

Baraj Göllerinde Toksik Mavi-Yeşil Algler *Toxic Blue-Green Algae in Dam Lakes*

Özden FAKIOĞLU¹, Muhammed ATAMANALP¹, Nilsun DEMİR²

¹Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Erzurum

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Ankara

Özet: Baraj gölleri; enerji üretimi, içme suyu kaynağı sağlama, sulama ve taşkın koruma gibi çeşitli amaçlarla akarsular üzerine inşa edilen yapay göllerdir. Bu yapay göller, akarsu ve durgun su ekosistemleri arasında geçiş gösteren ve her ikisinin de özelliklerini taşıyan ekosistemlerdir. Baraj gölleri, morfolojik ve fiziko-kimyasal özellikleri bakımından doğal göllerden farklılıklar gösterir. Baraj gölleri akarsular ile beslendiğinden besin maddesi açısından oldukça zengindir ve bazı baraj göllerinde akarsuyun taşıdığı besin maddeleri nedeniyle hızlı bir ötrofikasyon görülmektedir. Ötrofikasyonun bir göstergesi olan, ani mavi-yeşil alg artışları ise özellikle içme su kaynağı olarak kullanılan baraj göllerinde insan sağlığı açısından risk oluşturabilir. Ülkemizde 277 adet baraj bulunmakta ve halen bazı baraj göllerinin inşası devam etmektedir. Bu barajlardan 52'si içme su temini amacıyla kullanılmaktadır. Bu çalışmada baraj göllerinde fitoplanktona ilişkin 19 yayın değerlendirilmiştir. Ötrofik baraj göllerinde zaman zaman aşırı artışlar gösteren toksik *Microcystis*, *Anabaena*, *Aphanizomenon* ve *Oscillatoria* cinslerine ait mavi-yeşil türlerinin bulunduğu bildirilmektedir. Ancak toksik alg artışlarının izlenmesine yönelik çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada, olası toksik *Cyanobacteria* artışlarının izlenmesi ve alınması gereken önlemler tartışılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Cyanobacteria*, Toksin, Baraj Gölü, Fitoplankton.

Abstract: Dam lakes build on streams by several aims such as generation of energy, source of drinking water, irrigation and flood control. These artificial lakes are transition ecosystems between river and stagnant water ecosystems and have characteristics of both. Dam lakes have different features than natural lakes in terms of morphometric and physico-chemical parameters. Since dam lakes are rich in nutrients transported river, there is a rapid increase of eutrophication. Blue-green algae are an indicator of eutrophication and their sudden increases creates a risk factor for public health which use them as drinking water. There are 277 dams in our country. 52 dam of them are used as drinking water supply. In this study, nineteen publications on phytoplankton were evaluated. Toxic blue-green algal species from *Microcystis*, *Anabaena*, *Aphanizomenon* and *Oscillatoria* genus were identified in several studies in these dam lakes. Their blooms were also determined in eutrophic dam lakes. But there is no study on the monitoring of toxic blue-greens. In this study, monitoring of possible toxic *Cyanobacteria* blooms and measures to control them were discussed.

Key words: *Cyanobacteria*, Toxin, Reservoir, Phytoplankton.

1. Giriş

Baraj gölleri, akarsular üzerine elektrik üretimi, içme suyu temini, sulama, balıkçılık, sel kontrolü ve rekreasyon amacıyla inşa edilen ve suyun engelleyici bir yapının oluşturduğu havzada biriktiği yapay göllerdir. Bu göller dar, uzun veya dallanmış yapıdadır. Baraj gölleri, yüksek akış hızı, giriş suyunda askıda katı madde varlığı, kısa su değişim süresi gibi özelliklerinden dolayı doğal göllerden farklıdır. Su toplama havzasının daha geniş olması nedeniyle doğal göllere göre havzadaki kirlenmeden daha fazla etkilenirler (Demir ve Atay, 1999).

