

Boztepe Recai Kutan Baraj Gölü Su Kalitesinin Değerlendirilmesi

¹Kenan ALPASLAN, ¹Gökhan KARAKAYA*, ¹Fatih GÜNDÜZ, ²Mehmet Ali Turan KOÇER

¹Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Elazığ

²Akdeniz Su Ürünleri Araştırma, Üretim ve Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya

*Sorumlu Yazar: gkarakaya23@gmail.com

Geliş Tarihi: 14.03.2016

Düzeltilme Geliş Tarihi: 17.11.2016

Kabul Tarihi: 17.11.2016

Özet

Bu çalışma, Malatya il sınırları içerisinde yer alan Boztepe Recai Kutan Baraj Gölü'nün su kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma Ocak-Aralık 2014 tarihleri arasında yürütülmüş ve üç örnekleme noktasından aylık olarak yüzey ve farklı derinliklerden su örnekleri alınmıştır. Su örneklerinde sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, secchi diski derinliği, askıda katı madde, toplam alkalinite, toplam sertlik, biyolojik oksijen ihtiyacı, çözülmüş anyon (Sülfat, Fosfat, Bromür, Klorür, Nitrat, Nitrit) ve katyonlar (Sodyum, Amonyum, Potasyum, Magnezyum, Kalsiyum), toplam azot, toplam fosfor ve klorofil a ölçümleri yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda gölde yalnızca yüzey suyu ölçümlerinin kullanımı dikkate alınması durumunda, Boztepe Recai Kutan Baraj Gölü'nün "Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (Anonim, 2012) Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine" göre genel şartlar bakımından I.Sınıf, oksijenlendirme parametreleri ve nutrient parametreleri bakımından II. Sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde II. Sınıf su kalitesine sahip olan Baraj Gölü suyunun iyi durumda olduğu ve rekreasyon, alabalık dışında diğer balık türlerinin yetiştiriciliğinde ve sulama suyu olarak kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Boztepe Recai Kutan Baraj Gölü; su kalitesi, Malatya

Assessment of Water Quality of Boztepe Recai Kutan Dam Lake

Abstract

This study was carried out to determine water quality of Boztepe Recai Kutan Dam Lake within the boundaries of Malatya province. The study was conducted between January and December 2014, and surface water samples were taken at monthly intervals from three sampling and different depths from stations on the dam lake. The measurements of temperature, pH, dissolved oxygen, electrical conductivity, secchi disk depth, suspended solid matter, total alkalinity, total hardness, biological oxygen demand, dissolved anions (sulfate, phosphate, bromide, chloride, nitrate, nitrite) and cations (sodium, ammonium, potassium, magnesium, calcium), total nitrogen, total phosphorus and chlorophyll were performed in water samples. As a result of the study, if only the surface water measurements in the lake were taken into account, it was determined that, Boztepe Recai Kutan Dam has got first class quality of water according to Surface Water Quality Management Regulation Inland Surface Water Quality Criteria classification in terms general conditions and has got second class quality of water as to oxygenation parameters and nutrient parameters. Generally considered the II. Class of water is in the best situation with the dam lake water quality and recreation, it is determined that the breeding of other fish species other than trout and can be used as irrigation water.

Key words: Boztepe Recai Kutan Dam Lake, water quality, Malatya

Giriş

Dünyadaki tatlı su kaynaklarında bir artış olmadığından ve hali hazırda var olan kaynakların

kirlenme nedeniyle kullanılamaz hale gelmesinden dolayı, temiz suya olan gereksinim her geçen gün artmaktadır. Su kaynakları, uzun vadede istikrarlı

bir şekilde kullanılması ve korunması gereken doğal kaynaklardır (EİE, 2003). Enerji üretimi, sulama suyu temini, taşkın önleme, içme ve kullanma suyu temini, balıkçılık ve rekreasyon gibi amaçlarla inşa edilen barajlar, doğal kaynaklara insan müdahalesinin en önemli örneklerinden biridir. Tatlı su kaynaklarının fiziko-kimyasal durumlarının ortaya çıkarılması, yüksek kalitede olanların korunması ve düşük kalitede olan kaynakların ise iyileştirilmesi su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı yönünden büyük öneme sahiptir.

WFD (2000) ve Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğinin (Anonim, 2012) hedefleri doğrultusunda tatlı su kaynaklarımızın özelliklerinin, kalite sınıflarının belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Son yıllarda Türkiye’de yapılan bilimsel araştırmalarda

lentik ve lotik sistemlerin su kalitesini belirlenmeye yönelik çalışmaların artmasına paralel olarak tatlı su kaynakları yönünden zengin olan Doğu Anadolu Bölgesinde birçok çalışma yapılmıştır. (Ünlü ve ark., 2008; Alp ve ark., 2010; Alpaslan ve ark., 2012; Boztuğ ve ark., 2012; Alpaslan ve ark., 2013; Küçükylmaz ve ark., 2014; Karakaya ve ark., 2014; Alpaslan ve ark., 2015; Kasaka, 2015; Küçükylmaz ve ark., 2016).

Bu çalışma da Boztepe Recai Kutun Baraj Gölü’nün su kalitesinin alansal ve zamansal değişiminin ortaya konulması ve Yüzeysel Su Yönetimi Yönetmeliği’ndeki kıta içi su kalite kriterlerine göre baraj gölünün su kalite sınıfının belirlenmesi amaçlanmıştır ve su kalitesine ait ilk bulgular elde edilmiştir.



Şekil 1. Boztepe Recai Kutun Baraj Gölü’ndeki örnekleme noktaları (★).

