

Eğirdir Gölü Mikrobiyoloji Kalitesinin Mevsimsel Değişimi

Cafer BULUT*¹, Ayşegül KUBİLAY², Ufuk AKÇİMEN¹, Osman YENER¹

¹Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 32500, Eğirdir, Isparta

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Doğu Kampüsü, 32200, Isparta

(Alınış / Received: 29.09.2015, Kabul / Accepted: 14.01.2016, Online Yayınlanma / Published Online: 15.04.2016)

Anahtar Kelimeler

Eğirdir Gölü
Mikrobiyolojik kalite
Toplam koliform
Fekal koliform

Özet: Bu çalışmada Türkiye'nin 2.büyük tatlısu gölü olan Eğirdir Gölü'nün mikrobiyolojik parametrelerinin mevsimsel değişiminin izlenmesi amaçlanmıştır. 2013 yılı içerisinde mevsimsel gerçekleştirilen çalışmada göl üzerinde belirlenen 9 istasyondan alınan su örneklerinde toplam koliform, fekal koliform, *Escherichia coli* (*E. coli*) ve toplam bakteri analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda göl suyu toplam koliform sayısı 0 ile 34 arasında değişim göstermiştir. Elde edilen değerler limit değerlerin (70 EMS/100 mL) altında olduğu belirlenmiştir. Fekal koliformlar yaz döneminde sadece 4.istasyonda, sonbahar döneminde ise 7. ve 9. istasyonda tespit edilmiştir. Toplam *E. coli* ise bütün istasyonlarda tespit edilmemiştir. Toplam bakteri sayısı 0 ile 172 kob/100 mL arasında değişim göstermiştir. Elde edilen sonuçlar Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Kıta içi Su Kaynakları Kalite Kriterleri yönüyle değerlendirildiğinde kabul edilebilir değerlerin altında olduğu belirlenmiştir.

Seasonal Changes of Microbiology Quality in Egirdir Lake

Keywords

Egirdir Lake
Microbiological quality
Total coliform
Fecal coliform

Abstract: In this study aimed to monitor seasonal changes in the microbiological properties in Egirdir Lake which in Turkey's 2nd largest freshwater lake. The study was conducted in 2013 seasonal. Water samples were taken from nine stations on the lake and total coliforms, fecal coliforms, *Escherichia coli* (*E.coli*) and total aerobic bacteria analyzes were performed. As a result, the lake water for total coliform count ranged between 0 and 34. The obtained values were limit values (70 EMS/100 ml) below. Fecal coliform, 4th Station period the summer, 7th and 9th Stations were detected period the autumn. In other station it has not been determined. Total *E. coli* was not detected at all stations. Total bacteria ranged between with 0 to 172 cfu/100 ml. The obtained data on Surface Water Quality Management Regulation Water Resources was determined to be below the acceptable value when evaluated.

1. Giriş

Eşsiz manzara ve havasıyla ülkemizin en güzel yerlerinden biri olan Eğirdir Gölü, balıkçılık ve kerevit potansiyelinin yanı sıra, sulama ve enerji üretimi bakımından da büyük önem taşımaktadır. Gölün, çevredeki tarım alanlarının sulanmasında yararlanıldığı gibi, ortalama 25 km uzunluğundaki bir kanalla bağlanan ve Eğirdir'in güneyinde küçük bir göl olan Kovada Gölü'nü beslemekte ve dolayısıyla Kovada I ve II Hidroelektrik santrallerinin su ihtiyacı da bu gölden karşılanmaktadır. Ayrıca, 1994 yılı sonlarında tamamlanan tesislerle Isparta'nın içme suyu ihtiyacının bir bölümü de Eğirdir Gölü'nden sağlanmaktadır. Bu kapsamda göl mutlak koruma altına alınmıştır [1].

Eğirdir Gölü, Beyşehir Gölü'nden sonra ülkemizin en büyük ikinci doğal tatlı su gölü olup orta kısımda doğu-batı doğrultusunda bir daralma göstererek iki kısma ayrılır. Kuzeyde kalan kısma Hoyran, güneydeki kısma ise Eğirdir adı verilmektedir. Gölün iki kısmı arasındaki en dar bölgede boğazın genişliği yaklaşık 3 km, kuzey-güney doğrultusundaki toplam uzunluğu yaklaşık 50 km'dir [2].