Türkiye'de baraj göllerinde yürütülen araştırmalarda daha çok baraj göllerinin fitoplankton kompozisyonu incelenmiştir. Bu araştırmalarda, Bacillariophyta ve Chlorophyta divizyonlarına ait türlerin oransal olarak fazla bulunduğu, mavi-yeşil alglerin ise nadiren bulunduğu, ancak zaman zaman sayısal artışlar olduğu kaydedilmiştir. İçme suyu amacıyla kullanılan baraj göllerindeki toksik

mavi-yeşil alglerin varlığı ve biyokütlesi hakkındaki çalışmalar sınırlıdır (Akçaalan vd., 2008; Albay vd., 2005).

Bu çalışmanın amacı, baraj göllerimizde fitoplankton üzerine yapılan araştırmaların incelenmesi ile mavi-yeşil alg artışları potansiyelini ve izlenmesinin önemini ortaya koymaktır. Verilerin toplanmasında baraj gölleri ile ilgili yürütülmüş olan makaleler, DSI'nin yayınladığı çalışmalar kullanılmış ve internet üzerinden toplanan veriler incelenmiştir.

2. Toksik Mavi-Yeşil Alglerin Morfolojik ve Fizyolojik Özellikleri

Mavi-yeşil algler, gerçek çekirdek ve plastidleri olmayan prokaryotik organizmalardır. Çekirdek zarı olmadığından DNA ve pigment maddeleri sitoplazma içinde dağınık halde bulunur. Hücre çeperi selüloz ve pektindir. Yedek besin maddesi nişasta yerine glikojen, proteinlerden siyanofisin ve volitindir (Chorus ve Bartram, 1999). Klorofil *a* içerirler. Renkleri mavi-yeşilden kırmızı rene kadar değişim göstermesine rağmen genel olarak mavi-yeşil olduğundan mavi-yeşil algler olarak adlandırılırlar. Birçok mavi-yeşil alg türü aerobik fototroftur, fakat bazıları heterotrofik özellik de gösterir. Mavi-yeşil alglerin hücre şekilleri tek, filament veya koloni şeklindedir (Cirik ve Gökpınar, 1993).

Mavi-yeşil alglerin bazı türleri yüzeylere yapışık olarak gelişirken, bazı türleri su sütununun tamamına dağılmış olarak bulunurlar. Mavi-yeşil alglerin çoğalmasında su sıcaklığı, güneş ışığı, yüksek besin maddesinin bulunması, otlama, iklim gibi çeşitli faktörler etkilidir (Anonymous, 2010).

Mavi-yeşil alglerin bazı türleri toksik madde içerir. Mavi-yeşil algler tarafından üretilen toksinler nörotoksinler (anatoksin-a, anatoksin-a (S) ve saksitoksin) ve hepatotoksinler (sitotoksin, silindropermopsin, mikrosistin veya nodularin) olmak üzere 2 tiptir (Evangelista vd., 2007).

3. Toksik Mavi-Yeşil Alglerin İnsan Sağlığına Etkileri

Toksin üreten mavi-yeşil algler insanlarda kısa süreli veya kronik hastalıklara neden olurlar. Mavi-yeşil alg patlamalarının görüldüğü sulara temas eden insanlarda deri döküntüleri, yanık, tahriş ve kabarma gözlenir. Ayrıca deride alerjik semptomlar da meydana gelebilir. Toksik mavi-yeşil alg patlamalarının bulunduğu sularda yaşayan özellikle kabuklu su ürünlerinin tüketilmesi karaciğerde hasar, nörotoksik etki ve tümör oluşumuna neden olur. Bunun dışında içme suyu olarak kullanıldığında gırtlakta tahriş, solunum güçlüğü, bulantı, kusma, baş ağrısı, ishal, ateş görüldüğü bildirilmiştir (Chorus ve Bartram, 1999). Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, 50 µg/l klorofil *a* değeri ve 20 µg/l mikrosistin değeri bir göl için orta seviyede risk, 5000 µg/l klorofil *a* değeri ve 2000 µg/l mikrosistin değeri ise yüksek seviyede risk olarak kabul edilmektedir (Evangelista vd., 2007). Dünya Sağlık Örgütü, içme suyunda mikrosistin sınır değerini 1µg/L mikrosistin-LR olarak bildirilmiştir (WHO, 1998).