Materyal ve Yöntem

Çalışma Alanı

Boztepe Recai Kutun Baraj Gölü, Malatya Yazihan İlçesi’ne 54 km olup, Malatya İli Hekimhan ilçesi yol güzergâhında Sarsap dağları ile çevrili alanda olup Malatya’nın Arguvan ilçesi tarafından gelen Hasar Çayı, Yazihan ilçesi Molla İbrahim Köyü’nden gelen Ağıl Deresi ile Yağca Köyü’nden gelen Hırın Çayı birleşerek gelen dereler üzerinde sulama amacıyla 1997 yılında temeli atılmış ancak 14 yıl sonra su tutulmuştur. Zonlu toprak dolgu tipi olan barajın gövde hacmi 6.9 hm³, normal su kotunda göl hacmi 116.1 hm³, normal su kotunda göl alanı 4.9 km²’dir.

Örneklerin Toplanması ve Analizi

Baraj Gölü’nün su kalitesini belirlemek üzere Ocak-Aralık 2014 tarihleri arasında, 3 örnekleme noktasında (Şekil 1) farklı derinliklerde (0, 5, 10 ve 20 m.) 12 ay boyunca aylık örnekleme yapılmıştır.

Su örnekleri 1 litrelik polietilen şişeler kullanılarak yüzeyden dibe doğru şişelerde hava boşluğu kalmayacak şekilde suya daldırılarak, derinliklerden ise nansen şişesi kullanılarak alınmıştır. Örnek almadan önce şişeler bir miktar göl suyuyla çalkalanmıştır. Örnekleme noktalarında sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik, çözülmüş oksijen ve oksijen doygunluğu YSI 6600 V2 Model ölçüm cihazı ile ışık geçirgenliği Secchi diski ile yerinde ölçülmüştür. Alınan örnekler uygun şartlar altında laboratuvara ulaştırılarak analizleri gerçekleştirilmiştir.

Laboratuvara getirilen su örneklerinde biyolojik oksijen ihtiyacı (5 günlük karbonlu inkübasyon sonunda oksijen tüketimini belirlenmesi), askıda katı madde (Örneğin glassfiber filtreden süzülmesi ve filtre üzerindeki kalıntının 105 °C sıcaklıkta kurutulup tartılması ile), toplam sertlik (EDTA titrimetrik metot ile), toplam alkalinite (Titrimetrik metot ile), çözülmüş anyon

(Sülfat, Fosfat, Bromür, Klorür, Nitrat, Nitrit) ve katyonlar (Sodyum, Amonyum, Potasyum, Magnezyum, Kalsiyum), (Dionex ICS-1000 model İyon Kromatografi cihazı ile), klorofil a (Whatman GF C filtrenin alkali asetonla ekstraktının fluorometrik tayiniyle) standart metotlara göre (APHA, 1995), toplam azot (Persülfat ayrıştırma işleminin ardından 2.6-dimetilfenol metodu ile) ve toplam fosfor (Asitle ayrıştırma işleminin ardından askorbik asit metodu ile) parametrelerinin ISO standartlarına göre (ISO, 1986) analizleri gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Fizikokimyasal su kalitesinin değişimi

Sıcaklık

Çalışma süresince Baraj Gölü'nde izlenen istasyonlarda su sıcaklıkları yüzey suyunda 5.6-25.8 °C, 5 m derinlikte 6.4-24.9 °C, 10 m derinlikte 6.0-18.5 °C ve 20 m derinlikte 5.4-13.5 °C arasında ölçülmüştür. Bekleneceği üzere, istasyonların yüzey sularında sıcaklık daha geniş bir aralıkta değişmiş ve mevsimsel olarak derinlikle sıcaklık azalma eğilimi göstermiştir. Örneklem noktalarında sıcaklık değişimi istatistiksel olarak önemli olmuş, genel olarak örneklem noktalarında 0-5 m arasındaki su kolonunun sıcaklığının 10-20 m arasındaki su kolonunun sıcaklığından daha yüksek olması istatistiksel olarak önemli (Student's t testi, $P<0.01$) ayırt edilmiştir.

pH

Baraj Gölü'nde pH değerleri yüzey suyunda 7.4-9.3. 5 m derinliklerde 7.1-9.1, 10 m derinliklerde 7.1-9.2 ve 20 m derinliklerde 7.1-9.0 arasında ölçülmüştür. pH yüzeyden tabana doğru derinlikle azalma eğilimi göstermiştir. İzlenen istasyonlar pH değişimi bakımından istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermiş, daha yüksek pH değerlerinin ölçüldüğü yüzey suları daha düşük ölçümlerin kaydedildiği 20 m derinlik sularından önemli şekilde (Student's t testi, $P<0.05$) ayırt edilmiştir.

Çözünmüş oksijen

Baraj gölünde çözünmüş oksijen miktarları istasyonların yüzey suyunda 6.7-14.0 mg L⁻¹ arasında, 5 m derinliklerde 6.3-13.8 mg L⁻¹, 10 m derinliklerde 1.1-13.9 mg L⁻¹ ve 20 m derinliklerde 0.8-13.0 mg L⁻¹ arasında ölçülmüştür. Çözünmüş oksijen miktarları genel olarak yüzeyden tabana doğru azalma eğilimi göstermiş olması yanı sıra, tüm su kolonunda su sıcaklığının belirgin şekilde arttığı Mayıs-Eylül arasında 10 m derinlikte çözünmüş oksijen kritik düzeylere kadar azalmış ve 20 m derinlikte çok düşük oksijenli ve anoksik koşullar hâkim olmuştur. İzlenen istasyonlarda

çözünmüş oksijen miktarlarının değişimi istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermiş olmakla birlikte, yalnızca İstasyon 1'in yüzey ve 5 m derinliği ile İstasyon 3'ün yüzey suyunda çözünmüş oksijenin aylara göre değişimi, İstasyon 1'in 20 m örneklem noktasıyla önemli düzeyde (Tukey's test, $P<0.01$) ayırt edilmiştir.

