



## BORÇKA BARAJ GÖLÜ (ARTVİN) SU KALİTESİNİN ARAŞTIRILMASI

Hasan ERYILMAZ<sup>1</sup>, Şükrü İsmail İPEK<sup>2</sup>, \*Beste YALÇIN ÇELİK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Artvin Çoruh Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Artvin, [h.eryilmaz@artvin.edu.tr](mailto:h.eryilmaz@artvin.edu.tr)

<sup>1</sup>Artvin Çoruh Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Artvin, [beste@artvin.edu.tr](mailto:beste@artvin.edu.tr)

<sup>2</sup>Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Iğdır

### ÖZET

Bu çalışma, 01.04.2012 – 01.10.2012 tarihleri arasında Borçka Baraj Gölünde (Artvin) gerçekleştirilmiştir. Borçka Baraj Gölünün su kalitesini belirlemek amacıyla altı ay boyunca aylık olarak belirli örnekleme noktalarında yüzeyden ve belirli derinliklerinden alınmış olan su örneklerinin analizi yapılmıştır. Göl suyunun fiziksel ve inorganik-kimyasal özelliklerine ait parametreleri su kalitesi açısından irdelenmiş olup mevsimsel değişimleri araştırılmış, atık suların ve diğer kirletici kaynakların göl suyuna etkisi incelenmiştir. Borçka Baraj Gölünde yapılan bu ön çalışmanın ileride yapılacak olan daha detaylı çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Borçka Baraj Gölü, Göl Kirliliği, Fiziko-kimyasal Parametreler*

## INVESTIGATION OF WATER QUALITY OF BORÇKA DAM LAKE (ARTVİN)

### ABSTRACT

This study has been realized on the Borçka Dam Lake (Artvin) between the date 01<sup>th</sup> April 2012- 01<sup>th</sup> October 2012. The water samples taken from certain depths and from spesific surface sampling points of were analyzed monthly during 6 month period in order to determine water quality of Borçka Dam Lake. Parameters of physical and inorganic- chemical properties of the lake water were investigated in terms of water quality, seasonal variations are examined, resources of waste water and other pollutant examined the effect of lake water. Borcka Dam will be made in the future of this preliminary study, further work is expected to contribute to

**Key Words:** *Borçka Dam Lake, Lake Pollution, Phisico-chemical Parameters*

### 1.GİRİŞ

Su kirliliği, doğada temiz olarak bulunan suyun insan eliyle doğrudan ya da insan yaşamı için üretim yapan kuruluşlar tarafından kirletilmesidir. Yeryüzünün  $\frac{3}{4}$ 'ünün sularla kaplı olması, dünyada su bolluğu olduğu görünümü veriyorsa da, içilebilir nitelikteki su oranı ancak % 0.74 civarındadır. 18. yüzyılın son çeyreğinde, Sanayi Devrimi başlangıcında 1 milyar olan dünya nüfusu, 1950 yılında 2.5 milyar, 2010 sonunda ise yaklaşık 7 milyara ulaşmıştır. Dünya nüfusunun çok hızlı artışı, sanayi ve teknolojinin aşırı gelişmesi, ayrıca çevre bilincinin yeterince yerleşmemesi veya yaygınlaşmaması gibi nedenler dünyada içilebilir su miktarının giderek azalmasına sebep olmaktadır. Yapılan araştırmalar dünya genelinde su kullanımının son

40 yılda iki katına çıktığını göstermektedir. Bunların yanı sıra, içilebilir su kaynaklarının sorumsuzca kirletilmesi, geri dönüşümü olanaksız sorunların yaşanmasına zemin hazırlamaktadır. Tahminler, artan su ihtiyacı ile giderek azalan temiz su kaynağı eğrilerinin 2030 yılında kesişeceğini göstermektedir. Bu durum doğal olarak evrensel bir kriz olacağı anlamına gelmektedir [1,5]. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde evsel ve endüstriyel atıkların yeterince artılmadan akarsu, gölet, baraj, göl ve deniz gibi alıcı ortamlara verilmesi ekolojik sistemler için ciddi problemler oluşturmaktadır [4]. Çeşitli insan aktiviteleri sonucunda oluşan ve çok değişken yapıya sahip olan atıksular nehir, göl ve deniz gibi alıcı ortamlara boşaltıldıklarında ortam suyunun fizikokimyasal ve biyolojik yapısını önemli ölçüde değiştirmekte ve suyun dip yapısında da önemli değişikliklere neden olmaktadır [8].