4. Türkiye Baraj Göllerinde Fitoplankton ve Mavi-Yeşil Algler

Bu çalışmada, Türkiye'deki barajlardan 19 tanesine ait verilere ulaşılmıştır. Elde edilen verilere göre, bu baraj göllerinde mavi-yeşil alglerden toplam 98 tür teşhis edilmiştir. Bu türlerden 57 tanesinin toksik olabileceği bildirilmektedir (Çizelge 1).

Baraj Göllerinde Toksik Mavi-Yeşil Algler

Çizelge 1. Türkiye'deki baraj göllerinde tespit edilen bazı mavi-yeşil alg türleri ve toksin olasılığı*

Tür	Baraj Gölü	Toksin
<i>Anabaena</i> sp.	Kemer, Eğrekkaya, Karacalar, Kızıldamar, Onaç II, Üçpınar	var
<i>A. aequalis</i> Borge	Derbent, Devegeçiti, Demirdöven	var
<i>A. affinis</i> Lemm.	Çamlıdere, Hirfanlı, Hasan Uğurlu, Devegeçiti, Balıklı, Kurtboğazi, Demirdöven	var
<i>A. catenula</i> var. <i>affinis</i> (Lemmernann) Geitl	Çamlıdere	
<i>A. cylindrica</i> Lemm.	Devegeçidi	var
<i>A. elachista</i> West & West	Devegeçidi	var
<i>A. flos-aque</i> (Lygnb.) Breb.	Kurboğazi	var
<i>A. minderi</i> Huber Pestalozzi	Hirfanlı	
<i>A. minutissima</i> Lemm	Çamlıdere, Hirfanlı	
<i>A. spiroides</i> Klebahn	Çamlıdere, Devegeçidi, Hasan Uğurlu, Kemer	var
<i>A. raciborski</i> Vol.	Çamlıdere	
<i>A. solitaria</i> Brunth	Demirdöven	
<i>A. wisconsinense</i> Prescott	Hirfanlı	var
<i>Aphanocapsa</i> sp.	Onaç II	
<i>A. endophytica</i> G.M.Smith	Hirfanlı, Devegeçidi	
<i>A. delicatissima</i> West and West	Hirfanlı	
<i>A. grevillei</i> (Hass.) Raben.	Devegeçidi	
<i>Aphanocapsa rivularis</i> (Carm.) Rabh.	Hasan Uğurlu, Hirfanlı	
<i>Aphanothece clathrata</i> G.S. West	Hirfanlı, Çamlıdere,	var
<i>A. gelatinosa</i> (Henn) Lemm	Çamlıdere	
<i>A. nidulans</i> West and West	Çamlıdere, Hirfanlı, Devegeçidi	
<i>Aphanizomenon</i> sp.	Kemer, Üçpınar	
<i>A. flos-aquae</i> [(Linnaeus) Ralfs] Bornet et Flahault	Çamlıdere, Derbent, Devegeçidi, Hirfanlı, Kurtboğazi, Çayören	var
<i>Arthrospira major</i> (Kützing) Crow	Sarıyar	
<i>Calothrix epiphytica</i> West and West	Çamlıdere	var
<i>C. parietana</i> (Naegeli) Thuret	Çamlıdere	
<i>Chroococcus dispersus</i> (Keissl) Lemm.	Hirfanlı, Devegeçidi	var
<i>C. limneticus</i> Lemm.	Hirfanlı	var
<i>C. minör</i> (Kütz.) Naeg.	Devegeçidi	var
<i>C. minutus</i> (Kützing) Nägeli	Hirfanlı, Kemer, Devegeçiti, Çamlıdere, Derbent	var
<i>C. turgidus</i> (Kützing) Nägeli	Çamlıdere, Ordunozu, Kemer, Hirfanlı, Devegeçidi, Kurtboğazi	var
<i>Coelasphaerium pusillum</i> Van Gor	Çamlıdere, Devegeçidi	
<i>Cylindrospermum stagnale</i> (Kützing) Bornet et Flahault	Derbent	var
<i>C. catenatum</i> Ralfs	Çamlıdere	var
<i>Dactylococcopsis acicularis</i> Lemm.	Hirfanlı	var
<i>Dichothrix orsinana</i> (Kuetz) Bornet and Flahault	Çamlıdere	var
<i>Gloeocapsa punctata</i> Naegeli	Hirfanlı	var
<i>Gleotrichia</i> sp.	Devegeçidi	
<i>Gleotrichia echinulata</i> (J. E. Smith) P.G.Richter	Derbent, Çamlıdere	var
<i>G. natans</i> (Hedwing) Rabenhorst	Çamlıdere	var
<i>Gomphosphaeria aponina</i> Kützing	Çamlıdere, Hirfanlı, Devegeçidi, Hasan Uğurlu, Derbent, Çayören	var
<i>G. lacustris</i> Chad.	Devegeçidi, Hasan Uğurlu, Kurtboğazi	var
<i>Holopedia gemminata</i> Lagerh	Çamlıdere, Devegeçidi	
<i>H. irregularis</i> Lagerh	Devegeçidi	
<i>Limnothrix planctonica</i> (Woloszynska) Meffert	Derbent	
<i>Lyngbya</i> sp.	Devegeçidi, Kemer, Onaç II	var
<i>L. epiphytica</i> Hieronymus	Çamlıdere	var
<i>L. lagerheimii</i> (Moebuis) Gom.	Çamlıdere, Hirfanlı	var
<i>L. martensiana</i> Meneghini	Hirfanlı	var
<i>Merismopedia elagans</i> A. Braun in Kützing	Hirfanlı, Devegeçidi, Ordunozu, Sarıyar, Kemer, Derbent, Balıklı, Demirdöven	var
<i>M. glauca</i> (Ehrenberg) Naegeli	Çamlıdere, Hirfanlı	var
<i>M. punctata</i> Meyen	Hirfanlı, Kemer, Ordunozu, Devegeçidi, Çamlıdere	var
<i>M. tenuissima</i> Lemmermann	Derbent, Kemer, Ordunozu	var