Oksijen doygunluğu

Araştırma süresince Baraj Gölü'nde oksijen doygunluğu istasyonları yüzey suyunda %67-142, 5 m derinliklerinde %60-128, 10 m derinliklerinde %13-124 ve 20 m derinliklerinde %4-117 arasında ölçülmüştür. Oksijen doygunluğu sıcaklığın mevsimsel değişimiyle ilişkili olarak aylık değişimler sergilemiştir. Bunun yanı sıra, derinlikle belirgin şekilde azalma eğilimi göstermiş, tüm su kolonunda su sıcaklığının belirgin şekilde arttığı Mayıs-Eylül arasında 10 m derinliğin altında %50 ve daha düşük doygunluk değerlerine kadar gerilemiştir.

Oksijen doygunluğu değişiminin izlenen istasyonlar arasındaki farklılığı istatistiksel olarak önemli bulunmuş, daha yüksek doygunlukların ölçüldüğü yüzey suları, düşük doygunlukların belirlendiği 20 m derinlikteki su kolonunun ölçüldüğü istasyonlardan önemli düzeyde (Tukey's test, $P<0.001$) ayırt edilmiştir.

Elektriksel iletkenlik

Araştırma süresince Recai Kutan Baraj Gölü'nde elektriksel iletkenlik istasyonların yüzey suyunda 241-442 $\mu\text{S cm}^{-1}$, 5 m derinliklerinde 252-436 $\mu\text{S cm}^{-1}$, 10 m derinliklerinde 250-441 $\mu\text{S cm}^{-1}$ ve 20 m derinliklerinde 236-455 $\mu\text{S cm}^{-1}$ arasında ölçülmüştür. Elektriksel iletkenlik derinlikle birlikte azalma eğilimi göstermiş ve izlenen istasyonlarda elektriksel iletkenlik değişimi bakımından istatistiksel olarak önemli bir farklılık belirlenmişse de (Wilcoxon testi; $P<0.05$), bu farklılık belirgin olarak (Tukey's test, $P<0.001$) ayırt edilememiştir.

Askıda katı madde

Baraj gölünde askıda katı madde miktarları istasyonların yüzey suyunda 0.1-6.9 mg L⁻¹, 5 m derinliklerinde 0.1-4.0 mg L⁻¹, 10 m derinliklerinde 0.2-5.5 mg L⁻¹ ve 20 m derinliklerinde 0.1-7.8 mg L⁻¹ arasında tayin edilmiştir. Dip suyunda askıda katı madde miktarları artma eğilimi göstermişse de, askıda katı maddenin değişimi bakımından örneklem noktaları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli (Wilcoxon testi; $P>0.05$) bulunmamıştır.

Toplam alkalinite

Baraj Gölü'nde toplam alkalinite miktarları istasyonların yüzey suyunda 279-451 mg CaCO₃ L⁻¹,

5 m derinliklerinde 271-500 mg CaCO₃ L⁻¹, 10 m derinliklerinde 262-500 mg CaCO₃ L⁻¹ ve 20 m derinliklerinde 189-418 mg CaCO₃ L⁻¹ arasında tayin edilmiştir. Derinliğe bağlı olarak belirgin bir değişim eğilimi göstermediği gibi, toplam alkalinitenin değişimi bakımından örnekleme noktaları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli (Wilcoxon testi; P>0.05) bulunmamıştır.

Çözünmüş katyonlar

Lityum miktarları baraj gölünde izlenen istasyonların yüzey sularında 0.4-7.4 µg Li⁺ L⁻¹, istasyonların 5 m derinliklerinde 2.9-7.3 µg Li⁺ L⁻¹, 10 m derinliklerinde 3.0-7.1 µg Li⁺ L⁻¹ ve 20 m derinliklerinde 0.4-7.2 µg Li⁺ L⁻¹ arasında tayin edilmiştir. Belirgin bir değişim eğilimi sergilemeyen lityumun istasyonlardaki ortalama değerleri de birbirine oldukça yakın kaydedilmiştir. Baraj Gölü'nde sodyum miktarları izlenen istasyonların yüzey sularında 13.3-20.0 mg Na⁺ L⁻¹, 5 m derinliklerinde 13.1-20.1 mg Na⁺ L⁻¹, 10 m derinliklerinde 13.1-20.2 mg Na⁺ L⁻¹ ve 20 m derinliklerinde 13.2-18.7 mg Na⁺ L⁻¹ arasında, birbirine çok yakın aralıklarda tayin edilmiştir. Potasyum miktarları ise izlenen istasyonların yüzey sularında 1.5-3.2 mg K⁺ L⁻¹, 5 m derinliklerinde 1.5-3.3 mg K⁺ L⁻¹, 10 m derinliklerinde 1.4-3.3 mg K⁺ L⁻¹ ve 20 m derinliklerinde 1.3-2.9 mg K⁺ L⁻¹ arasında, birbirine çok yakın aralıklarda tayin edilmiştir (Şekil 11).

İzlenen istasyonların yüzey suyunda 40.6-59.1 mg Ca⁺² L⁻¹, 5 m derinliklerinde 42.7-59.1 mg Ca⁺² L⁻¹, 10 m derinliklerinde 45.3-59.0 mg Ca⁺² L⁻¹ ve 20 m derinliklerinde 43.3-61.3 mg Ca⁺² L⁻¹ arasında tayin edilmiştir. Baraj gölünde izlenen istasyonların yüzey suyunda 12.2-16.6 mg Mg⁺² L⁻¹, 5 m derinliklerinde 12.1-16.7 mg Mg⁺² L⁻¹, 10 m derinliklerinde 12.3-17.0 mg Mg⁺² L⁻¹ ve 20 m derinliklerinde 12.3-16.4 mg Mg⁺² L⁻¹ arasında tayin edilmiştir.