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 yapay göller, akarsu ve durgun su ekosistemleri arasında geçiş gösteren ve her ikisinin de özelliklerini taşıyan ekosistemlerdir. Baraj gölleri dar, uzun veya dallanmış yapıda olup morfometrik ve fizikokimyasal özellikleri bakımından doğal göllerden farklılıklar gösterir. Baraj gölleri, yüksek akı 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 kirlemeden daha fazla etkilenirler. Ülkemizde 277 adet baraj bulunmakta ve halen bazı baraj göllerinin inşası devam etmektedir. Bu barajlardan 52'si içme su temini amacıyla kullanılmaktadır [3].

Borçka Barajı, Artvin'de, Çoruh Nehri üzerinde, enerji üretmek amacıyla 1998-2005 yılları arasında inşa edilmiş bir barajdır. Türkiye'nin Kuzeydoğu Anadolu Bölgesinde Çoruh Nehri üzerinde bulunmakta olup aşağı Çoruh Havzasında yer almaktadır. Baraj yeri Çoruh Nehri ile soldan katılan Murgul çayının birleşim yerinin yaklaşık 300 m mansabında Borçka ilçe merkezinin 2.5 km membasında ve Artvin ilinin 25 km kuzeybatısındadır. Hidroelektrik enerji üretimi yapmaktadır. Toprak gövde dolgu tipi olan barajın gövde hacmi 7.785.000m<sup>3</sup>, akarsu yatağından yüksekliği 86.000m, normal su kotunda göl hacmi 419.000m<sup>3</sup>, normal su kotunda su alanı 10.84km<sup>2</sup> dir. Baraj 300 MW güç ile yıllık 1.039GWh'lık enerji üretmektedir.

En önemli tatlısu rezervlerinden olan göller; doğal güzellikleri, biyolojik çeşitliliği, balıkçılık, rekreasyon, turizm ve hidrolojik döngüdeki rolü gibi birçok özellikleriyle önemli doğa alanlarıdır. Ancak; gelişen teknoloji, nüfusun hızla artması, küresel iklim değişikliği, evsel, endüstriyel ve tarımsal kirlilik kaynakları göller üzerinde büyük bir baskı oluşturmaktadır [6]. Baraj gölleri sürekli alıcı ortam özelliği gösterdiği için çevre kirliliğinden birinci derecede etkilenirler. Evsel, endüstriyel ve tarımsal aktivitelerden kaynaklanan kirleticiler ilk olarak akarsulara karışmakta ve yine akarsular yoluyla göllere ve denizlere ulaşmaktadır [6].

Bu çalışmanın amacı, Borçka baraj gölündeki kirliliğin pH, çözünmüş oksijen, iletkenlik, sıcaklık, biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) parametreleri dikkate alınarak incelenmesidir. Baraj gölündeki kirlilik durumunun ortaya konulması, baraj gölünün bugün ve gelecekteki yararlı kullanımı açısından önem arz etmektedir. Yukarıda bahsi geçen parametreler doğrultusunda baraj gölünün kirlilik haritasının çıkarılması bir takım önlemlerin daha erken alınmasını sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu bölgede sürdürülebilir çevrenin hayata geçirilmesinde, elde edilen kirlilik haritasının bir zemin oluşturması öngörülmektedir.

