria</i> sp.	Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan güç metodu (FRAP), DPPH serbest radikali giderme aktivitesi metodu	+	Hossain ve ark. (2016)
ANTİKANSER	<i>Oscillatoria</i> sp.	Sitotoksiste değerlendirme metodu	+	Shanab ve ark. (2012)
	<i>Oscillatoria boryana</i>	MTT hücre proliferasyon metodu	+	Nair ve Bhimba (2013)
	<i>Oscillatoria tenuis</i>	WST-8 metodu	+ (C-Fikosiyanin)	Thangam ve ark. (2013)
	<i>Oscillatoria terebriformis</i>	MTT hücre proliferasyon metodu	+	Mukund ve Sivasubramanian (2014)
	<i>Oscillatoria</i> sp.	MTT hücre proliferasyon metodu	+ (Malyngamide-J)	Kyadari ve ark. (2014)
	<i>Oscillatoria</i> sp.	Antiproliferatif aktivite metodu	+ (Trichormamides C-D)	Luo ve ark. (2015)
ANTİVİRAL	<i>Oscillatoria</i> sp.	İn-vitro hücre kültürü metodu	+	Tong ve ark. (2012)

(- Aktivite yok + Aktivite var)

4. Tartışma

Siyanobakteriler, biyoteknolojik ve sağlık uygulamaları açısından bilim dünyasında geniş bir perspektifte kullanılmakla birlikte, son 50 yılda yapılan çalışmalar, daha çok fotosentez ve fotosentezin genetik kontrolü, genetik ekspresyonun fotoregülasyonu, hücre farklılaşması, azot fiksasyonu, çevresel strese karşı direnç mekanizmaları ve farmakoloji alanlarında yoğunlaşmıştır. Fotosentez ve fotosentezin düzenlenmesinin araştırılmasında yüksek yapılı bitkiler yerine siyanobakterilerin kullanımı daha çok tercih edilmiştir (Koksharova ve Wolk, 2002).

Siyanobakterilerin ticari amaçlı kullanımı konusu da dikkat çekicidir. Dünyanın çeşitli bölgelerinde siyanobakteriler besin olarak kullanılmaktadır [Kerby ve Stewart, 1988]. Örneğin kuru ağırlığının %70'inden fazlası protein olan *Spirulina maxima* ve *Spirulina platensis*'in eski çağlardan beri Afrika ve Meksika'da, ve *Nostoc flagelliforme*'nin ise Çin'de besin kaynağı olarak tüketildiği bilinmektedir. Ayrıca *Spirulina*'dan doğal gıda boyası ve perhiz besini olarak da faydalanılmaktadır (Koksharova ve Wolk, 2002). Serbest yaşayan azot fikse edebilen siyanobakteriler pirinç tarlalarında gübre olarak kullanılmaktadır (Kerby ve Stewart, 1988; Kerby ve Rowell, 1992).

Siyanobakteriler içinde önemli bir yer tutan, *Oscillatoria* taksonlarının antibakteriyal aktivite çalışmaları incelendiğinde (13 taksonun), diğer Cyanobacteria türlerine göre, yüksek biyolojik etki gösterdiği ve birçok mikroorganizma türüne, değişen oranlarda etkili

olabildiği görülmektedir. Bu nedenle, bu organizmaların, antibakteriyal bileşik kaynağı olarak son derece uygun olduğu düşünülmektedir (Tablo 3.1).

2011 yılında *Oscillatoria limosa*, *O. limnetica* türleriyle yaptığımız çalışmada, bu taksonların, bazı mikroorganizma gruplarına karşı, etkili antimikrobiyal aktivite gösterdiğini belirlemiş; bu türlerin antioksidan ve antikanser özellikleri açısından da değerlendirmeye açık bir grup olduğunu ifade etmiştik (Demiriz ve ark., 2011).

Bu organizmalarla yapılan antifungal aktivite çalışmaları incelendiğinde, 13 *Oscillatoria* taksonunun bazı funguslara karşı etkili olduğu görülmüştür (Tablo 3.1).

Antioksidan ve antikanser özellikleri konusunda, yalnızca Siyanobakteriler’de bulunan pigment maddesi fikosiyanın’ın etkili olduğu tespit edilmiştir (Gault ve Marler, 2009). Yapılan çalışmalarda da bu pigmentin pozitif etkisi görülmektedir (Tablo 3.1).

Kuvvetli antioksidan etkiye sahip fotosentetik pigmentler bakımından zengin olan siyanobakteriler, aynı zamanda antioksidan vitaminler açısından da zengindir. Bu durum, onların besinsel ve farmakolojik önemlerini bir kat daha artmaktadır.

Oscillatoria türlerinin antikanser aktivite çalışmaları 6 takson üzerinde yoğunluk kazanmıştır (Tablo 3.1). Yapılan çalışmalarda, bu taksonların iyi derecede antiproliferatif etki gösterdiği ve bu etkinin de pigment (fikosiyanın, malyngamide-J, trichormamides C-D) maddelerinden olabileceği düşünülmüştür.