Albay ve Akçaalan (2003), Anonim (2001), Anonim (2005), Anonim (2008), Anonim (2009a), Anonim (2009b), Baykal vd. (2004), Baykal ve Açıkgöz (2004), Baykal ve Yıldız (2006), Çetin ve Şen (2004), Demir ve Atay (1999), Dokcan vd. (2010), Ertosun vd. (2010), Gönülol ve Obalı (1998), Kıvrak ve Gürbüz (2005), Kolaylı ve Şahin (2009), Özyalın ve Ustaoglu (2008), Sevindik (2010), Taş ve Gönülol (2007) Çizelge 1. Türkiye'deki baraj göllerinde tespit edilen bazı mavi-yeşil alg türleri ve toksin olasılığı (Devam).

Tür	Baraj Gölü	Toksin
<i>Microcystis</i> sp.	Kızıldamar, Onaç II, Üçpınar	var
<i>M. aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	Hasan Uğurlu, Kemer, Çamlıdere, Derbent, Hirfanlı,	var
<i>M. flos-aquae</i> (Wittrock) Kirchner	Çamlıdere	var
<i>M. marginata</i> (Men.) Kg.	Devegeçidi, Çayören	
<i>Nodularia spumigena</i> Mertens	Çamlıdere, Hirfanlı	
<i>Nostoc commune</i> Vaucher	Çamlıdere	
<i>N. linkia</i> (Roth) Bornet and Thuret	Çamlıdere	
<i>N. pruniforme</i> C.A. Agardh	Çamlıdere	
<i>Oscillatoria</i> sp.	Eğrekkaya, Karacalar, Kızıldamar, Onaç II, Üçpınar	
<i>O. acutissima</i> Kufferath	Hirfanlı	var
<i>O. agardhii</i> Gom.	Çamlıdere	var
<i>O. amoena</i> (Kützing) Gomont	Balıklı, Hirfanlı	var
<i>O. bornetii</i> Zukal	Hirfanlı	var
<i>O. chalybea</i> Mertens	Çamlıdere, Hirfanlı	var
<i>O. curviceps</i> C.A. Agardh ex. Gomont	Balıklı	var
<i>O. formosa</i> Bory ex Gomont	Balıklı, Çamlıdere, Hirfanlı, Devegeçidi	var
<i>O. guttulata</i> Van Goor	Çamlıdere	var
<i>O. limnetica</i> Lemmermann	Balıklı, Çamlıdere, Hirfanlı, Devegeçidi, Demirdöven	var
<i>O. limosa</i> (Roth) C.A. Agardh ex Gomont	Ordunozu, Kemer, Demirdöven	var
<i>O. minima</i> Gicklhom	Balıklı, Devegeçidi	
<i>O. planctonica</i> Wol.	Çamlıdere, Hirfanlı	
<i>O. princeps</i> Vaucher ex Gomont	Çamlıdere, Kemer, Sarıyar, Ordunozu	var
<i>O. rubescens</i> (de Candolle) ex Gomont	Kemer, Ordunozu	var
<i>O. sancta</i> (Kg) Gom.	Çamlıdere, Kemer	var
<i>O. subbrevis</i> Schmidle	Çamlıdere	var