## 2. METERYAL VE YÖNTEM

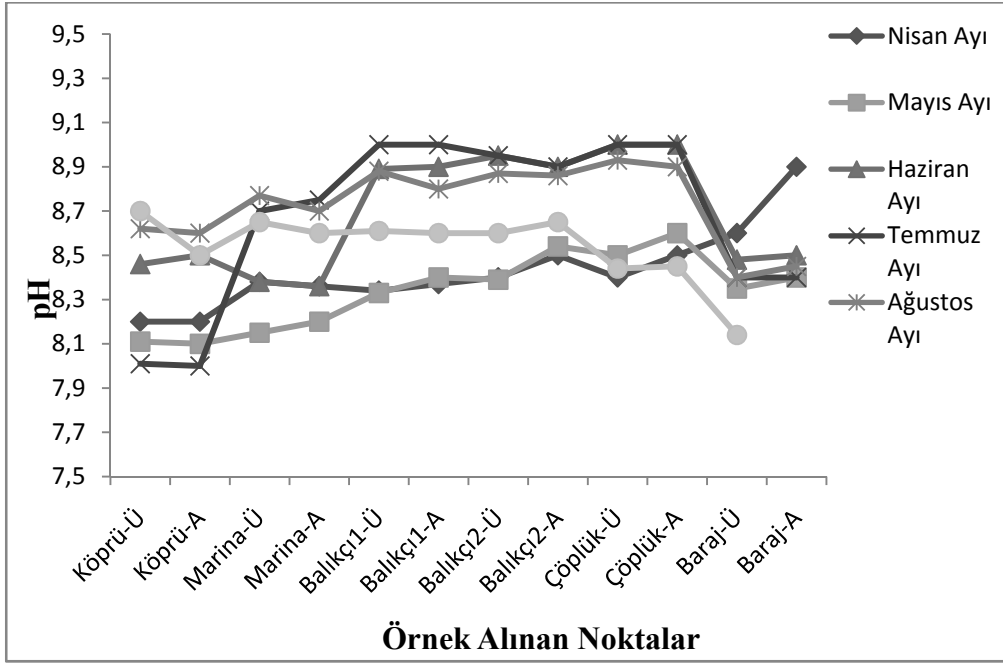
Çoruh nehri üzerindeki Borçka Baraj Gölünden, Çoruh nehrinin debisinin en az ve göl suyu kirliliğinin en yüksek seviyede olduğu düşünüldüğü aylarda ölçümler yapılmıştır. Nisan ayı başından itibaren altı ay süresince (01.04.2012 – 01.10.2012 tarihleri arasında) belirli örnekleme istasyonlarından alınmış olan su örneklerinin sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen (ÇO), elektriksel iletkenlik ölçümleri belirlenmiştir. Biyolojik Oksijen İhtiyacı tayinleri Standart Metotlara göre, Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü laboratuvarında yapılmıştır.

Gölün hidrolojik durumu (göle giren ve gölden çıkan su kaynakları), yerleşim alanları ve kirlenici kaynaklar dikkate alınarak belirlenen 6 örnekleme noktasından (2 L temiz plastik bidonlar ile) su numuneleri alınmıştır. Bu noktalar sırasıyla; 1- Köprü (Artvin Giriş Köprüsü Ford Servisi Karşısı) 2-Marina (Artvin Belediyesi Marina Tesisleri) 3-Birinci Balık Üretim Tesisi 4- İkinci Balık Üretim Tesisi 5-Çöplük (Borçka Çöplüğü ile Baraj Gölünün karıştığı nokta) 6- Barajın çıkışıdır. Bu noktalarda 5-10 cm yüzeyden (Ü) ve yaklaşık 100-110cm alttan (A) (ölçüm problemlerinin kablosunun ulaşabildiği maksimum derinlik olan) sıcaklık, elektriksel iletkenlik, çözülmüş oksijen ölçümleri yapılmıştır.