İzlenen istasyonlarda ortalama miktarları bakımından lityum, sodyum, potasyum ve magnezyum derinlikle azalma, kalsiyum ise derinlikle artma eğilimleri gösterse de, örnekleme noktaları arasında izlenen çözünmüş katyonların miktarlarının değişimindeki farklılık istatistiksel olarak önemli (Wilcoxon; P>0.05) bulunmamıştır.

Çözünmüş anyonlar

Baraj Gölü'nde florür miktarları yüzey sularında 0,11-0.26 mg F⁻ L⁻¹, 5 m derinliklerde 0.11-0.25 mg F⁻ L⁻¹, 10 m derinliklerde 0.10-0.25 mg F⁻ L⁻¹ ve 20 m derinliklerde 0.09-0.25 mg F⁻ L⁻¹ arasında tayin edilmiştir. Florür 20 m derinliklerde azalma eğilimi göstermişse de, örnekleme noktalarında bariz bir değişim sergilememiş ve

istasyonlardaki ortalama değerleri de birbirine oldukça yakın kaydedilmiştir.

Klorür miktarları izlenen istasyonları yüzey sularında 3.7-6.6 mg Cl⁻ L⁻¹, 5 m derinliklerinde 3.8-6.3 mg Cl⁻ L⁻¹, 10 m derinliklerinde 4.0-6.3 mg Cl⁻ L⁻¹ e 20 m derinliklerinde 3.7-6.0 mg Cl⁻ L⁻¹ arasında tayin edilmiştir. Klorür miktarları izlenen istasyonlarda belirgin şekilde derinlikle azalma eğilimi göstermiştir.

Bromür miktarları yüzey sularında 6.0-65.0 µg Br⁻ L⁻¹, 5 m derinliklerde 9.9-74.8 µg Br⁻ L⁻¹, 10 m derinliklerde 6.3-72.0 µg Br⁻ L⁻¹ ve 20 m derinliklerde 6.0-81.6 µg Br⁻ L⁻¹ arasında tayin edilmiştir. Bromür miktarlarının derinlikle değişiminde belirgin bir eğilim gözlenmemiştir.

Sülfat miktarları ise izlenen istasyonların yüzey sularında 77-108 mg SO₄⁻² L⁻¹, 5 m derinliklerinde 77-111 mg SO₄⁻² L⁻¹, 10 m derinliklerinde 74-120 mg SO₄⁻² L⁻¹ ve 20 m derinliklerinde 75-123 mg SO₄⁻² L⁻¹ arasında tayin edilmiştir. İzlenen istasyonlarda sülfat miktarları 10 m ve 20 m derinliklerde belirgin şekilde azalmıştır.

İzlenen istasyonlarda ortalama miktarları bakımından bromür belirgin bir değişim göstermemiş ve florür, klorür ve sülfat derinlikle azalma eğilimleri göstermiş gibi görünse de, örnekleme noktaları arasında izlenen çözünmüş anyonların miktarlarının değişimindeki farklılık istatistiksel olarak önemli (Wilcoxon; P>0.05) bulunmamıştır.

İzlenen istasyonlarda ortalama miktarları bakımından bromür belirgin bir değişim göstermemiş ve florür, klorür ve sülfat derinlikle azalma eğilimleri göstermiş gibi görünse de, örnekleme noktaları arasında izlenen çözünmüş anyonların miktarlarının değişimindeki farklılık istatistiksel olarak önemli (Wilcoxon; P>0.05) bulunmamıştır.

Azot ve fosfor formları

Baraj gölünde amonyum miktarları istasyonların yüzey sularında 0.01-0.16 mg NH₄⁺ L⁻¹, 5 m derinliklerinde 0.01-0.25 mg NH₄⁺ L⁻¹, 10 m orta derinliklerinde 0.01-0.19 mg NH₄⁺ L⁻¹ ve 20 m derinliklerinde 0.01-0.26 mg NH₄⁺ L⁻¹ arasında geniş bir aralıkta tayin edilmiştir. Amonyum derinlikle değişimi istasyonlarda farklı eğilimler sergilemiş ve amonyum azotu miktarlarının değişimi bakımından izlenen istasyonların örnekleme noktaları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli (Wilcoxon; P>0.05) bulunmamıştır.

Nitrit miktarları ise yüzey sularında 1-35 µg NO₂⁻ L⁻¹, 5 m derinliklerde 1-39 µg NO₂⁻ L⁻¹, 10 m derinliklerde 1-51 µg NO₂⁻ L⁻¹ ve 20 m derinliklerde 1-87 µg NO₂⁻ L⁻¹ arasında tayin edilmiştir. Bununla birlikte, nitritin zamansal varyasyonu bakımından örnekleme noktaları arasında istatistiksel olarak

önemli bir farklılık (Wilcoxon; $P>0.05$) elde edilmemiştir.

Baraj Gölü'nde nitrat miktarları istasyonların yüzey sularında $0.01-1.67 \text{ mg NO}_3^- \text{ L}^{-1}$, 5 m derinliklerinde $0.01-1.04 \text{ mg NO}_3^- \text{ L}^{-1}$, 10 m derinliklerinde $0.01-1.02 \text{ mg NO}_3^- \text{ L}^{-1}$ ve 20 m derinliklerinde $0.01-1.30 \text{ mg NO}_3^- \text{ L}^{-1}$ arasında tayin edilmiştir. Nitrat miktarları derinlikle artma eğilimi gösteriyor gibi görünse de, izlenen istasyonların örnekleme noktalarında nitratın zamansal değişimi bakımından farklılığı istatistiksel olarak önemli (Wilcoxon; $P>0.05$) bulunmamıştır.