<i>O. tenuis</i> C.A. Agardh ex Gomont	Çamlıdere, Hirfanlı, Kemer, Ordunozu, Demirdöven	var
<i>Phormidium acutissimum</i> (Gomont) Anagnostidis	Derbent	
<i>P. formosum</i> (Gomont) Anagnostidis et Komárek	Derbent, Ordunozu, Kemer, Demirdöven	
<i>P. konstantinosum</i> I. Umezaki & M.	Derbent	
<i>P. mucicola</i> Naumann and Huber-Rieronymus	Çamlıdere, Hirfanlı, Devegeçidi	var
<i>P. tenue</i> (Menegh.) Gomont	Devegeçidi	var
<i>Planktothrix prolifica</i> (Gomont) Anagnostidis et	Derbent	
<i>P. rubescens</i> (De Candolle ex (Gomont)	Derbent	
<i>Plectonema</i> sp.	Çamlıdere	
<i>Pseudanabaena</i> sp.	Kurboğazi, Demirdöven	
<i>P. limnetica</i> (Lemmermann) Komárek	Derbent, Sarıyar	
<i>P. catenata</i> Lauterborn	Derbent	var
<i>Schizothrix natans</i> W. et G.S. West	Çamlıdere	
<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek et Hindák	Derbent	
<i>Spirulina</i> sp.	Eğrekkaya, Kurtboğazi, Üçpınar	
<i>S. jenneri</i> (Stiz.) Geitler	Çamlıdere, Hirfanlı, Çayören	var
<i>S. laxissima</i> G.S. West	Hirfanlı	var
<i>S. major</i> (Kützing) Gomont	Derbent, Hirfanlı, Devegeçidi, Çamlıdere	var
<i>S. nordstedtii</i> Gomont	Balıklı, Demirdöven	var
<i>Stigonema mesentericum</i> Geitler	Çamlıdere	

*Albay ve Akçaalan (2003), Anonim (2001), Anonim (2005), Anonim (2008), Anonim (2009a), Anonim (2009b), Baykal vd. (2004), Baykal ve Açıkgöz (2004), Baykal ve Yıldız (2006), Çetin ve Şen (2004), Demir ve Atay (1999), Dokcan vd. (2010), Ertosun vd. (2010), Gönülol ve Obalı (1998), Kıvrak ve Gürbüz (2005), Kolaylı ve Şahin (2009), Özyalın ve Ustaoglu (2008), Sevindik (2010), Taş ve Gönülol (2007)

5. Toksik Mavi-Yeşil Algleri Önleyici Tedbirler

Toksik mavi-yeşil alglerle mücadelede her ülkenin yönetim stratejileri ve fiziko-kimyasal mücadele yöntemleri vardır. Birçok ülkede mavi-yeşil alglerin gelişmesini önlemek amacıyla risk yönetim stratejileri geliştirilmiştir. Risk yönetim stratejisi, halk sağlığını korumak amacıyla hükümetlerin aldığı önlemleri içeren bir dizi tedbirlerdir. Bu risk yönetim stratejilerinde;