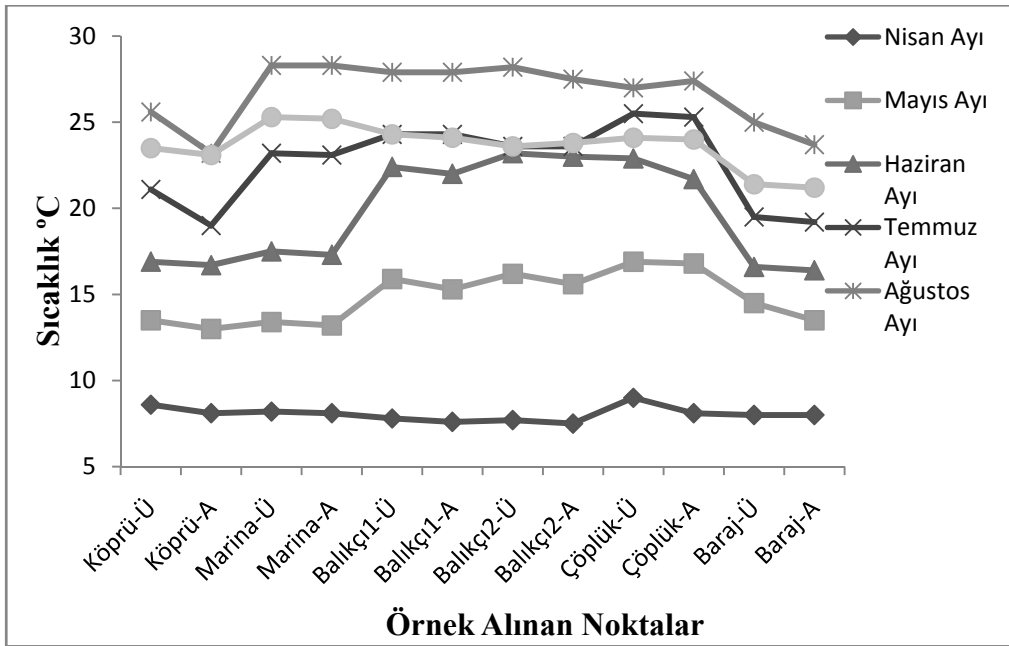
Sıcaklık, çözülmüş oksijen (ÇO), pH ve elektriksel iletkenliğin ölçümleri Hach LANGE HQ 40 d model cihaz ile yapılmıştır. Her parametre için cihazın o parametreye uygun probu kullanılmıştır. Alınan örneklerin Biyolojik Oksijen İhtiyacı Hach LANGE BOD Direct cihazı ile tespit edilmiştir. Standart metodlara göre; Alınan örneklerin öncelikli olarak pH sı ölçülmüş pH sı 7,5 üzerinde olan örnekler sülfirik asit ilavesiyle pH sı 6,5-7,5 arasına düşürülmüştür. pH ayarlaması yapılan örnekler BOI ölçüm cihazına konularak BOI<sub>5</sub> değerleri ölçülmüştür. Kontrol amacıyla bazı örneklerdeki 8 gün, 10, 27 gün lük BOI değerleri de belirlenmiştir.

## 3.BULGULAR

Borçka Baraj Gölünden altı ay boyunca aylık olarak belirli örnekleme istasyonlarından alınmış olan su örneklerinin analizi ile göl suyunun fiziko-kimyasal özelliklerine ait parametreleri belirlenmiştir. Şekil 3,1'de Borçka Baraj Gölünde pH'nın aylara göre değişimi görülmektedir. pH değeri mevsime ve örnek alınan noktalara göre fazla değişim göstermemektedir. Ölçülen pH 8-9 arasında değişmektedir. Ölçülen değerler gölün bazik karakterde olduğunu göstermektedir. pH doğal suların biyolojik ve kimyasal açıdan önemli bir faktördür. Bir gölün pH'sı ölçülerek o gölün serbest korbondioksit miktarı, alkali ya da asidik olduğu saptanabilir. Suyun yüksek pH değerleri göstermesi durumunda amonyak ya da azot bileşiklerinin zararlı etkileri artar. Herhangi bir şekilde kirlenmemiş göl sularında pH 6-9 arasında değişir [6]. Borçka Baraj Gölü'nün pH'sıda bu değerler arasında ölçülmüştür.