Antiviral aktivite çalışması yalnızca 1 takson ile 4 virüs türü üzerinde çalışılmış ve bunlardan yalnızca birine karşı antiviral aktivite gösterdiği tespit edilmiştir (Tong ve ark., 2012).

Çalışılan özellikler dikkate alındığında, *Oscillatoria* türlerinin yakın bir zamanda, beslenme, gıda gibi birçok alanda yaygın bir kullanıma sahip olacağı kanaatini oluşturmaktadır. Ayrıca madde izolasyonlarının gerçekleştirilmesiyle tıp, eczacılık gibi alanlarda da kullanımlarının mümkün olacağı öngörülmektedir.

Kaynaklar

- Abd El-Aty, A. M., Mohamed, A. A., Samhan, F.A., 2014. ‘In vitro antioxidant and antibacterial activities of two fresh water Cyanobacterial species, *Oscillatoria agardhii* and *Anabaena sphaerica*’, *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 4 (07): 69-75.
- Abo-State, M. A. M., Shanab, S. M. M., Hamdy E. A. Ali, H. E. A., Abdullah, M. A., 2015. ‘Screening of Antimicrobial Activity of Selected Egyptian Cyanobacterial Species’, *Journal of Ecology of Health & Environment*, 3 (1): 7-13.
- Altuner, Z., Pabuçcu, K., Türkecul, İ., 2002. ‘Tohumuz Bitkiler Sistematiği’, *Altan Yayınevi*, Ankara.
- Belay, A., Ota, Y., Miyakawa, K. ve Shimamatsu, H., 1993. ‘Current knowledge on potential health benefits of *Spirulina*’ *J. Appl. Phycol.*, 5, 235-241.
- Campbell, N., A., Reece J., B., 2000. ‘Biyoloji’, *Palme Yayıncılık*, Ankara.
- Carmichael, W.W., 1992. ‘Cyanobacteria secondary metabolites—the cyanotoxins’, *J. Appl. Bacteriol.*, 72 (6): 445-459.
- Castenholz, R. W., 2001. ‘Species usage, concept, and evolution in the cyanobacteria (blue-green algae)’, *J. Phycol.*, 28: 737-745.
- Demirel, Z., Uslu Hatipoğlu, S., Nalbantsoy, A., Yılmaz, F. F., Tepedelen Erbaykent, B., Gürhan-Deliloğlu, İ., Conk Dalay, M., 2012. ‘A comparative study on antioxidant and cytotoxic effects of *Oscillatoria amphibia* and *Spirulina platensis* C-phycoyanin and crude extracts’, *Ege J Fish Aqua Sci* 29(1): 1-7.