Baraj Göllerinde Toksik Mavi-Yeşil Algler

1. Risk bölgeleri tanımlanmalıdır (Mavi-yeşil alg türlerinin tespit edilmesi, kütesinin belirlenmesi ve bölgede daha önce yürütülen çalışmalarda karşılaşılan türlerin ortaya konulması gerekir).
2. Risk ve etki düzeyinin belirlenmesi gereklidir. İçme suyu amacıyla kullanılan sucul alanların, rekreasyonel alan olarak kullanılan sucul alanlara göre risk düzeyi daha fazladır.
3. Kontrol noktaları belirlenmelidir (Gölün değişik noktalarından örnekler alınarak kirlilik giriş noktalarının tespit edilir).
4. Ekonomik ve çevreye zarar vermeyen mücadele tekniklerinin belirlenmesi, herhangi bir sorun yaşandığında ise ikinci bir planın hazırlanması gerekmektedir (Codd vd., 2005).
5. Toksik mavi-yeşil alg patlamalarında içme sularının arıtımında mikrofiltrasyon, aktif karbon, ters osmoz ile toksinlerin adsorpsiyonu ve ozonlama gibi teknikler kullanılmaktadır. Bu tekniklerden ters ozmoz, microcystin-LR ve microcystin-RR'nin ortadan kaldırmasında etkili bir yöntem olmasına rağmen, ters ozmoz uygulaması sonucunda su kalitesinde bozulmalar meydana gelebilir (Evangelista vd., 2007).
6. Toksik mavi-yeşil alg patlamalarının görüldüğü alanlarda halk sağlığının korunması amacıyla uyulması gerekli tedbirler konusunda halkın bilinçlendirilmesi önem taşımaktadır. Alg patlamalarının yoğun olarak gözlemlendiği bölgelerde, ikaz panoları bulunmalı ve bu panolarda uyulması gereken kurallar (kesinlikle su içilmemeli, suyla temas edilmemeli, avlama yapılmamalı gibi) bulunmalıdır.

Toksik mavi-yeşil alglerin içme sularında gelişiminin engellenmesi halk sağlığının korunması açısından önemlidir. Toksik mavi-yeşil alglerin aşırı artışları su kirlenmesi ile orantılıdır. Ortamdaki azot ve fosfor derişiminin standart seviyede olması ile alg artışlarının önüne geçilebilir. Bu bağlamda havza yönetimi önem kazanmaktadır. Çünkü dış ve iç azot ve fosfor yükünün kontrolü stratejik bir havza yönetimi ile mümkündür (Anonymous, 2010). Havza yönetiminin dışında toksik mavi-yeşil alglerin gelişiminde kullanılabilecek yöntemler;

1. Geleneksel çöktürme yöntemi: Demir ve alüminyum tuzları ile içme sularında mavi-yeşil alglerin çöktürülmesi. Bu yöntemin eksikliği, hücreler öldükleri zaman toksin açığa çıkması ve başka bir yöntem kullanarak da toksinin uzaklaştırılması gerekliliğidir.
2. Filtrasyon: Ultrafiltrasyon ve mikrofiltrasyon kullanımı: Mavi yeşil alglerin uzaklaştırılması etkili bir yöntemdir. Hatta bazı ultra filtrelerde toksin emilimi de vardır. Bu yöntemin zorluğu ise membran filtrenin temizlenmesinin zor olmasıdır.
3. Klorlama: Mikrosistin ve silindrospermopsin yıkımında etkili bir yöntemdir.
4. Ozonlama: Mikrosistin ve anatoksin-a yıkımında etkilidir. Silindrospermopsin yıkımına etkisi tam olarak tespit edilmemiştir.
5. Diğer Oksidanlar: Hidrojen peroksit ve Potasyum permanganat mikrosistin-LR yıkımında kullanılmaktadır. Bir diğer oksidan Klor oksit, güçlü bir oksidan olmasına rağmen mikrosistin yıkımında kullanılan dozajı önemlidir.
6. Aktif karbon yöntemi: Mikrosistin ve saksitoksin yıkımında etkili oldukları, ancak anatoksin-a da etkili olmadıkları bildirilmiştir. Silindrospermopsin yıkımı ile ilgili yapılan çalışmaların sonuçlarının birbiriyle çelişkili olduğu bu nedenle bu konuda daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu bildirilmiştir.
7. Granüler aktif karbon kullanımı: Mikrosistin ve saksitoksin uzaklaştırılmasında etkili bulunurken, anatoksin-a da etkili bulunmamıştır. Silindrospermopsin uzaklaştırma ile ilgili bir araştırma yapılmamıştır.
8. Ultraviyole (UV) kullanımı: Bu yöntem toksinlerin ortadan kaldırılması için kullanılmaktadır. Bazı araştırmalar da UV ve hidrojen peroksidin bir arada kullanılmasının sadece UV kullanılmasından daha etkili olduğu bildirilmiştir. Fakat UV kullanılmasının etkilerinin tam olarak belirlenebilmesi için bu konu ile ilgili daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