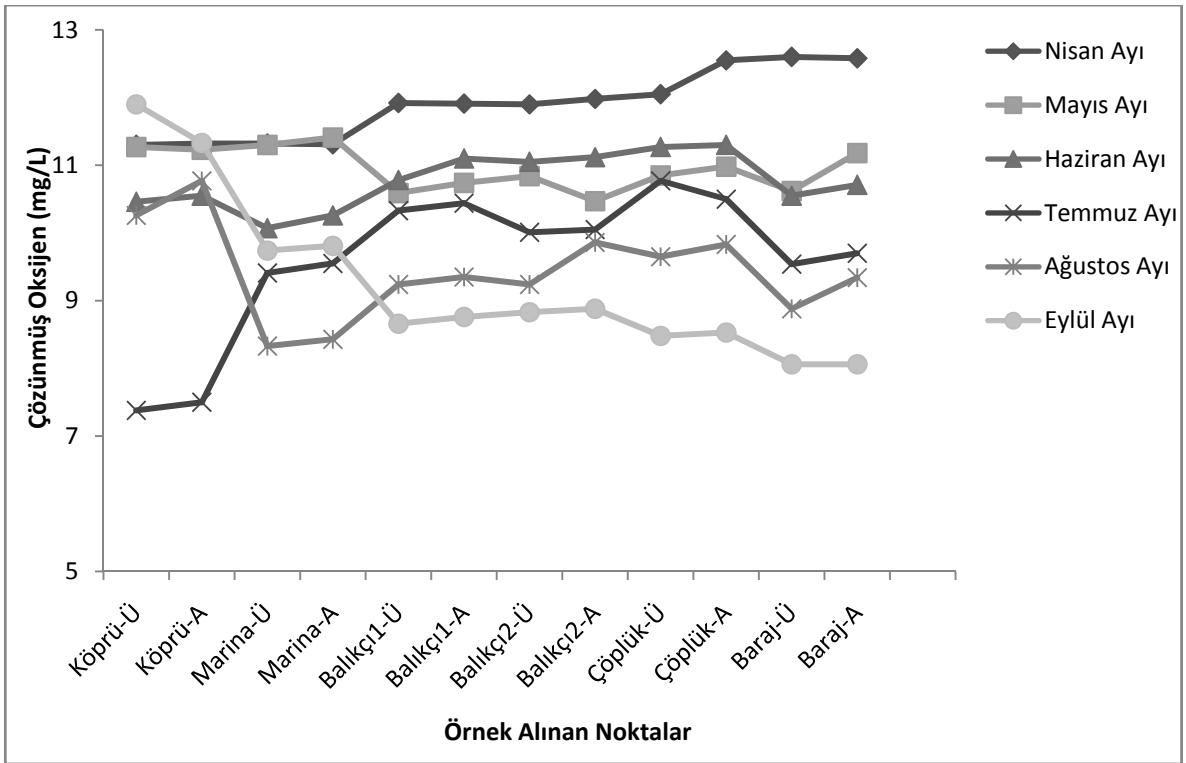


Şekil 1. Borçka Baraj Gölünde pH'nın aylara göre değişimi



Şekil 2. Borçka Baraj Gölünde sıcaklığın aylara göre değişimi

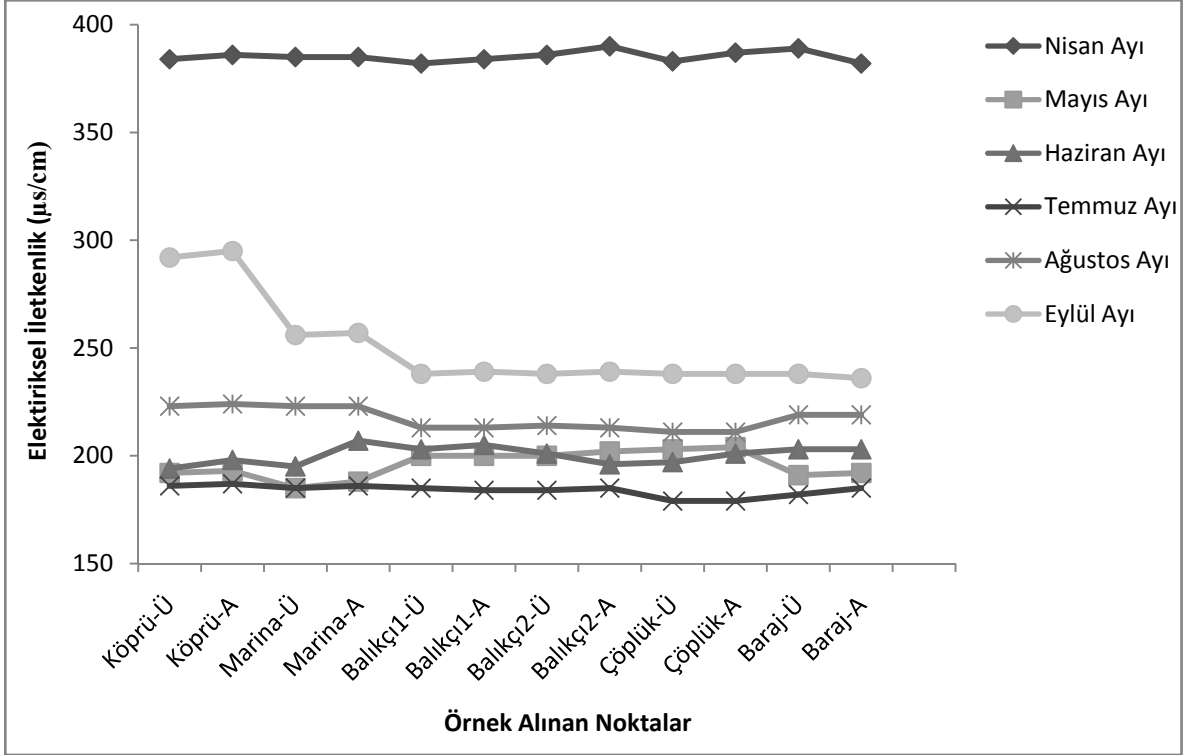
Şekil 2’de Borçka Baraj Gölünde sıcaklığın aylara göre değişimi görülmektedir. Araştırma boyunca göl suyunun sıcaklığı hava sıcaklığına bağlı olarak 7,5 °C ile 28,3°C arasında değiştiği görülmüştür. Göl suyunun sıcaklığı en düşük Nisan ayında 7,5 °C ve en yüksekte Ağustos ayında 28,3 °C olarak ölçülmüştür. Göl suyunun sıcaklığı ölçüm yapılan aylar içerisinde Temmuz ve Ağustos ayları dışında, kaliteli sulardaki üst değer olan 25°C’ nin altında kalmıştır. Temmuz ve Ağustos aylarında hava sıcaklığının yüksek olması, buharlaşmayla su kaybının artması ve su seviyesinin azalmasıyla baraj gölü suyu sıcaklığı yükselmiştir. Sıcaklık göllerde tabakalaşmanın belirlenmesinde ölçülmesi gereken en önemli parametredir. Ayrıca sıcaklık su kaynağındaki biyolojik, kimyasal işlemleri etkilemektedir.