İçme suyu temini ve rekreasyonel kullanıma açık sularda mikrobiyolojik kirlenme önemli bir sorun teşkil etmektedir. Patojenlerle kirlenen sular içme suyu ve rekreasyon amacıyla kullanımı sınırlanmaktadır [3]. Suların bakteriyolojik kalitesi, indikatör ya da hijyen indeksi mikroorganizmalarca belirlenmektedir. Bu amaçla sularda başta koliform, fekal koliform ve *E.coli* olmak üzere genel canlı sayısı

aranmaktadır. Bu bakterilerin sudaki varlığı, direkt ya da indirekt yolla bir fekal bulaşmayla birlikte patojenlerin de bulunma olasılığını ve hijyenik kalite düzeyini göstermektedir.

Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Kıtaçi Yüzeysel Su Kaynakları Sınıflarına göre yapılan sınıflandırmada akarsu, göl ve baraj rezervuarları suları dört kalite sınıfına ayırmıştır. Buna göre; Sınıf I: Yüksek kaliteli su, sınıf II: Az kirlenmiş su, Sınıf III: Kirli su, Sınıf IV: Çok kirlenmiş sudur. Mikrobiyolojik kalite kriterlerine bakılacak olunursa I.Sınıf su kalitesi sınıfında fekal koliform ≤ 10 olması istenirken, toplam koliformun ≤ 100 olması istenmektedir. Aynı yönetmelikte fekal koliform II.Sınıf su kalitesi sınıfında 10-200; III.Sınıf su kalitesi sınıfında 200-2000 ve IV.Sınıf su kalitesi sınıfında >2000 olması istenmektedir. Toplam koliform II.Sınıf su kalitesi sınıfında 100-2000; III.Sınıf su kalitesi sınıfında 20000-100000 ve IV.Sınıf su kalitesi sınıfında >100000 olması istenmektedir [4].

Bu çalışmada Eğirdir Gölü'nün mikrobiyolojik parametrelerinin mevsimsel değişimi daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırılarak bugünkü durumun değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metod

2013 yılında mevsimsel gerçekleştirilen çalışmada göl üzerinde belirlenen 9 istasyondan (Şekil 1) örnekleme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Mikrobiyolojik analiz için numunelerin alınması, saklanması, taşınması ve korunması "TS EN ISO 19458 Su Kalitesi Mikrobiyolojik Analizler İçin Numune Alma Standardı'na göre yapılmıştır [5].

Örneklemeelerde 5'li tüp metodu kullanılmıştır. İlk beş tüpe 10'ar mL, ikinci beş tüpe 1 mL ve üçüncü beş tüpe 0,1 mL su numunesi aktarılmıştır. Bu tüpler 35 ± 1 °C'de 48 ± 2 (24+24) saat inkübasyona bırakılmış ve gaz oluşumu gözlenen tüpler pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir [6].

Koliform bakteri tayininde gaz oluşumu gözlenen LST tüplerinden 10 mL Brilliant green laktöz broth tüplerine öze ile inokülasyon yapılmış, 35 ± 1 °C'de 48 ± 2 (24+24) saat inkübe edilmiştir (Feng vd, (2002)). Gaz oluşumu gözlenen tüpler koliform bakteri için pozitif sonuç olarak değerlendirilmiş ve sonuç olarak gaz oluşturan tüpler kaydedilerek EMS (En Muhtemel Sayı) tablosuna göre sayısal değerlendirme yapılarak koliform sayısı belirlenmiştir.

Fekal koliform analizinde gaz oluşumu gözlenen LST tüplerinden 10 mL EC buyyon içeren tüplere öze ile inoküle edilerek 48 ± 2 (24+24) saat $45,5 \pm 0,2$ °C de su banyosunda inkübe edilmiştir. Gaz oluşturan tüpler pozitif kabul edilmiştir.



Şekil 1. Örnekleme noktaları

Gaz oluşturan tüpler kaydedilmiş ve EMS tablosuna göre sayısal değerlendirme yapılarak fekal koliform sayısı belirlenmiştir [6].