- Demiriz, T., Çökmüş, C., Pabuçcu, K., 2011. 'Antimicrobial Activity of Some Algal Species Belonging to Cyanobacteria and Chlorophyta', *Asian Journal of Chemistry*, 23 (3): 1384-1386.
- 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 muscoru*', *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 21: 42-50.
- Erhard, M., Döhren, H. ve Jungblut, P., 1997. 'Rapid typing and elucidation of new secondary metabolites of intact cyanobacteria using MALDI-TOF mass spectrometry', *Nat. Biotechnol.*, 15 (9): 906-909.
- Fadoul, H. E., Juntawong, N., 2004. 'Antimicrobial Activity of Extracts from Aquatic Algae Isolated From Salt Soil and Fresh Water in Thailand', *International Journal of Research Studies in Biosciences (IJRSB)*, 2:149-152.
- Gault, P., M., Marler, H., J., 2009. 'Handbook on Cyanobacteria', *Biochemistry, Biotechnology and Applications*, Nova Science Publishers, Inc. New York.
- Guiry, M.D., Guiry, G.M., 2016. '*AlgaeBase*'. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 20 December.
- Hossain, F. M., Ratnayake, R. R., Meerajini, K., Kumara, K. L. W., 2016. 'Antioxidant properties in some selected cyanobacteria isolated from fresh water bodies of Sri Lanka', *Food Science & Nutrition*, 4(5): 753-758.
- Katircioğlu, H., Beyatlı, Y., Aslim, B., Yüksekdağ, Z. and Atıcı, T., 2006. 'Screening for Antimicrobial Agent Production of Some Microalgae in Freshwater', *The Internet Journal of Microbiology*, 2.
- Kerby, N.W., Stewart, W.D.P., 1988. 'Biotechnology of microalgae and cyanobacteria', *Biochemistry of the Algae and Cyanobacteria*, 3: 19-334.
- Kerby, N., Rowell, P., 1992. 'Potential and commercial applications for photosynthetic prokaryotes', *Photosynthetic prokaryotes*, 93-120.
- Krishnaraj, R. N., Babu, S. V., Ashokkumar, B., Malliga, P., Varalakshmi, P., 2012. 'Antioxidant property of fresh and marine water cyanobacterial extracts in Swiss mice', *JBiopest*, 5 (Supplementary): 250-254.
- Koksharova and Wolk, 2002. 'A Novel Gene that Bears a DnaJ Motif Influences Cyanobacterial Cell Division', *Journal of Bacteriology* 184:5524-5528.
- Kyadari, M., Fatma, T., Velpandian, T., Bharat, N., Bano, F., 2014. 'Antiangiogenic and antiproliferative assessment of Cyanobacteria', *Indian Journal of Experimental Biology*, 52: 835-842.
- Luo, S., Kang, H., Kronic, A., Chen, W., Yang, J., Woodard, J. L., Fuchs, J. R., Cho, S. H., Franzblau, S. G., Swanson, S. M., Orjala, J., 2015. 'Trichormamides C and D, antiproliferative cyclic lipopeptides from the cultured freshwater cyanobacterium cf. *Oscillatoria* sp. UIC 10045', *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 23: 3153-3162.
- Madhumathi, V., Deepa, P., Jeyachandran, S., Manoharan, C., Vijayakumar, S., 2011. 'Antimicrobial Activity of Cyanobacteria Isolated from Freshwater Lake', *International Journal of Microbiological Research*, 2 (3): 213-216.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M. ve Parker, J., 2003. 'Brock Biology of Microorganisms', 10th ed., *Prentice Hall/Pearson Education*.
- Mukund, S., Sivasubramanian, V., 2014. 'Anticancer Activity of *Oscillatoria terebriformis* Cyanobacteria in human lung cancer cell line A549' *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, 5 (2).
- Nair, S., Bhimba, B. V., 2013. 'Bioactive potency of Cyanobacteria *Oscillatoria* spp.' *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5 (2).
- Neilan B.A., 1995. 'Identification and phylogenetic analysis of toxigenic cyanobacteria by multiplex randomly amplified polymorphic DNA PCR', *Applied and Environmental Microbiology*, 61: (6) 2286-2291.
- Pawar, S. T., Puranik, P. R., 2008. 'Screening of terrestrial and freshwater halotolerant cyanobacteria for antifungal activities', *World J Microbiol Biotechnol*, 24:1019-1025.
- Prabakaran, M., 2011. 'Invitro antimicrobial potentials of marine *Oscillatoria* species', *Asian Journal of Plant Science and Research*, 1 (3): 58-64.
- Quinn, J., Li, H.H., Singer, J., Morimoto, B., Mets, L., Kindle, K., Merchant, S., 1993. 'The plastocyanin-deficient phenotype of *Chlamydomonas reinhardtii* Ac-208 results from a frame-shift mutation in the nuclear gene encoding preapoplastocyanin', *J. Biol. Chem.*, 268: 7832-7841.
- Rasha K. Osman, R. K., Goda, H. A., Higazy, A. M., 2015. 'Evaluation of Some Extra-and Intracellular Cyanobacterial Extracts as Antimicrobial Agents', *International Journal of Advanced Research*, 3 (5): 852-864.
- Rippka, R., Deruelles, J., Waterbury, J.B., Herdman, M. and Stanier, R.Y., 1979. 'Generic assignments, strain histories and properties of pure cultures of cyanobacteria', *J. Gen. Microb.*, 111: 1-61.

- Sethubathi, G. V. B. and Prabu, V. A., 2010. 'Antibacterial Activity of Cyanobacterial Species from Adirampattinam Coast, Southeast Coast of Palk Bay', *Current Research Journal of Biological Sciences*, 2(1): 24-26.
- Shanab, S.M.M, Mostafa, S.S.M., Shalaby, E.A., Mahmoud, G.I.,2012. 'Aqueous extracts of microalgae exhibit antioxidant and anticancer activities', *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 608-615.
- Thajuddin, N. ve Subramanian, G., 2005. 'Cyanobacterial biodiversity and potential applications in biotechnology', *Curr. Sci.*, 89(1): 47-57.
- Thangam, R., V. Suresh, V., Princy, W. A., Rajkumar, M., SenthilKumar, N., Gunasekaran, P., Rengasamy, R., Anbazhagan. C., Kaveri, K., Kannan, S., 2013. 'C-Phycocyanin from *Oscillatoria tenuis* exhibited an antioxidant and in vitro antiproliferative activity through induction of apoptosis and G0/G1 cell cycle arrest', *Food Chemistry* 140 :262-272.
- Tong, J., Trapido-Rosenthal, H., Wang, J., Wang, Y., Li, Q. X., Lu, Y., 2012. 'Antiviral Activities and Putative Identification of Compounds in Microbial Extracts from the Hawaiian Coastal Waters', *Marine Drugs*, 10: 521-538.
- Whitton, A. ve Potts, M., 2000. 'The Ecology of Cyanobacteria', *Kluwer Academic Publishers*, Netherlands.