Toplam azot yüzey sularında $0.10-0.99 \text{ mg N L}^{-1}$, 5 m derinliklerde $0.10-0.98 \text{ mg N L}^{-1}$, 10 m derinliklerde $0.20-1.38 \text{ mg N L}^{-1}$ ve 20 m derinliklerde $0.39-1.58 \text{ mg N L}^{-1}$ arasında tayin edilmiştir. İstasyonların 10 m ve 20 m derinliklerinde artma eğilimi gösteriyorsa da, toplam azot miktarlarının değişimi bakımından izlenen istasyonların örnekleme noktaları arasındaki farklılığı istatistiksel olarak önemli (Wilcoxon; $P>0.05$) bulunmamıştır.

Baraj gölünde ortofosfat miktarları istasyonların yüzey sularında $1-48 \text{ } \mu\text{g PO}_4^{3-} \text{ L}^{-1}$, 5 m derinliklerinde $1-25 \text{ } \mu\text{g PO}_4^{3-} \text{ L}^{-1}$, 10 m derinliklerinde $1-68 \text{ } \mu\text{g PO}_4^{3-} \text{ L}^{-1}$ ve 20 m derinliklerinde $1-64 \text{ } \mu\text{g PO}_4^{3-} \text{ L}^{-1}$ arasında tayin edilmiştir. Toplam fosfor miktarları istasyonların yüzey sularında $5-70 \text{ } \mu\text{g P L}^{-1}$, 5 m derinliklerinde $4-70 \text{ } \mu\text{g P L}^{-1}$, 10 m derinliklerinde $12-70 \text{ } \mu\text{g P L}^{-1}$ ve 20 m derinliklerinde $12-70 \text{ } \mu\text{g P L}^{-1}$ arasında tayin edilmiştir. Ortofosfat ve toplam fosfor miktarlarının değişimi bakımından izlenen istasyonların örnekleme noktaları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli (Wilcoxon; $P>0.05$) bulunmamıştır.

Klorofil a

Baraj Gölü'nde klorofil a miktarları istasyonların yüzey sularında $1.3-18.7 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$, 5 m derinliklerinde $0.6-20.2 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$, 10 m derinliklerinde $0.5-14.3 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ ve 20 m derinliklerinde $0.2-7.6 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ arasında tayin edilmiştir. Klorofil a miktarları derinlikle belirgin bir azalma eğilimi göstermiş olmakla birlikte, örnekleme noktaları arasındaki bu farklılık istatistiksel olarak önemli (Wilcoxon; $P>0.05$) bulunmamıştır.

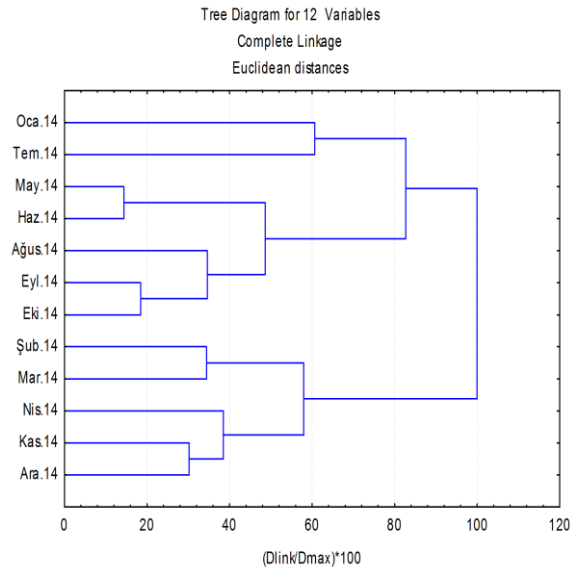
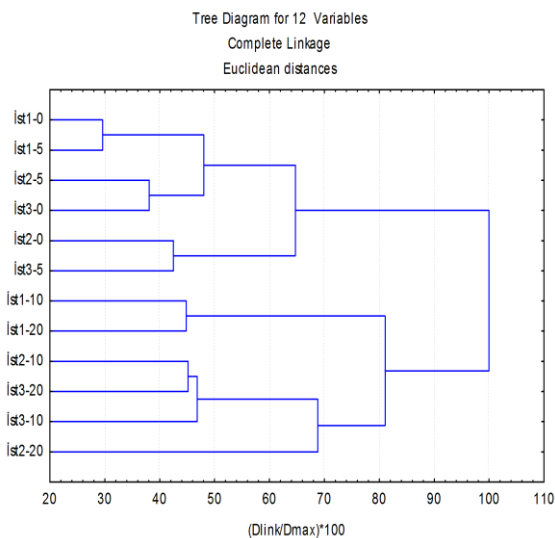
Secchi disk derinliği

Baraj Gölü'nde üç istasyonda 12 ay süresince ölçülen Secchi diski derinliği $0.5-3.8 \text{ m}$ arasında değişiklik göstermiştir ve Secchi diski derinliğinin değişimi bakımından izlenen istasyonlar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır (Wilcoxon; $P>0.05$).

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı

Baraj gölünde biyokimyasal oksijen ihtiyacı istasyonların yüzey sularında $0.4-4.3 \text{ mg L}^{-1}$, 5 m derinliklerinde $0.6-4.0 \text{ mg L}^{-1}$, 10 m derinliklerinde $0.2-2.4 \text{ mg L}^{-1}$ ve 20 m derinliklerinde $0.2-2.3 \text{ mg L}^{-1}$ arasında tayin edilmiştir. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı miktarlarının değişimi bakımından izlenen istasyonların örnekleme noktaları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli (Wilcoxon; $P>0.05$) bulunmamıştır.