Şekil 3. Borçka Baraj Gölünde çözülmüş oksijenin (mg/L) aylara göre değişimi

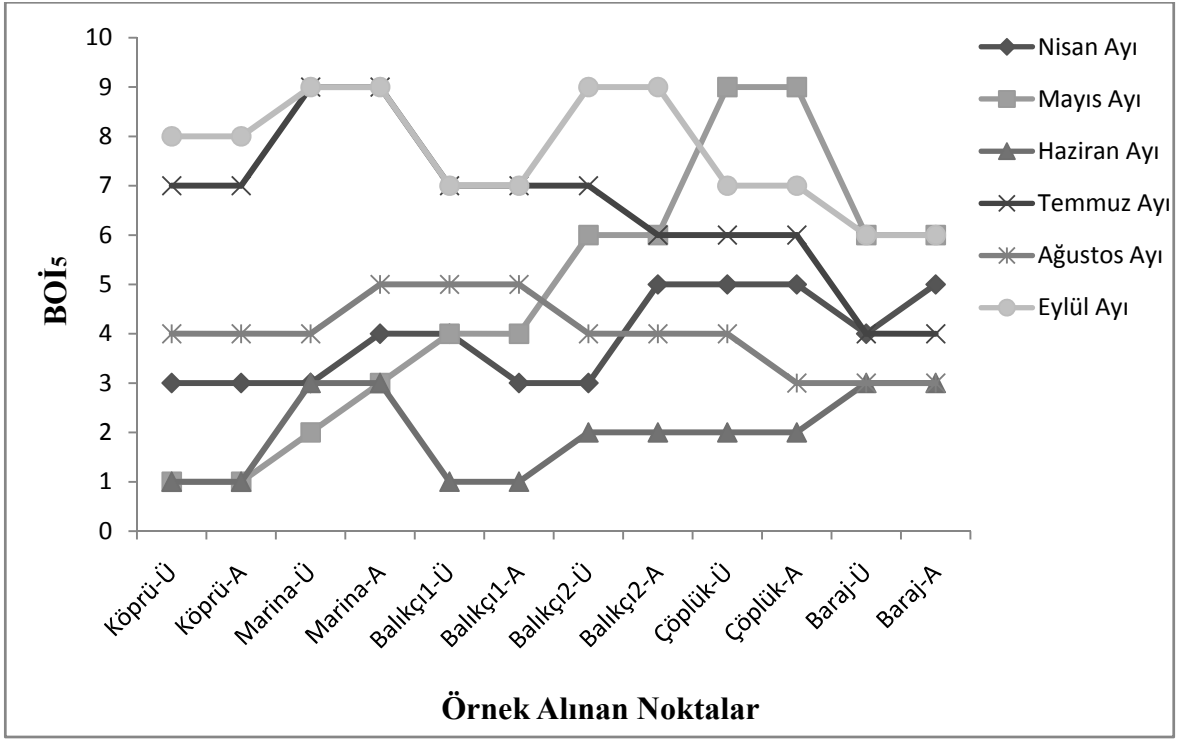
Şekil 3’de çözülmüş oksijene ait ölçüm değerleri incelendiğinde en düşük çözülmüş oksijen miktarının Temmuz ayında 7,8 mg/L, en yüksek çözülmüş oksijen miktarının Nisan ayında 12,6 mg/L olduğu belirlenmiştir. Sıcak aylarda çözülmüş oksijen değerinin düştüğü gözlemlenmiştir. Doğal sularda çözülmüş oksijen ve sıcaklık, biyolojik faaliyetleri düzenleyen en önemli faktörlerdir. Çözülmüş oksijen (ÇO) konsantrasyonu suyun kirlenme derecesini, sudaki organik madde konsantrasyonunu ve suyun kendi kendini ne derece temizleyebileceğini ifade eder. Herhangi bir zamanda suda ölçülen çözülmüş oksijen miktarı; o andaki suyun sıcaklığına, su yüzeyine değen atmosferdeki gazın kısmi basıncına, suda çözülmüş tuz yoğunluğuna ve biyolojik olaylara göre değişim göstermektedir. Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliğine göre suda çözülmüş oksijen miktarı 8 mg/L ise 1.sınıf, yüksek kaliteli su; 6mg/L ise az kirlenmiş 2.sınıf su; 3 mg/l ise kirli 3.sınıf su ve <3mg/L ise 4.sınıf çok kirlenmiş su sınıfına girmektedir [6]. Bu değerlere göre

Borçka Baraj Gölünde ölçülen çözünmüş oksijen miktar değerleri ölçüm yapılan aylarda 1. Sınıf kaliteli su sınıfında yer almaktadır.



Şekil 4 . Borçka Baraj Gölünde elektriksel iletkenliğin ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) aylara göre

Şekil 4'de Borçka Baraj Gölünde elektriksel iletkenliğin ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) aylara göre değişimi gösterilmektedir. Mevsimler arasında değerlerin büyük değişiklikler göstermediği görülmektedir. Elektriksel iletkenlik, suda bulunan tuzların ya da çözünebilir maddelerin toplamıdır. Suyun elektriksel iletkenliği hem jeolojik etkenlere hem de dışarıdan gelen etkilere bağlıdır. Sularda kirlilik arttıkça elektriksel iletkenlik değeri  $1000 \mu\text{S}/\text{cm}$  değerini aşmaktadır [2]. Borçka baraj gölünde ölçülen elektriksel iletkenlik değeri bu sınır değer oldukça altında kalmaktadır.