E. coli varlığını belirlemek için EC buyyonda gaz oluşturan tüplerden L-EMB (Eozin Metilen Blue) agar petrilere öze ile inoküle edilmiş ve 35 ± 1 °C de 24 saat inkübe edilmiştir. Bu besiyerinde 2-3 mm çapında küçük siyah merkezli, metalik yeşil ve parlak renkli koloniler *E.coli* pozitif kabul edilmiştir. Hesaplama da koliform bakteri sayısı için Brilliant green laktöz buyyonda gaz oluşturan tüp sayısı EMS tablosuna bakılarak kaydedilirken, *E. coli* sayısı ise EC buyyonda gaz oluşturan tüplerden EMB ve İMVİC testlerinde pozitif sonuç veren tüp sayısına göre EMS tablosu esas alınarak belirlenmiştir. Toplam bakteri analizinde PCA (Plate Count Agar) besiyerine inoküle edilen örnekler 48 ± 2 (24+24) saat $37,0 \pm 0,2$ °C de inkübe edilmiş ve elde edilen koloniler sayılarak toplam bakteri sayısı belirlenmiştir [6].

3. Bulgular ve Tartışma

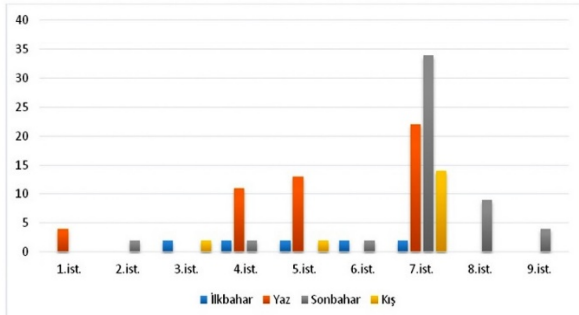
Eğirdir Gölü'nde toplam koliform sayısı 0 ile 34 arasında değişim göstermiş olup en yüksek sayı 7.istasyonda, en düşük sayı ise 2.istasyonda tespit edilmiştir. Yüzeysel sulardaki toplam koliform bakteri sayısı, suyun kirlenme derecesinin ve mikrobiyolojik kalitesinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir [7]. Eğirdir Gölü'nde yaz ve sonbahar dönemlerinde toplam koliform bakteri sayısı, kış ve ilkbahar dönemlerine oranla daha yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Bununla birlikte istasyonların çoğunda koliform bakteri tespit edilmemiştir.

Diler vd. (1997), Eğirdir Gölü'nde yapmış oldukları çalışmada göl suyundaki toplam heterotrofik bakteri sayısının $0,2 \cdot 10^1 - 18,5 \cdot 10^3$ cfu/mL arasında değişim

gösterdiğini bildirmişlerdir. Toplam bakteri sayısının yağışlarla doğru orantılı olarak mevsimsel bazda artış gösterdiğini, toplam koliform sayısının (KMS/100 mL) $0,2 \cdot 10^1 - 18 \cdot 10^2$ arasında değişim gösterdiğini, yağış olmayan ve sıcak aylarda yükseldiğini; *E. coli* varlığının ise Köprü avlağı istasyonunda 9 ay boyunca tespit edildiğini bildirmişlerdir [8].

Diler vd. (1999), Eğirdir Gölü ile Kovada Gölü'nü birbirine bağlayan Kovada Kanalı'nda 7 istasyonda gerçekleştirdikleri bakteriyolojik çalışmada bütün istasyonlarda fekal streptokok ve koliform bakteri üremesinin yoğun olarak tespit edildiğini, en yüksek *E. coli* seviyesine Taştepe istasyonunda ulaşıldığını sonuç olarak; Kovada Kanalı'nın enfeksiyöz hastalıklar yönüyle kritik bir potansiyele sahip olduğunu ve kanaldaki fekal bakteri kontaminasyonunun Kovada Gölü'nü etkilediğini bildirmişlerdir [9].