Örnekleme noktaları arasındaki benzerliği ve yakınlığı göstermek için kullanılan cluster analizi (CA), örnekleme noktalarını $D_{link} D_{max} * 100 < 50$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan iki ana kümeye gruplandırmıştır. Bununla birlikte, örnekleme noktalarının yakınlığı anlamlı düzeyde dört alt küme ile temsil edilmiştir, özellikle istasyonların 0-5 metre ile 10-20 metre derinlikleri aynı küme altında toplanmıştır. (Şekil 2).



Şekil 2. İzlenen parametrelere dayalı olarak örnekleme noktalarının kümelendirme analizi dendrogramı

izlenen parametrelerin zamansal varyasyonunu anlamak için yürütülen cluster analizi (CA) ise, örnekleme noktalarını Dlink $D_{max} * 100 < 50$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan iki ana kümeye gruplandırmıştır. Bununla birlikte, iki ana küme içerisinde temsil edilen alt kümeler anlamlı düzeyde yakınlık göstermiş, genellikle birbirini takip eden aylar arasında benzerlik gözükmiştir.

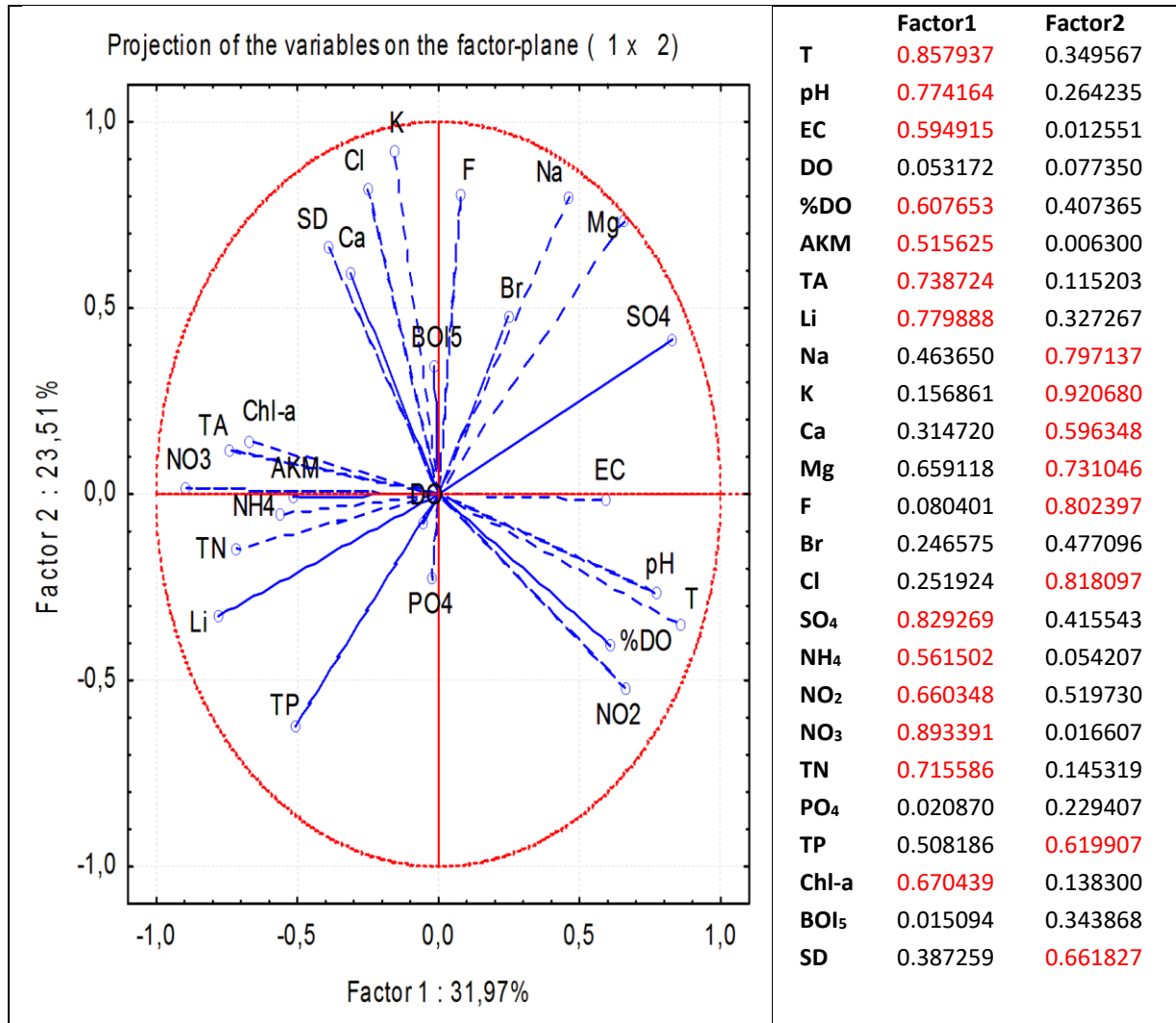
Parametrelerin PCA analizi sonuçları Baraj Gölü'nde primer üretimin (klorofil a), genel şartlar (sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik), oksijenlendirme parametreleri (oksijen doygunluğu) ve nutrient parametrelerinin (amonyum, nitrit, nitrat, toplam azot) varyasyonunu temsil eden Faktör 1, parametrelerin değişimine bağlı olarak yakın ilişkiler gösterdiğini ve gölün içi dinamiklerin kontrolü altında olduğunu ifade edebilir.

Buna karşın, başlıca çözünmüş anyon ve katyonların (sodyum, potasyum, kalsiyum,

magnezyum, florür, bromür ve klorür) varyasyonunu temsil eden Faktör 2, su toplama havzası jeolojisine bağlı olarak gölü besleyen akarsularla mineral girdilerinin etkisini düşündürmüştür.