6. Sonuç

Türkiye baraj göllerinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametreleri hakkında yeterli bilgi olduğunu söylemek zordur. Ülkemizdeki bazı baraj göllerinde yürütülen çalışmaların ise sınırlı olduğu ve belirli bir amaç için yapıldığı görülmektedir. Bunun sonucu olarak, yapılan çalışmalar ancak birkaç yıllık gözlemleri içermekte, bir baraj gölü hakkında geleceğe ve çok amaçlı kullanımlarına yönelik planlama yapılması mümkün olmamaktadır.

Türkiye'deki baraj göllerinde yürütülmüş olan çalışmalarının hemen hemen tamamı fitoplankton türlerinin teşhisine yöneliktir. Baraj göllerinde toksin üreten mavi-yeşil alglerin yoğunlukları ve toksin içerikleri hakkındaki bilgiler sınırlıdır. Sonuç olarak, halk sağlığı açısından çok önemli bir konu olması nedeniyle özellikle içme suyu ve rekreasyonel amaçlı kullanılan baraj göllerimizdeki mavi-yeşil alg artışlarının düzenli örnekler alınarak izlenmesi hayati önem taşımaktadır. Toksik artışlarda ise toksin analizleri yapılarak, eylem planları oluşturulmalıdır.

Kaynaklar

- Akçaalan, R., Köker, L., Oğuz, B., Gürevin, C. ve Albay, M. 2008. Sapanca Gölü'nde Fitoplankton Dinamiği Üzerine Cyanobacteria Aşırı Artışının ve Çevresel Parametrelerin Etkisi. *III. Ulusal Limnoloji Sempozyumu 27-29 Ağustos 2008 Urla, İzmir.*
- Albay, M. ve Akçaalan, R. 2003. Factors influencing the phytoplankton steady state assemblages in a drinking-water reservoir (Ömerli Reservoir, Istanbul). *Hydrobiologia*, 502: 85-95.
- Albay, M., Akçaalan, R., Tufekci, H., Metcalf, J.S., Beattie, K.A. and Codd, G.A. 2003. Depth profiles of cyanobacterial hepatotoxins (microcystins) in three Turkish freshwater lakes. *Hydrobiologia*, 505: 89-95.
- Albay, M., Matthiensen, A. and Codd, G.A. 2005. Occurrence of Toxic Blue-Green Algae in the Kucukcekmece Lagoon (Istanbul, Turkey). *Environ Toxicol*, 20: 277-284.
- Anonim 2001. *Eğrekkaya Baraj Gölü Limnolojik Etüt Raporu*. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, s. 69. Ankara.
- Anonim 2005. *Hirfanlı ve Kesikköprü Baraj Gölleri ve Havzalarında Kirlilik Araştırılması*. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. s. 354. Ankara.
- Anonim 2008. *Kızıldamar Baraj Gölü Temel Etüt Formu*. Devlet su İşleri Genel Müdürlüğü. s. 11. Ankara.
- Anonim 2009a. *Onaç II Baraj Gölü Temel Etüt Formu*. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. s. 18. Ankara.
- Anonim 2009b. *Karacalar Baraj Gölü Limnolojik Etüt Raporu*. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. s. 59. Ankara.
- Anonymous 2010. *Cyanobacteria California Recreational Water Bodies: Providing Voluntary Guidance about Harmful Algal Blooms, Their Monitoring and Public Notification*. http://www.karuk.us/karuk/images/docs/wqdocuments/Copco_toxic_bloom_8-7-07.pdf.
- Baykal, T., Açıkgöz, Ü., Yıldız, K. ve Bekleyen, A. 2004. A Study on Algae in Devegeçidi Dam Lake. *Turk. J. Bot.*, 28: 457-472.
- Baykal, T. ve Açıkgöz, Ü. 2004. Hirfanlı Baraj Gölü Algleri. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi*. 5:115-136.
- Baykal, T. ve Yıldız, K. 2006. Çamlıdere Baraj Gölü Bacillariophyta Dışı Algleri. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*. 20:63-77.
- Chorus, I and Bartram, J. 1999. *Toxic cyanobacteria in water: A guide to their public health consequences, monitoring and management*. E & FN Spon, London, on behalf of the World Health Organization, p. 400. Geneva.
- Cirik, S. ve Gökpinar, Ş. 1993. *Plankton Bilgisi ve Kültürü*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yayınları (Ders Kitabı), s. 274. İzmir.
- Codd, G.A., Azevedo, S.M.F.O., Bagchi, S.N., Burch, M.D., Carmichael, W.W., Harding, W.R., Kaya, K. and Utkilen, H.C. 2005. *Cyanonet A Global Network for Cyanobacterial Bloom and Toxin Risk Management*. The International Hydrological Programme (IHP) of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), p. 141. France.