Şekil 5. Borçka Baraj Gölünde BOI<sub>5</sub> aylara göre değişimi

Şekil 5'de çeşitli mevkilerden alınan örneklerde aylara bağlı olarak BOI<sub>5</sub> değişimi incelendiğinde bu değerlerin çok büyük varyasyon göstermediği ve kirlilik risk sınırlarının çok altında kaldığı görülmektedir. Biyolojik oksijen ihtiyacı, biyolojik olarak ayrışabilen organik maddelerin miktarlarını ölçmede kullanılan yegane test olması açısından çok önemlidir. BOI özellikle nehir ve göl kirlenmesi kontrol çalışmalarında nehre ya da göle gelen organik kirlilik yükünü belirlemede ana kriterdir.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çoruh nehri üzerindeki Borçka Baraj Gölünde, Çoruh nehrinin debisinin en aza indiği ve göl suyu kirliliğinin en yüksek olduğunun düşünüldüğü Nisan ayı başından Eylül ayı sonuna kadar altı aylık periyot da sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen (ÇO), elektriksel iletkenlik ölçümleri yapılmıştır. Borçka Baraj Gölünde fiziksel ve inorganik kimyasal verilerin değerlendirilmesiyle elde edilen sonuçların ileride yapılacak olan daha detaylı çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir. Borçka Baraj Gölü etrafında ekolojik dengeyi bozacak büyüklükte herhangi bir yerleşim yeri ve endüstriyel kuruluş yoktur. Su seviyesinin yaz aylarında azalması ve su sıcaklığının artması nedeniyle bitkisel organizmaların çoğalması sonucunda oluşan çürüme ve buna bağlı olarak kokuşma görülmüştür.

Borçka Baraj Gölünde yapılan bu ön çalışmanın ileride yapılacak olan daha detaylı çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Gerek kullanım gerek balık üretimi açısından ağır metaller, toplam çözülmüş

madde, toplam azot, toplam fosfor gibi daha birçok parametrenin belirleneceği araştırmalara da ihtiyaç olduğu açıktır.

### **Teşekkür**

Bu çalışma, Borçka Baraj Gölü Kirliliğinin Araştırılması adı altında 2011.F40.02.24 nolu proje olarak Artvin Çoruh Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (AÇÜBAP) tarafından desteklenmiştir.

### **KAYNAKLAR**

- [1] Akın M., Akın G. Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 47, 2, 105-118. (2007).
- [2] Dirican Seher, Musul Haldun, Çamlı göze Baraj Gölü’nün (Sivas) bazı Fizikokimyasal özellikleri ve Cladocera Türleri Üzerine Bir Ön Çalışma, , Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(4), 19-24, (2008).
- [3] Fakıoğlu Özden, Ataman alp Muhammed, Demir Nilsun, Baraj Göllerinde Toksik Mavi Yeşil Algler, , Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi Cilt: 3, Sayı: 2, (2011).
- [4] Mert Ramazan, Bulut Sait, Solak Kemal, Apa Baraj Gölü’nün (Konya) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Araştırılması, , AKÜ Fen Bilimleri Dergisi, Şubat, 1-10, (2008).
- [5] Sağlam, M. T., Bellitürk K. Su Kirliliği ve Toprak Üzerindeki Etkisi. Alatarım, 2 (1): 46-49, (2003).
- [6] SKKY, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik. Resmi Gazete, 13 Şubat 2008, sayı: 26786, Ankara. (2008).
- [7] Clesceri S.Lenore, Greenberg E. Arnold, Eaton D. Andrew, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater , 20<sup>th</sup> Edition, (1999).
- [8] Taş Beyhan, Derbent Baraj Gölü (Samsun) Su Kalitesinin İncelenmesi, , Ekoloji, 15,61, 6-15, (2006).
- [9] Taş Beyhan, Gaga Gölü (Ordu, Türkiye) Su Kalitesinin İncelenmesi, , Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi Volume: 1 Sayı: 3 Sayfa: 43-61,(2011).
- [10] Ünlü Ayhan, Çoban Fatih ve Tunç M. Sara, Hazar Gölü Su Kalitesinin Fiziksel Ve İnorganik - Kimyasal Parametreler Açısından İncelenmesi, Gazi Üniversitesi. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 23, No 1, 119-127, (2008).
- [11] Artvin Valiliği Web Sayfası