Çalışmamızdaki sonuçlar değerlendirildiğinde (Şekil 2) Eğirdir Gölü'nde yaz ve sonbahar dönemlerinde toplam koliform bakteri sayısı, kış ve ilkbahar dönemlerine oranla daha yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Bununla birlikte istasyonların çoğunda koliform bakteri tespit edilmemiştir. Eğirdir Gölü'nün toplam koliform sayısı açısından Kovada Kanalı'ndan daha temiz olduğunu göstermiştir



Şekil 2. Eğirdir Gölü toplam koliform değerleri

Koloren vd., (2011), Gaga Gölü (Ordu)'nde yapmış oldukları çalışmada, yüzey suyunda toplam koliform bakteri sayısını >1000 MF/100 ml, 5 m derinlikte ise toplam koliform bakteri sayısını >1000 MF/100 ml olarak tespit etmişler ve Kıtaçı Su Kaynakları Kalite Kriterleri'ne göre de Gaga Gölü'nün II. sınıf su kalitesinde olduğunu bildirmişlerdir [10].

Alkan vd. (1999), Uluabat Gölü'nün doğu kısmında (Gölyazı, Akçalar) 7 noktada yaptıkları çalışmada gölün bu noktalarının toplam koliform sayısını ortalama 16,700/100 ml (min.: 700/100 ml, mak.: 71,000/100 ml) olarak tespit etmişler ve Uluabat Gölü'nün toplam koliform açısından IV.Sınıf (çok kirlenmiş su) özellik gösterdiğini, gölün içme suyu temini, rekreasyon, balık üretimi, hayvan üretimi, sulama suyu gibi amaçlar için kullanımının sakıncalı olduğunu bildirmişlerdir [11].

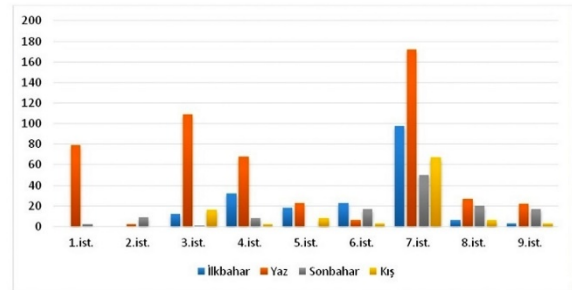
Elmacı vd. (2008), yine Uluabat Gölü'nde yaptıkları çalışmada gölün toplam koliform bakteri sayısının yaz aylarında daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir [12].

Eğirdir Gölü ise bu iki göle nazaran sürekli yenilen kaynaklarıyla I.Sınıf özellik göstermekle birlikte yaz dönemi toplam koliform değerleri diğer dönemlere göre daha yüksek bulunmuştur. Mikroorganizma artışında ise önemli faktör olan sıcaklığın yaz döneminde yüksek olması, buna ilaveten göldeki organik aktivitenin artması, ortamda yeterli besin elementlerinin bulunması toplam koliform bakteri sayısındaki artışın sebebinin açıklanmaktadır.

Eğirdir Gölü'nde fekal koliformlar; 4.istasyonda yaz döneminde, 7. ve 9.istasyonlarda ise sonbahar döneminde tespit edilmiştir. Diğer istasyonlarda fekal koliformlara rastlanmamış olup tüm istasyonlarda da *E. coli* tespit edilmemiştir.

Koloren vd., (2011), Gaga Gölü (Ordu)'nde yapmış oldukları çalışmada, yüzey suyunda fekal koliform bakteri sayısını >11 ve <26 kob/100 mL, 5 m derinlikte ise fekal koliform bakteri sayısını >8 olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Alkan vd. (1999), Uluabat Gölü'nde fekal koliform sayısını ortalama 3800 kob/100 mL (min.: 400 kob/100 mL, mak.: 14700 kob/100 mL) tespit ettiklerini bildirmişlerdir [10].

Toplam bakteri değerleri ise 0 ile 172 kob/100 mL arasında değişim göstermiştir. Mevcut değerler her istasyonda farklı dönemlerde küçük miktarlarda da olsa bakteriye rastlanmış olduğunu göstermekle birlikte bu değerler oldukça düşük değerlerde seyretmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Eğirdir Gölü toplam bakteri değerleri

Koloren vd. (2011), Alkan vd. (1999) ve Elmacı vd. (2008)'nin yapmış oldukları araştırma bulguları ile Eğirdir Gölü'nde yapmış olduğumuz çalışma bulgularıyla farklılık göstermiştir [10], [11], [12]. Zira Eğirdir Gölü bahsedilen göllere kıyasla evsel ve endüstriyel etkilerden daha az etkilenmektedir. Eğirdir Gölü ve gölü besleyen yeraltı su kaynakları 2012 yılında "Özel Hüküm Belirleme ve Havza Koruma Planı Projesi" ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından mutlak koruma altına alınmıştır.