Sonuç olarak PCA, gölde azot formlarının asıl olarak iklim ve göl içi dinamiklerce kontrol edildiğini, akarsularla göle yüklenmesi bakımından dış kaynakların da toplam fosfor varyasyonu üzerinde etkili olabileceğini gösterebilir (Şekil 3).

Baraj gölünde Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (Anonim, 2012) Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerindeki genel koşullarında olan sıcaklık ve elektriksel iletkenlik bakımından Boztepe Recai Kutan Baraj Gölü bazı ölçümlerde Sınıf II kaliteye gerilese de, su kolonunda izlenen derinlikler ve göl ortalaması ortalama değerleri bakımından Sınıf I kalite olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. İzlenen parametrelere dayalı olarak örnekleme noktalarının PCA analizi sonuçları

Ancak, daha düşük değerleri 10 m ve 20 m derinlikler ve göl ortalaması Sınıf I kalite olmakla birlikte, >8.5 pH değerleri nedeniyle 0 ve 5 m derinlikler ortalama değerler bakımından Sınıf II kalite olarak karakterize olmuştur. Bu nedenle

genel şartlar bakımından Boztepe Recai Kutan Baraj Gölü su kolonunun üst tabakaları Sınıf II ve alt tabakaları Sınıf I kalite olarak ve göl su kolonu Sınıf I kalite olarak kategorize olmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Göl için üç farklı aritmetik ortalama hesaplama koşulunda Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğine göre Boztepe Recai Kutan Baraj Gölü'nün su kalite sınıflandırması (Anonim, 2012)

Su kalite özellikleri	0 m		5 m		10 m		20 m		Su kolonu	
	Ort	Sınıf	Ort	Sınıf	Ort	Sınıf	Ort	Sınıf	Ort	Sınıf
Sıcaklık (°C)	16.3	I	15.8	I	11.5	I	9.5	I	3.5	I
pH	8.6	II	8.6	II	8.4	I	8.1	I	8.4	I
İletkenlik ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	344	I	343	I	327	I	310	I	331	I
Çözünmüş oksijen (mg L^{-1})	9.3	I	8.9	I	7.1	II	5.5	III	7.8	II
Oksijen doygunluğu (%)	102	I	95	I	71	II	54	III	82	II
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (mg L^{-1})	1.8	I	1.7	I	1.3	I	1.1	I	1.5	I
Amonyum azotu (mg L^{-1})	0.07	I	0.07	I	0.08	I	0.08	I	0.07	I
Nitrit azotu (mg L^{-1})	0.003	II	0.003	II	0.005	II	0.007	II	0.004	II
Nitrat azotu (mg L^{-1})	0.091	I	0.043	I	0.075	I	0.121	I	0.082	I
Toplam Kjeldahl azotu (mg L^{-1})	0.418	I	0.380	I	0.481	I	0.586	II	0.463	I
Toplam fosfor (mg L^{-1})	0.025	I	0.030	II	0.029	I	0.030	II	0.028	I
Kalite sınıflandırma özeti										
	0 m		5 m		10 m		20 m		Su Kolonu	
Genel şartlar	Sınıf II		Sınıf II		Sınıf I		Sınıf I		Sınıf I	
Oksijenlendirme parametreleri	Sınıf I		Sınıf I		Sınıf II		Sınıf III		Sınıf II	
Nutrient parametreleri	Sınıf II		Sınıf II		Sınıf II		Sınıf II		Sınıf II	

Ancak, daha düşük değerleri 10 m ve 20 m derinlikler ve göl ortalaması Sınıf I kalite olmakla birlikte, >8.5 pH değerleri nedeniyle 0 ve 5 m derinlikler ortalama değerler bakımından Sınıf II kalite olarak karakterize olmuştur. Bu nedenle genel şartlar bakımından Boztepe Recai Kutan Baraj Gölü su kolonunun üst tabakaları Sınıf II ve alt tabakaları Sınıf I kalite olarak ve göl su kolonu Sınıf I kalite olarak kategorize olmuştur (Çizelge 1).

Oksijenlendirme parametreleri bakımından ise tersine bir durum gözlenmiş, yıl boyunca daha yüksek çözünmüş oksijen miktarı ve doygunluğunun ölçüldüğü 0 ve 5 m derinlikler Sınıf I kalite ve daha düşük çözünmüş oksijen ve doygunluğunun gözlemlendiği alt derinlikler Sınıf II ve III kalite olarak belirlenmiştir. Tüm derinliklerde yıl boyunca biyokimyasal oksijen ihtiyacı bakımından Sınıf I kalite olan Boztepe Recai Kutan Baraj Gölü su kolonu alt derinliklerdeki düşük çözünmüş oksijen miktarları ve doygunluğu nedeniyle oksijenlendirme parametreleri bakımından Sınıf II kalite olarak kategorize edilmiştir.

Amonyum azotu ve nitrat azotu bakımından tüm derinliklerde Sınıf I kalitede kaydedilmesine karşın, tüm derinliklerde Sınıf II kaliteye neden olan nispeten yüksek nitrit azotu miktarları ile alt derinliklerde Sınıf II kaliteye neden olan toplam kjeldahl azotu ve toplam fosforun bir sonucu olarak, Boztepe Baraj Gölü'nün su kolonu nutrient

parametreleri bakımından Sınıf II kalite olarak kategorize olmuştur (Çizelge 1).