Baraj Göllerinde Toksik Mavi-Yeşil Algler

- Çetin, A.K. ve Şen, B. 2004. Seasonal Distribution of Phytoplankton in Orduzu Dam Lake (Malatya, Turkey). *Turk J Bot*, 28: 279-285.
- Demir, N. ve Atay, D. 1999. Kurtboğazi ve Çamlıdere Baraj Göllerinin Fitoplanktonu. *X. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*. Adana.
- Dokcan, Ş., Akköz, C. ve Atıcı, T. 2010. *The Benthic Algal Flora of Sarıyar Dam Lake, Ankara, Turkey*. Balvois 2010. 25-29 May 2010, Mecondonia.
- Ertosun, B., Altındağ, A. ve Ahiska, S. 2010. The Determination Trophic Status of Ucpinar Dam Lake. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9 (3): 491-495.
- Evangelista, V., Barsanti, L., Frassanito, A.M., Passarelli, V. and Gualtieri, P. 2007. *Algal Toxins: Nature, Occurrence, Effect and Detection*. The NATO Science for Peace and Security Programme. s. 399.
- Gönüloğlu, A. ve Obalı, O. 1998. A Study on the Phytoplankton of Hasan Uğurlu Dam Lake (Samsun-Turkey). *Tr. J. of Biology*, 22: 447-461.
- Kıvrak, E. ve Gürbüz, H. 2005. The Benthic Algal Flora of Demirdöven Dam Reservoir (Erzurum, Turkey). *Turkish Journal of Bot*, 29: 1-10.
- Kolaylı, S. ve Şahin, B. 2009. Species Composition and Diversity Epipellic Algae in Balıklı Dam Reservoir, Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 30: 939-944.
- Sevindik, T.O. 2010. Phytoplankton Composition of Çaygören Reservoir, Balıkesir-Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10: 295-304.
- Özyalın, S. ve Ustaoglu, M.R. 2008. Kemer Baraj Gölü (Aydın) Net Fitoplankton Kompozisyonunun İncelenmesi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 4: 275-282.
- Taş, B. ve Gönüloğlu, A. 2007. Derbent Baraj Gölü (Samsun, Türkiye)'nün Planktonik Algleri. *Journal of Fisheries Sciences*, 1(3): 111-123.
- WHO 1998. *Guidelines for Drinking-water Quality. Second edition, Addendum to Volume 2, Health Criteria and Other Supporting Information*. World Health Organization, Geneva.