Bununla birlikte 7.istasyonda diğer istasyonlara nazaran daha yüksek mezofilik toplam bakteri tespit edilmiştir. 7.istasyon olarak belirlediğimiz nokta Eğirdir Yeşilada açığı olup mevcut örnekleme noktası yerleşim yerine yakın olmasından bakteriyolojik etkilerden daha fazla etkilendiği sonucuna varılmıştır.

4. Sonuç

Eğirdir Gölü'nde yapılan mikrobiyolojik araştırma sonuçlarına göre; gölün mikrobiyolojik su kalitesinin I.Sınıf özellikte olduğunu göstermiştir. Diler vd, (1997) tarafından yapılan çalışma sonuçları ile karşılaştırıldığında ise gölün 1996-1997 yıllarına göre mikrobiyolojik açıdan daha temiz bir görünüm sergilediği, bu duruma alınan koruma önlemlerinin etkisi olduğu sonucuna varılmıştır [8],

Bu kapsamda gölün mevcut mikrobiyolojik su kalitesinin korunması için gerekli koruma önlemlerinin hassasiyetle devam ettirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Kaynakça

- [1] Güneş, K., Dönertaş, S.A., Metin, E., Şenduran, C., Dikerler, T., Arlı, Ö., Olgun, A., Aktaş, Ö., Aydöner, C., Özdemir, Ö., Ayaz, S., Tüfekçi, H., Tüfekçi, V., Atabay, H., Mantıkçı, A.M., İnal, Ö., Kara, E., Konya, Y., Sapmaz, K., Çelik, S., Enginsoy, G., Yakupoğlu, G., Çelemen, M. 2011. İçme ve Kullanma Suyu Kaynağı Olarak Kullanılan Eğirdir Gölü Havza Koruma Planı ve Özel Hüküm Belirlenmesi Projesi Sonuç Raporu. Proje No:5098116. TÜBİTAK-MAM, Gebze, Kocaeli, 400 s.
- [2] Anonim, 1999. İçme Suyu Kaynağı Olarak Eğirdir Gölü'nün Korunması Projesi, Hacettepe Üniversitesi, Çevre Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ankara, 156 s.
- [3] Uslu, O., Türkman, A. 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü, T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları, İzmir.
- [4] YSKYY, 2012. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği. 30 Kasım 2012 Tarih ve 28483 sayılı Resmi Gazete. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.
- [5] Anonim, 2015. Yer Üstü Suları, Yer Altı Suları ve Sedimentten Numune Alma ve Biyolojik Örnekleme Tebliği, 21 Şubat 2015 Tarih ve 29274 Sayılı Resmi Gazete, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.
- [6] Feng, P., Weagant S.D., Grant, M.A., Burkhardt, W. 2002. Bacteriological Analytical Manual (BAM), Chapter 4, Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria, USA.
- [7] Davis, K., Anderson, M. A., Yates, M. V. 2005. Distribution of indicator bacteria in Canyon Lake, California, Water Research, 39, 1277–1288.
- [8] Diler, Ö., Altun, S., Atay, R. 1997. Eğirdir Gölü Su Kalitesi, Fiziksel, Kimyasal, Mikrobiyolojik

Parametreleri. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 5, 1-34.

- [9] Diler, Ö., Işık, B.I., Altun, S., Aybal, N.Ö. 1999. Eğirdir Gölü Kovada Kanalının Bakteriyolojik Su Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 6, 207-219.
- [10] Elmacı, A., Teksoy, A., Topaç, F.O., Özengin, N., Başkaya, H.S. 2008. Uluabat Gölünün Mikrobiyolojik Özelliklerinin Mevsimsel Değişiminin İzlenmesi, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 13 (1); 93-103.
- [11] Alkan, U., Çalışkan, S., Mescioğlu, Ü. 1999. Uluabat Gölü'nün Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi, Ekoloji, 9 (33): 3-5.
- [12] Koloren, Z., Taş, B., Kaya, D. 2011. Gaga Gölü (Ordu, Türkiye)'nün Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi, Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, Yıl: 2 1 (3);74-85.