Yeterli derinliğe sahip olmasına karşın, 0-20 m derinlikler arasındaki su kolonunda sıcaklık ve yoğunluk farkı göz önüne alındığında araştırma periyodunda baraj gölünde karışıma karşı dirençli bir sıcaklık tabakası oluşmamış ve atmosferik olaylara bağlı olarak kısmen karışmıştır. pH değeri bakımından alkali karakterde olduğu, yüzey suyu aşırı doygun değerlere ulaştığı ve özellikle sıcaklığın yükseldiği zamanlarda alt tabakalarda anoksik çözünmüş oksijen değerlerine gerilediği gözlenmiştir. İzlemenin yürütüldüğü üç istasyonda izlenen parametrelerin zamansal değişimi genel olarak istatistiksel olarak önemli farklılık göstermemiş olması baraj gölünün homojen bir yapıya sahip olduğunu düşündürmüştür. İzlenen parametrelerin zamansal değişimi bakımından iki zaman grubu belirlenmiş, ilkbahar sonu ve sonbahar arasındaki periyotta benzer değişimler, kış ve ilkbahar arasındaki periyotta ise benzer değişimler olduğu belirlenmiştir. Parametrelerin alansal ve zamansal varyasyonu Boztepe Baraj Gölü'nde primer üretimin (klorofil a), genel şartlar, oksijenlendirme parametreleri ve azot formlarının asıl olarak iklim ve göl içi dinamiklerce kontrol edildiğini, başlıca çözünmüş anyon ve katyonların su toplama havzası jeolojisine bağlı olarak gölü besleyen akarsularla mineral girdilerinin kontrolü altında olabileceği düşünülmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Gölde yalnızca yüzey suyu ölçümlerinin kullanımı dikkate alınması durumunda, Baraj Gölü'nün Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (Anonim, 2012) Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine göre genel şartlar bakımından Sınıf I, oksijenlendirme parametreleri ve nutrient parametreleri bakımından Sınıf II, kalite sınıflandırma için 0-20 m arasındaki su kolonundan elde edilen verilerin aritmetik ortalaması kullanıldığında ise genel şartlar ve nutrient parametreleri bakımından Sınıf II, oksijenlendirme parametreleri bakımından Sınıf I kalite olarak kategorize olduğu söylenebilir. Genel olarak değerlendirildiğinde II. Sınıf su kalitesine sahip olan Baraj Gölü suyunun iyi durumda olduğu ve rekreasyon, alabalık dışında diğer balık türlerinin yetiştiriciliğinde ve sulama suyu olarak kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Alpaslan, K., Sesli, A., Tepe, R., Özbey, N., Birici, N., Şeker, T. and Koçer, M.A.T. 2012. Vertical and seasonal changes of water quality in Keban Dam Reservoir, Journal of fisheries Sciences. Vol. 6 (3): 252-262.
- Alpaslan K., Karakaya, G., Koçer, M.A.T. ve Yıldız, N. 2013. Güzelyurt (Malatya) Su kalitesinin belirlenmesi, Araştırma Makalesi Bitlis Eren Üniv. Fen Bilimleri Dergisi Journal of Science Cilt 2 Sayı 1, 2013. ISSN 2147-3129.
- Alpaslan, K., Karakaya, G., Küçükylmaz, M. ve Koçer, M.A.T. 2015. Kalecik ve Cip Baraj Göllerinin (Elazığ) kıyı bölgesinde su kalitesinin mevsimsel değişimi, Yunus Araştırma Dergisi, (1): 3-10.
- Alp, M.T., Koçer, M.A T., Şen, B. and Özbay, Ö. 2010. Water Quality of surface waters in Lower Euphrates Basin (Southeastern Anatolia, Turkey), Journal of Animal and Veterinary Advances, 9(18): 2412-2421.
- Anonim, 2012. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği 30 Kasım 2012 tarih 28483 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- APHA, 1995. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th edition. America Public Health Association, Washington, DC. 1075 pp.
- Boztuğ, D., Dere, T., Tayhan, N., Yıldırım, N., Danabaş, D., Yıldırım, N.C., Önal, A.Ö., Danabaş, S., Ergin, C. ve Uslu, G. Ünlü E., 2012. Uzunçayır Baraj Gölü (Tunceli) Fiziko-kimyasal özellikleri ve su kalitesinin değerlendirilmesi. Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2 (293-106).
- EİE, 2003. Türkiye Akarsularında Su Kalitesi Gözlemleri. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- ISO, 1986. Water Quality. Determination of Nitrate, Part 1: 2,6-Dimethylphenol Spectrometric Method, International Organization for Standardization, ISO 7890-1, Geneva.
- Karakaya, G., Şen, B., Gölbaşı, S. ve Gölbaşı, Ö.G. 2014. Atatürk Baraj Gölünde Sıcaklık ve çözünmüş oksijenin derinliğe bağlı değişimleri. Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 4 (2) 82-90.
- Kasaka, E. 2015. Büyük Lota Gölü (Hafik/SİVAS)'nın fitoplankton toplulukları ve su kalitesi. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi, (CFD), Ciltl 36, No. 2 ISSN: 1300-1949.
- Küçükylmaz, M., Örnekcı, G.N., Uslu, A.A., Özbey, N., Tunay, Ş., Birici, N., Yıldız N. ve Koçer, M.A.T. 2014. Işıktepe Baraj Gölü (Maden, Elazığ) kıyı bölgesi fizikokimyasal su kalitesi üzerine ilk bulgular. Yunus Araştırma Bülteni (2): s.55-63.
- Küçükylmaz, M., Karakaya G., Alpaslan K., Özbey N. ve Akgün, H. 2016. Balıklıgöl'ün Bazı fizikokimyasal su kalite parametrelerinin mevsimsel olarak incelenmesi. Yunus Araştırma Bülteni (2): 91-99
- WFD, 2000. EU Water Framework Directive (WFD) 2000/60/EC, 23.10.2000.
- Ünlü, A., Çoban, M. ve Tunç, M.S. 2008. Hazar Gölü su kalitesinin zamanla değişimi. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları.