

Apa Baraj Gölü'nün (Konya) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Araştırılması

Ramazan MERT¹, Sait BULUT², Kemal SOLAK³

¹ Nevşehir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Böl. Nevşehir, TÜRKİYE

² Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Böl. Afyonkarahisar, TÜRKİYE

³ Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Biyoloji Böl. Ankara, TÜRKİYE

Özet

Bu çalışma, Ocak 2001-Ocak 2002 tarihleri arasında Apa Baraj Gölü (Konya)'nde gerçekleştirilmiştir. Apa Baraj Gölü'nün su kalitesini belirlemek amacıyla, hava sıcaklığı, su sıcaklığı, çözülmüş oksijen, ışık geçirgenliği, pH, sertlik, nitrit, nitrat, amonyum, elektriksel iletkenlik, sülfat, klorür, potasyum, sodyum, magnezyum, bikarbonat, organik madde ve orto fosfat, gibi parametreler bir yıl boyunca aylık olarak ölçülmüştür. Çalışma sonuçları Apa Baraj Gölü'nde önemli bir kirlilik olmadığını göstermiştir, bununla birlikte, tarım alanlarının sulanması nedeniyle yaz aylarında su seviyesindeki bir azalma kirlilik parametreleri seviyesinde bir artışa neden olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Apa Baraj Gölü, ekolojik özellikler, su kalitesi

Investigation of Some Physical And Chemical Properties of Apa Dam Lake (Konya)

Abstract

This study has been realized on the Apa Dam Lake (Konya) between the January 2001 and January 2002. Parameters such as, air and water temperatures, dissolved oxygen, light permeability, pH, orthophosphate, hardness, nitrate, nitrite, ammonium, electrical conductivity, sulfate, chlorine, potassium, sodium, magnesium, bicarbonate and organic biomass were measured monthly during a year period in order to determine water quality of Apa Dam Lake. The study results indicated that there was no serious pollution in water of Apa Dam Lake, however a decrease in water level during summer season due to irrigation of agricultural areas leads to increase in pollution parameters level.

Key Words: Apa Dam Lake, ecological properties, water quality

1. Giriş

Günümüzde hızlı nüfus artışı, sanayinin gelişmesi ve aşırı kentleşme sonucunda ortaya çıkan altyapı eksikliği ile arıtım tesislerinin yetersizliği çevre kirliliğini oluşturmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde evsel ve endüstriyel atıkların yeterince arıtılmadan akarsu, gölet, baraj, göl ve deniz gibi alıcı ortamlara verilmesi ekolojik sistemler için ciddi problemler oluşturmaktadır [1].

Baraj gölü suları fiziksel ve kimyasal özellikleriyle bünyesinde barındırdığı çeşitli organizmalara doğal ortam sağlamaktadır. Bitkisel üretim ve besin zincirlerinin normal dengesi sudaki çözülmüş elementlerin miktarlarına bağlıdır. Aynı zamanda bu elementler canlılar için sınırlayıcı bir faktör de olmaktadır. Su kalitesi; sucul türlerin biyokimyasal kompozisyonlarını ve mineral bileşimlerini, verimliliğini, bolluk durumlarını ve sucul türlerin fizyolojik aktivitelerini etkilemektedir [2]. Bazı parametrelerin artması sucul canlıların bir

kısının fazla üremesine sebep olmakta ve dengenin bozulmasını sağlamaktadır. Bunun sonucunda baraj gölünde su kalitesinin düşmesine ve kirlenmesine yol açmaktadır. Gerekli tedbirlerin alınabilmesi için su ortamının fiziksel ve kimyasal faktörlerin periyodik olarak araştırılması gerekir. Apa Baraj Gölü'nde yaşayan sucül organizmaların biyolojik özellikleri ile yakından ilgili olması nedeniyle biyo-ekolojik özelliklerinin daha iyi anlaşılabilmesi bakımından bir yıl süreyle Apa Baraj Gölü'nün fiziksel ve kimyasal analizleri seçilen altı farklı istasyondan alınan numunelerde yapılmıştır. Analiz sonuçlarını kalite sınıflandırılması yapılırken "Su Ürünleri Kontrolü Yönetmeliği" esas alınmıştır [1,3,4].

2. Materyal ve Metot

Apa Baraj Gölü, Konya il merkezine 70 km uzaklıkta bulunan Çarşamba Suyu üzerinde yer almaktadır. Apa Baraj Gölü %90 sulama ve %10 taşkınları önleme amaçlı olarak inşa edilmiş olup drenaj alanı Şekil 1'de verilmiştir. Baraj göllerinde suyun fiziksel ve kimyasal analizlerini belirlemek amacıyla, öncelikle primer üreticiliğe tespiti esaslarına uygun olarak gölü en iyi temsil edebilecek nitelikte istasyon seçimi yapılmıştır [1].

Baraj gölünde belirlenen istasyonlardan dikey olarak yüzey, 7 ve 14 m derinlikteki suyun, fiziksel ve kimyasal özelliklerinden aşağıdaki parametreler saptanmıştır: hava sıcaklığı, su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, ışık geçirgenliği, pH, sertlik, nitrit, nitrat, amonyum, elektriksel iletkenlik, sülfat, klorür, potasyum, sodyum, magnezyum, bikarbonat, organik madde ve orto fosfat.



Şekil 1. Apa Baraj Gölü'nün drenaj alanı

Su numuneleri Nansen şişesi yardımıyla 12 ay süreyle düzenli olarak alındı. Su numunelerini almadan önce hava sıcaklığı (0C) tespit edildi ve daha sonra belirlenen derinliklerden alınan suyun sıcaklığı (0C), pH'sı, çözünmüş oksijen miktarı (mg/L) bekletmeden yerinde ölçüldü. Seki diski yardımıyla ışık geçirgenliği (cm) belirlendi. Oksijen ölçümleri, oksijenmetre (YSI 51B model) ve pH ölçümleri ise portatif pH metre (Orion marka) ile yapıldı.

Baraj gölünde yapılamayan diğer analizler için alınan su numuneleri en kısa sürede D.S.İ Konya IV. Bölge müdürlüğü Su Tahlil Laboratuvarları'na götürülüp bekletmeden analiz edildi. Analizler titrasyon tekniği ve spektrofotometrik (DR. Lange) metodlar ile yapıldı. Sertliği metil oranj alkalinitesinden hareketle titrasyon metoduyla, kalsiyum ve magnezyum kompleksometrik titrasyon metodu ile tayin edildi. Klorür tayini gümüş nitrat metodu ile, sülfat tayini turbitimetrik metod ile, nitrit ve nitrat tayini sülfanilik asit metodu ile spektrofotometre'de tayin edildi. Sodyum ve potasyum miktarlarının tayini alev fotometrisi (DR. Lange) kullanılarak yapıldı. Elektriksel iletkenlik kondüktimetre ile, orto fosfat kalay klorür metodu ile tayin edildi. Amonyum damıtma metodu ve kolorimetrik metod ile, organik madde miktarının tayini permanganat metodu ile, bikarbonat ve karbonat titrasyon metodu ile belirlendi [4,5,6,7].

3. Bulgular

Araştırma süresince baraj gölünde hava ve su sıcaklığı, ışık geçirgenliği, çözülmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ile pH değerleri yüzey, 7 ve 14 m derinliklerde ölçüldü. Aynı zamanda üç farklı seviyeden su numuneleri alınarak laboratuvarda kimyasal analizleri yapıldı. Elde edilen sonuçlar Tablo 1.'de gösterilmiştir. Tablo 1'deki parametreler incelendiğinde elde edilen verilere göre yıllık ortalama değerler (minimum, maksimum, ortalama) şu şekilde bulunmuştur: Su sıcaklığı (2,90-25,60-14,93 °C), hava sıcaklığı (4,00-32,00-18,17 °C), Işık geçirgenliği (130-320-224,58 cm), pH (7,28-8,08-7,84), Çözülmüş oksijen (6,56-9,25-7,65 mg/L), Sertlik (13,3-20,0-16,28 °Fr), Kalsiyum (27,5-38,5-33,44 mg/ L), Magnezyum (14,50-24,90-18,95 mg/ L), Sodyum (4,60-9,20-6,79 mg/ L), Potasyum (1,17-2,34-1,81 mg/ L), Bikarbonat (131,30-204,60-171,51 mg/ L), Klorür (16,63-23,67-19,53 mg/ L), Sülfat (5,80-12,40-90,22 mg/ L), Nitrit (0,010-0,028-0,018 mg/ L), Nitrat (0,12-0,88-0,50 mg/ L), Elektriksel iletkenlik (273-396-340,58), Amonyum (0,014-0,091-0,038 mg/ L), Organik madde (2,90-5,10-3,63 mg/ L) ve Orto fosfat (0,14-0,34-0,24 mg L). Apa Baraj Gölü'nde *Cyprinus carpio* (L.,1758), *Stizostedion lucioperca* (L.,1758), *Leuciscus cephalus* (L.,1758) ve *Tinca tinca* (L., 1758) örneklerine rastlanmıştır. Baskın türler ise *C. carpio* ve *L. cephalus*'tur.

4. Tatırşma ve Sonuç

Çalışma sonucunda elde edilen veriler Tablo 1'de verilmiştir. Sonuçlar yüzey, 7 ve 14m'lerde elde edilen veriler minimum, maksimum ve ortalama olarak verilmiştir.

4.1 Sıcaklık

Araştırma süresince su sıcaklığı hava sıcaklığına bağlı olarak 2,9 °C ile 25,6 °C arasında

değiştirdiği görülmüştür. Su sıcaklığı en düşük 2,2 °C ile Aralık ayında, en yüksek ise 26,5 °C ile Temmuz ayında ölçülmüştür (Tablo 1). Su sıcaklığı Temmuz ayı hariç kaliteli sulardaki üst değer (25 °C) altında kalmıştır. Temmuz ayında hava sıcaklığının yüksek olması, buharlaşmayla su kaybının artması ve su seviyesinin azalması nedeniyle baraj gölü suyu sıcaklığı artmıştır. Paralel sonuçlar sert karasal iklim altındaki Gelingüllü Baraj Gölü'nde [8] ve Derbent Baraj Gölü'nde de bulunmuştur [9]. Hava sıcaklığı, en düşük Ocak, Aralık (4 °C) ve en yüksek Temmuz (32 °C) ayında ölçülmüştür. Hava ve su sıcaklığı Ekim ayı dışında paralel olarak artmış ve azalmıştır (Şekil 1). Su sıcaklığı balıkların biyolojik, fizyolojik aktiviteleri ve üremeleri üzerine etki eder [10]. Apa Baraj Gölü'nde Temmuz ayındaki sıcaklığın yüksek olması bitkisel ve hayvansal plankton türlerinin gelişmesini artırırken, balıkları olumsuz etkilemiştir. Bu etki daha sonraki aylarda koku meydana gelmesiyle de kendini göstermiştir.

4.2. Işık Geçirgenliği ve Koku

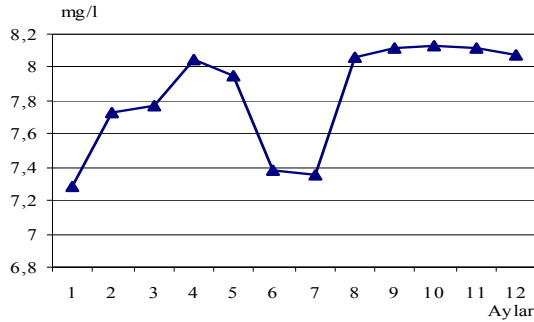
Seki diski kullanılarak ölçülen ışık geçirgenliği Apa Baraj Gölü'nde en düşük değeri Ocak ve Eylül ayında (130 cm), en yüksek değeri Mayıs ayında (320 cm) ölçülmüştür (Şekil 2). Apa Baraj Gölü suyu genellikle kış aylarında dalgalı ve bulanıkken, yaz aylarında daha durgun ve berrak olduğu belirlenmiştir. Sudaki ışık geçirgenliğini su içinde yüzen veya asılı halde duran parçacıkları etkilemektedir. Maddelerin yoğunluğuna, yağışlara, plankton türlerinin çoğalma hızı ve dönemine bağlı olarak değişmektedir [11]. Apa Baraj Gölü'nde Eylül, Ekim ve Kasım aylarında koku tespit edilmiştir. Yaz aylarında su seviyesi oldukça düşük, sıcaklığın yüksek olması, fitoplankton türlerinin aşırı çoğalması ve çürümenin başlaması sonucu koku meydana geldiği saptanmıştır. Su berraklığının balık yaşamı açısından uygun olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Apa Baraj Gölü suyunun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ölçüm değerleri

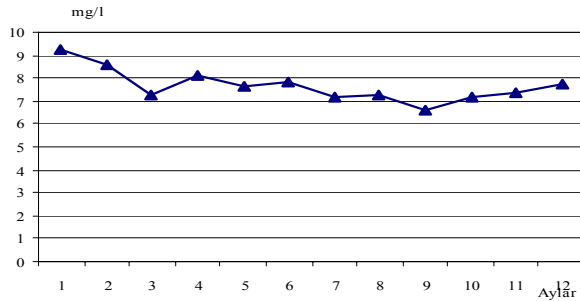
Parametreler (ort.)	AYLAR											
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Koku	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	var	var	var	yok
Işık Geçirgenliği (cm)	130	245	195	180	320	290	305	275	150	130	220	255
H. sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	4	12	18	20	30	26	32	28	23	8	13	4
S. sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	5,3	5,9	13,3	15,4	21,7	22,6	25,6	24,4	18,8	13,2	10,1	2,9
pH	7,28	7,73	7,77	8,05	7,95	7,38	7,36	8,06	8,12	8,13	8,12	8,08
Çözünmüş O_2 (mg/L)	9,25	8,55	7,26	8,10	7,61	7,79	7,15	7,25	6,56	7,13	7,40	7,75
Sertlik ($^{\circ}\text{Fr}$)	18,94	18,59	18,42	20,00	17,43	16,36	15,05	12,83	13,34	13,89	15,19	15,33
Kalsiyum (Ca^{+2}) (mg/L)	36,3	37,3	38,5	37,3	35,7	34,4	35,3	27,9	29,0	28,9	33,2	27,5
Magnezyum (Mg^{+2}) (mg/L)	21,87	21,37	20,58	19,82	19,45	24,94	16,93	14,66	14,56	15,79	16,35	21,12
Sodyum (Na^{+}) (mg/L)	6,9	6,5	6,2	6,0	5,9	6,9	7,1	6,9	4,6	6,4	8,9	9,2
Potasyum (K^{+}) (mg/L)	1,95	1,82	1,56	2,17	2,34	2,21	1,95	1,95	1,17	1,17	1,69	1,69
Bikarbonat (toplam alkalinite) (mg/L)	203,8	204,6	191,8	191,1	186,0	189,9	169,9	134,2	131,3	136,8	154,0	164,7
Klorür (Cl^{-}) (mg/L)	22,48	18,04	21,74	17,66	17,75	23,67	17,04	16,63	17,75	21,30	20,88	19,42
Sülfat (SO_4^{-2}) (mg/L)	5,8	6,4	8,2	8,6	9,7	12,4	10,7	9,5	9,6	9,7	9,6	10,4
Nitrit (NO_2^{-}) (mg/L)	0,026	0,017	0,011	0,011	0,010	0,017	0,017	0,018	0,019	0,017	0,028	0,022
Nitrat (NO_3^{-}) (mg/L)	0,12	0,21	0,54	0,62	0,67	0,88	0,79	0,76	0,74	0,17	0,26	0,27
Elk. İletk. (E.İ.)	388	375	372	347	370	396	330	276	273	295	322	343
Amonyum (NH_4^{+}) (mg/L)	14	24	91	26	22	25	24	23	30	64	47	69
Org. Madde Miktarı (mg/L)	3,4	3,5	3,6	3,5	3,5	3,7	3,8	3,8	3,6	5,1	3,1	2,9
Orto fosfat (PO_4^{-2}) (mg/L)	-	0,23	-	0,19	0,14	-	0,18	0,29	0,31	0,34	-	-

Ort.: ortalama

4.3. pH



Şekil 3. Apa Baraj Gölü'nde pH'ın aylara göre değişimi



Şekil 4. Apa Baraj Gölü'nde çözünmüş oksijenin aylara göre değişimi

pH değeri mevsime ve derinliğe bağlı olarak değişim gösterir. Apa Baraj Gölü'nde yapılan pH ölçümlerine ait değerlerde aylar ve derinlikler itibariyle büyük farklılıklar görülmemekle birlikte, ortalama değerler dikkate alındığında en düşük değer Ocak ayında (7,28), en yüksek değer ise Ekim ayında (8,13) bulunmuştur (Şekil 3).

pH doğal suların biyolojik ve kimyasal açıdan önemli bir faktördür. Tatlı sulardaki sucül yaşam için gerekli optimum pH 6,5-9,0 arasındadır [12]. Apa Baraj Gölü'nde ortalama pH değerleri bu sınırlar içinde değişmektedir. Ölçülen değerler optimum sınırlar içerisinde kalmakta ve balıkçılık açısından uygun görülmektedir [13].

4.4. Çözünmüş Oksijen

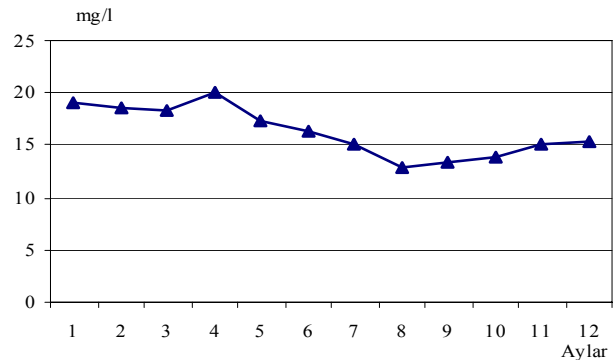
Çözünmüş oksijene ait ölçüm değerleri incelendiğinde en düşük çözünmüş oksijen miktarının Eylül ayında 6,47 mg/L ve en yüksek miktarın ise Ocak ayında 9,25 mg/L olduğu bulunmuştur. Aylar itibariyle ortalama değerler dikkate alındığında, en düşük çözünmüş oksijen değerinin Eylül ayında (6,56 mg/L), en yüksek değer Ocak ayında (9,25 mg/L) gerçekleştiği

saptanmıştır (Şekil 4). Doğal sularda çözünmüş oksijen ve sıcaklık, biyolojik faaliyetleri düzenleyen en önemli faktörlerdir. Elverişli bir yaşam ortamında çözünmüş oksijen miktarının balıklar için 5 mg/L'den daha fazla olmalıdır. Çözünmüş oksijen değerleri basınç ile artar ve sıcaklık ile azalır [14]. Apa Baraj Gölü'nde çözünmüş oksijen miktarı sıcaklıkla ters orantılı olarak değişmiştir. Bu veriler çalışma döneminde baraj gölünün çözünmüş oksijen miktarının balık yaşamı için uygun değerlerde olduğunu göstermektedir. Benzer sonuçlar Gelingüllü Baraj Gölü'nde [8] ve Derbent Baraj Gölü'nde de kaydedilmiştir [9].

4.5. Sertlik (oFr)

Baraj Gölü'nde toplam sertlik değeri en düşük 12,52 oFr, en yüksek 20,27 oFr'dir. Ortalama değerler dikkate alındığında ise en düşük toplam sertlik değerinin Ağustos (12,83), en yüksek değer ise Nisan (20,00) ayında gerçekleştiği saptanmıştır (Şekil 5).

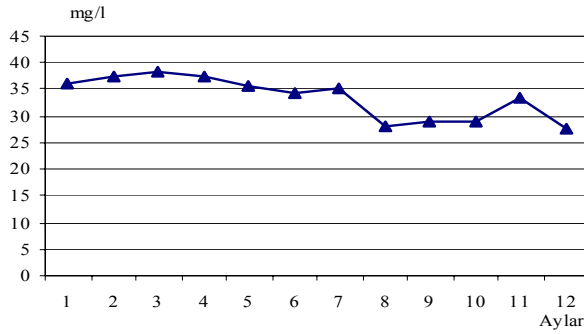
Suda sertlik toprak ve kayalardaki toprak alkalisi minerallerin (en önemlileri kalsiyum ve magnezyum) parçalanması veya direk bulaşma yoluyla ortaya çıkabilir. Burada yağış miktarı ve sel suları önemli etkidir. Zengin produktif sular 7,5-17,5 °Fr sertlikte olmaktadır [15]. Apa'da 13,83-20,00 °Fr arasında belirlenmiştir [16,17]. Bu sonuçlar Bereket Baraj gölü'nde elde edilen değerlerle paralellik göstermektedir [18].



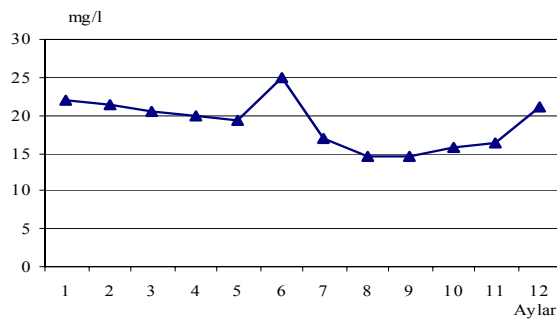
Şekil 5. Apa Baraj Gölü'nde toplam sertliğin aylara göre değişimi

4.6. Kalsiyum (Ca^{++}) ve Magnezyum (Mg^{++})

Baraj Gölü suyunun kalsiyum iyonu konsantrasyonu 26,0 mg/L ile 40,02 mg/L arasında bulunmuştur. Ortalama değerler itibariyle kalsiyum iyonu konsantrasyondaki en düşük değer Aralık (27,5 mg/L) ayında ve en yüksek değer Mart (38,5 mg/L) ayında saptanmıştır (Şekil 6). Kalsiyum değerleri özellikle yaz aylarında düşmüştür. Çünkü yaz mevsiminde fitoplanktonik organizmalar bol miktarlarda bulunmuştur. Balıkçılık açısından bu değerler alt sınır sayılmaktadır. Balıkçılık için uygun değer 30-40 mg/L'dir. Flora ve fauna gelişimini arttıran kalsiyum, özellikle balıkların kemik yapısında bulunur [1,19]. Magnezyum ise klorofilin yapısında bulunmaktadır. Kalsiyum ile beraber suyun produktivitesi üzerine etkilidir [20]. Magnezyum iyonu konsantrasyonunda meydana gelen değişimler en düşük değer 13,37 mg/L ve en yüksek değer ise 26,72 mg/L olarak tespit edilmiştir. Derinlik dikkate alınmadan aylara göre meydana gelen değişimlerin ortalamaları incelendiğinde en düşük değer Eylül (14,66 mg/L) ayında, en yüksek değerler ise Ocak (21,87 mg/L) ayında ölçülmüştür (Şekil 7).



Şekil 6. Apa Baraj Gölü'nde kalsiyum iyonunun (Ca^{++}) aylara göre değişimi (mg/L)



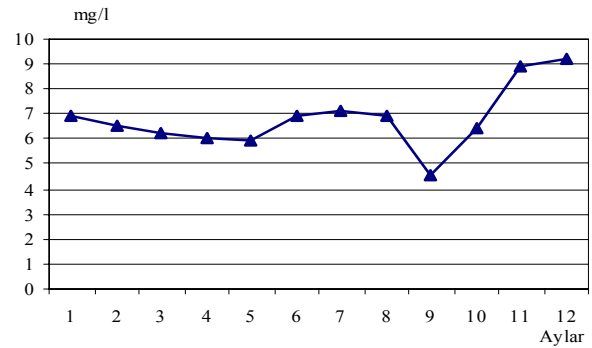
Şekil 7. Apa Baraj Gölü'nde magnezyum iyonunun (Mg^{++}) aylara göre değişimi (mg/L)

Elde edilen veriler incelendiğinde Kapulukaya Baraj Gölü'nden [10] yüksek görülürken Kayaboğazı [21] ve Porsuk Baraj Göllerinden düşüktür [22]. Magnezyum bileşikleri kalsiyum bileşiklerine oranla suda daha kolay çözünür. Elde ettiğimiz değerler balık gelişimi için uygundur [17].

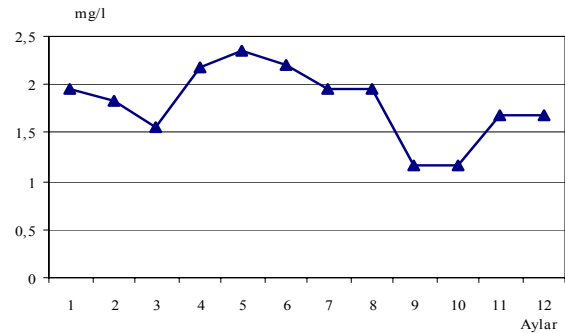
4.7. Sodyum (Na^+) ve Potasyum (K^+)

Sodyum iyonu konsantrasyonu Apa Baraj Gölü suyunun en düşük 4,5 mg/L ve en yüksek 9,2 mg/L olarak bulunmuştur. Ortalama değerler dikkate alındığında en düşük değer Eylül (4,6 mg/L), en yüksek değer ise Aralık ayında (9,2 mg/L) gerçekleşmiştir (Şekil 8).

Sodyum iyonu 40 mg/L'nin üzerine çıktığında alglerin gelişmesi aşırı artmaktadır. Elde edilen sonuçlar sucul organizmalar için uygundur. Sodyum, potasyum ve klorür osmoregülasyon, vücut sıvısındaki pH ayarlamaları, sinir impulsları ve diğer bazı fonksiyonlar için gereklidir [6,23].



Şekil 8. Apa Baraj Gölü'nde sodyum iyonunun (Na^+) aylara göre değişimi (mg/L)

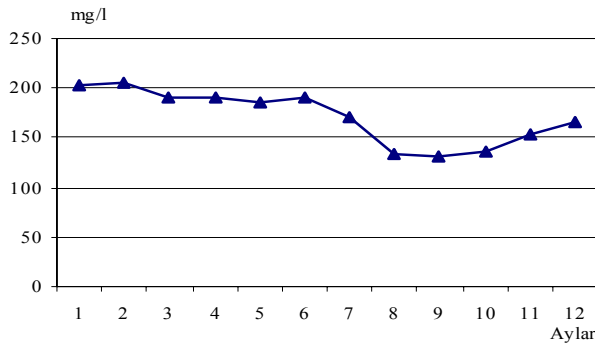


Şekil 9. Apa Baraj Gölü'nde potasyum iyonunun (K^+) aylara göre değişimi (mg/L)

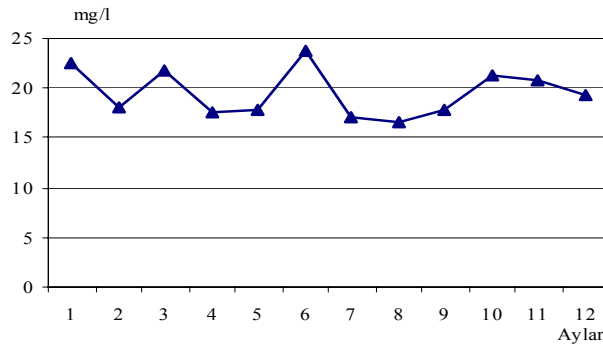
Potasyum iyonu konsantrasyonundaki değişimler incelendiğinde genellikle derinlikler arasında fark bulunmadığı gözlenmiştir. Baraj gölünde en düşük potasyum değeri 1,17 mg/L, en yüksek potasyum değeri 2,53 mg/L olarak saptanmıştır. Aylara göre ortalama değerler incelendiğinde en düşük değer Eylül ve Ekim (1,17 mg/L) aylarında, en yüksek değer ise Mayıs ayında (3,34 mg/L) gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 9).

4.8. Bikarbonat (toplam alkalinite) (HCO_3^-) ve Karbonat (fenolftalein alkalinitesi) (CO_3^{2-})

Bikarbonat iyonlarına ait değerler incelendiğinde bikarbonatın en küçük değeri 128,1 mg/L bulunurken, en büyük değer 207,4 mg/L olarak tespit edilmiştir (Şekil 10). Bu değerler Gelingüllü Baraj Gölü'nde [8] ve Derbent Baraj Gölü'nde de kaydedilenlerle paralellik göstermektedir [9].



Şekil 10. Apa Baraj Gölü'nde bikarbonat iyonunun (mg/L) aylara göre değişimi



Şekil 11. Apa Baraj Gölü'nde klorür iyonunun (mg/L) aylara göre değişimi

Yağışlar sonucunda karbondioksit toprağa ve çeşitli yollarla sulara karışmaktadır. Bunun sonucunda ise karbonik asit oluşmaktadır. Karbonat ve bikarbonat iyonlarının suda pH düzenlenmesinde önemli rol oynadığı ve orta

alkalinitedeki suyun 100-250 mg/L bikarbonat içerdiği böylece çok üretken olduğu belirtilmiştir [15].

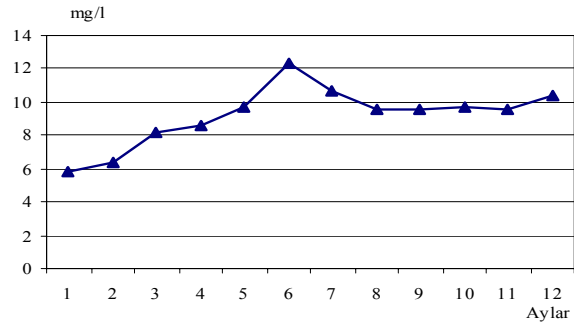
Baraj suyunda kullanılan yöntemlerle karbonat iyonu tespit edilmemiştir.

4.9. Klorür (Cl^-)

Klorür iyonu konsantrasyonu incelendiğinde en küçük değer Ağustos (16,63 mg/L) ayında, en yüksek değer ise Haziran (23,67 mg/L) ayında meydana geldiği görülmüştür (Şekil 11). Toprak yapısı başlıca klorür iyonu kaynağıdır. Özellikle klorit minerali içeren kayalar, killer gibi tozlu mineraller ile temasta olan sularda 100 mg/L'yi aşabilmektedir. Doğal sularda klorür iyonu değerleri 10-20 mg/L arasında değişim göstermesi normaldir. Su ürünleri standartları açısından klorür iyonu hoşgörü değerleri 170-250 mg/L arasındadır [8,11,19].

4.10. Sülfat (SO_4^{2-})

Sülfat iyonunun yüksek olması sularda kirlilik göstergesi olarak kabul edilmektedir. Özellikle kirliliği sularda bu değer 250 mg/L üzerine çıkar. Doğal göllerin sülfat değerleri 3-30 mg/L arasında değişmektedir [6,24]. Bulgularımız, Porsuk Baraj Gölü'nden [22], Derbent Baraj Gölü'nden, Gelingüllü Baraj Gölü'nden ve Mumcular Baraj Gölü'nden daha düşüktür [2]. Sülfat iyonu en düşük konsantrasyona Ocak ayında her seviyede 5,8 mg/L, en yüksek ise Haziran ayında 12,4 mg/L rastlanmaktadır (Şekil 12).

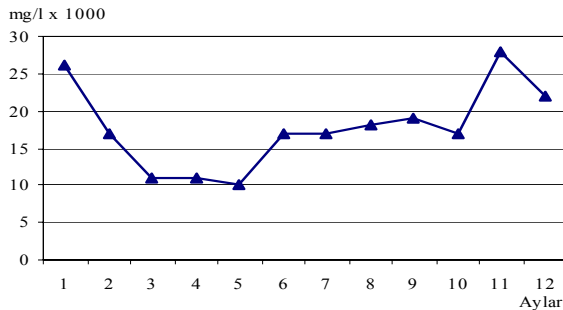


Şekil 12. Apa Baraj Gölü'nde sülfat iyonunun (mg/L) aylara göre değişimi

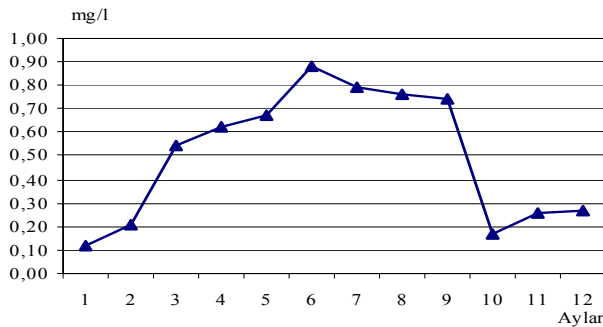
4.11. Nitrit (NO_2^-) ve Nitrat (NO_3^-)

Apa Baraj Gölü'nde nitrit iyonu konsantrasyonunda meydana gelen değişimlere bakıldığında en düşük değer Nisan ve Mayıs

aylarında 0,010 (mg/L), en yüksek değer ise Kasım (0,028 mg/L) ayında meydana geldiği tespit edilmiştir. Derinlikler arasında nitrit iyonu konsantrasyonu bakımından genelde fark görülmemiştir (Şekil 13). Sulardaki nitrat azotunun 46 mg/L'yi aşması durumunda solunum güçlükleri ve boğulmalar görülür [1]. Sudaki nitrit miktarının 1 mg/L üzerine çıkması kirliliğin başladığını gösterir. Bu çalışmada Apa Baraj Gölü'nde nitrit ve nitrat miktarları düşük bulunmuştur. Bunun sebebi çalışma süresince baraj gölüne evsel, tarımsal ve endüstriyel kirlenmelerin ulaşmamasıdır. Nitrat, alg ve yeşil bitkilerin gelişimini teşvik ederek, sazangiller gibi göl balıklarına besin ve üreme ortamı oluşturur [24]. Apa Baraj Gölü'ndeki nitrat iyonu konsantrasyonunda meydana gelen değişimler en düşük Ocak ayında (0,124 mg/L), en yüksek ise Ağustos ayında (0,960 mg/L) meydana gelmiştir (Şekil 14). Ağustos ayında nitrat miktarının kirlilik sınırına yaklaştığı söylenebilir.

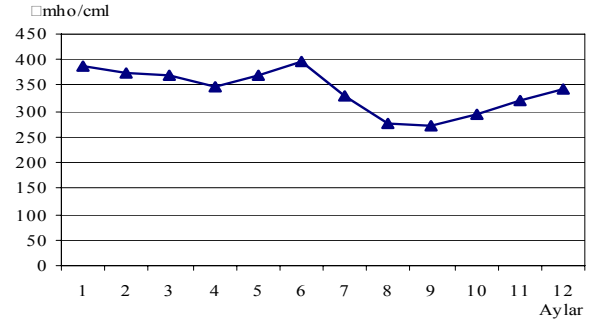


Şekil 13. Apa Baraj Gölü'nde nitrit iyonunun (mg/Lx10³) aylara göre değişimi

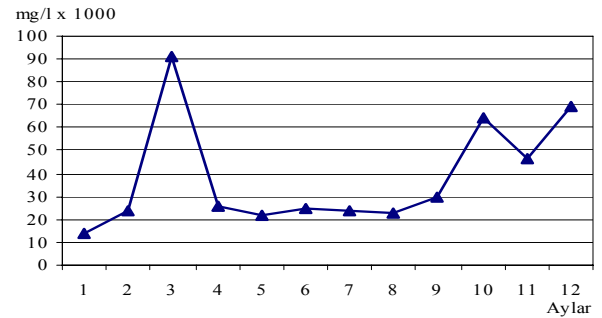


Şekil 14. Apa Baraj Gölü'nde nitrat iyonunun (mg/L) aylara göre değişimi

4.12. Elektriksel İletkenlik



Şekil 15. Apa Baraj Gölü'nde elektriksel iletkenliğin (µmho/cm) aylara göre değişimi



Şekil 16. Apa Baraj Gölü'nde amonyumun (mg/Lx1000) aylara ve derinliklere göre değişimi

Apa Baraj Gölü'nün elektriksel iletkenlik değerleri incelendiğinde en düşük E.İ. Ağustos ayında (270 µmho/cm), en yüksek E.İ. değerinin Haziran ayında (400 µmho/cm) gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 15). Su içerisinde çözülmüş mineral maddelere bağlı olarak elektrik iletkenliği değişmektedir. Suyun yoğunluğu ve tuzluluk arttıkça iletkenlik de artar. Su ürünleri açısından elektriksel iletkenlik değerleri 150-500 (maksimum 1000-2000 µmho/cm'dir) [19]. Apa Baraj Gölü'ndeki değerlere bakıldığında su ürünleri standartlarına göre normaldir. Bu nedenle balıkçılık açısından uygun olduğu söylenebilir.

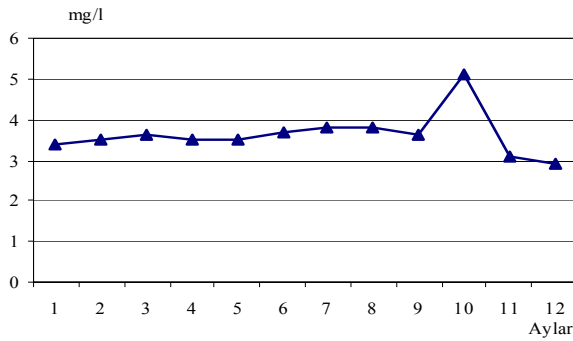
4.13. Amonyum (NH₄⁺)

Apa Baraj Gölü suyunun amonyum iyonu konsantrasyonu incelendiğinde en düşük değer Ocak ayında 0,014 (mg/L), en yüksek değer ise Mart ayında 0,092 (mg/L) olduğu saptanmıştır

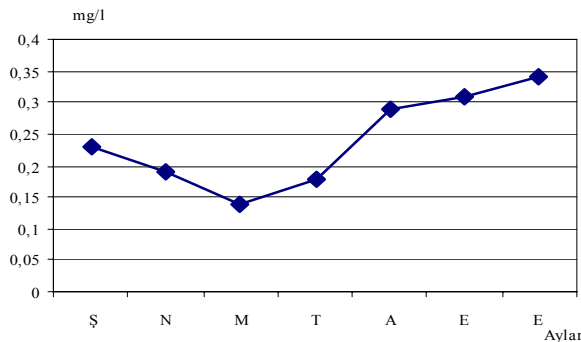
(Şekil 16). Amonyum iyonu sucul canlıların atık maddesidir. Sucul organizmalar tarafından tekrar emilir. Oksijence zengin sulara amonyum iyonuna çok az miktarda rastlanır [25]. Bu verilere bakıldığında amonyum miktarının Derbent Baraj Gölü, Ömerli Baraj Gölü ve Mumcular Baraj Gölleri'ndeki gibi balıkçılık için uygun olduğu görülmüştür [9,18,26].

4.14. Organik madde miktarı

Apa Baraj Gölü'nde organik madde miktarındaki değişimler incelendiğinde, en düşük değer 2,9 mg/L ile Aralık ayında ve en yüksek değer ise 5,7 mg/L ile Ekim ayında gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 17).



Şekil 17. Apa Baraj Gölü'nde organik madde miktarının (mg/L) aylara ve derinliğe



Şekil 18. Apa Baraj Gölü'nde ortofosfat miktarının (mg/L) aylara göre değişimi

Toplam organik madde tayini suda minimum miktarda bulunan indirgeyici maddelerin ölçümüdür. Toplam organik madde suyun doğal rengi veya endüstriyel atıklar veya kanalizasyonlardan gelen bazı organik atıklar ile bağıntısı kurulabilir. İçme suyunda organik madde

miktarı 3,5 mg/L'den az olmalıdır. Organik madde miktarının artması suda kirlilik olduğuna işaret eder [7,13]. Apa Baraj Gölü'ndeki değerler bazı aylarda 3,5 mg/L'den fazla bulunmuştur. Bu da bazı aylarda baraj gölünün organik madde bakımından kirliliğe sahip olduğu söylenebilir.

4.15. Orto fosfat (PO_4^{-3})

Apa Baraj Gölü'nde orto fosfat miktarı bazı aylarda belirlenememiştir. Orto fosfat miktarındaki en düşük değer 0,14 mg/L ile Mayıs ayında ve en yüksek değer ise 0,34 mg/L ile Ekim ayında gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 18). Fosfat sulara önemli bir kirlilik göstergesidir. Doğal sulara organik ve anorganik şekillerde bulunur. Orto fosfatlar, sulara evsel atıklar, kimyasal gübreler, bitki ve hayvan atıkları, endüstriyel atıklar, kaya ve topraklardan geçer [6]. Sudaki orto fosfat değerinin 0,05-0,30 mg/L arasında olması uygun, daha fazla olması ise bitkisel üretimi çoğalttığı için uygun değildir [19]. Eylül ve ekim aylarında değerlerin yüksek çıkması bitkisel organizmaların çürümesinden ileri gelmekte ve ayrıca su miktarının düşmesi de etkili olmaktadır. Daha sonraki aylarda ise su miktarındaki değişimler nedeniyle değerler düşmüştür. Nisan-Temmuz ayları arasında değerlerin düşük olması bitkisel organizmaların fosfatı kullanmasından kaynaklanmaktadır [19].

Baraj kenarında ekolojik dengeyi bozacak büyüklükte yerleşim yeri ve endüstriyel kuruluş yoktur. Ancak su seviyesinin yaz aylarında azalması ve su sıcaklığının artması nedeniyle bitkisel organizmaların çoğalması sonucu oluşan çürüme ve buna bağlı olarak gerçekleşen kokuşma görülmüştür.

Sonuç olarak Apa Baraj Gölü'ndeki fiziko-kimyasal verilerin değerlendirilmesiyle elde edilen sonuçlar Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre; sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, sertlik, kalsiyum, sodyum, potasyum, klorür, sülfat, nitrat, amonyum bakımından 1.sınıf, nitrit ve orto fosfat bakımından 2. sınıf su özelliğine sahip ve sertlik bakımından da "orta sert" su olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında Apa Baraj

Gölü'nde önemli bir kirlilik tehlikesi görülmemektedir. Baraj gölünün fiziksel ve kimyasal özelliklerin sucul canlılar için uygun olduğu söylenebilir.

Kaynaklar

1. Egemen, Ö., ve Sunlu, U., Su kalitesi, Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Yayınları, No:14, 153 s, İzmir, (1996)
2. Yılmaz, F., Mumcular Barajı (Muğla-Bodrum)'nın Fiziko- Kimyasal Özellikleri. Ekoloji 13, 50, 10-17, (2004)
3. Richard, A. V. et al., A Manual Methods For Measuring Pprimary Production In Aquatic Environments, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 209 p, (1969)
4. Dumlu, G., Kirli Sular ve Analiz Metotları, DSİ Basım ve Fotofilm İşletme Müdürlüğü, s. 98, Ankara, (1979)
5. Günay, Y., Arazide Uygulanacak Kimyasal Analiz Metotları Klavuzu, İller Bankası Yayını, No: 11, 58 s., Ankara,, (1974)
6. Giritlioğlu, T., İçme Suyu Kimyasal Analiz Metotları, İller Bankası Yayını, No: 18, 343 s., Ankara, (1975)
7. Baltacı, F., Su Analiz Metotları, DSİ İçme Suyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, s. 335, Ankara, (2000)
8. <http://www.akuademi.net/USG/USG2005/SKCK/skck18.pdf>
9. Taş, B., Derbent Baraj Gölü (Samsun) Su Kalitesinin İncelenmesi. Ekoloji 15, 61, 6-15, (2006)
10. Gül, A., Kapulukaya Baraj Gölünde Yaşayan *Stizostedion lucioperca* (L.,1758) ve *Leuciscus cephalus* (L., 1758)'un Biyo-Ekolojileri Üzerine Bir Araştırma. Gazi Üniv. Fen Bil Ens. (Doktora Tezi), 219 s., Ankara, (1994)
11. Kocataş, A., Ekoloji ve Çevre Biyolojisi, Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Yayınları, 549 s., İzmir, (1999)
12. Soylu, M., Inlandwater Quality Management, İst. Tech. Uni. Graduate School Inst. of Science and Tech., (M. Sc. Thesis), 69pp, İstanbul, (1984)
13. Haktanır, K., Çevre Kirliliği, Ankara Üniv. Zir Fak. Toprak Bölümü, Ankara, (1983)
14. Geldiay. R., ve Balık, S., Türkiye'nin Tatlı Su Balıkları. Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi No: 37, 519 s, İzmir, (1995)
15. Ekmekçi, (Atalay) F.G., Sarıyar Baraj Gölü'ndeki Ekonomik Öneme Sahip Balık Stoklarının İncelenmesi. H.Ü. Fen Bil. Enst. (Doktora Tezi). 225 s. Ankara., (1989)
16. Oruç, N., Suda Sertliğin Önemi, Giderilmesi ve Tayini, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 3, 2, 187-193, (1972)
17. Saruhan, E., Hidrobiyoloji, Çukurova Üni. Zir. Fak. Ders Notu, ZT-176, Ç.Ü. Zir. Fak. Ofset, Adana, (1987)
18. Özdemir, N., Yılmaz, F., Yorulmaz, B., Dalaman Çayı Üzerindeki Bereket Hidro-Elektrik Santrali Baraj Gölü Suyunun Bazı Fiziko-Kimyasal Parametrelerinin ve Balık faunasının Araştırılması. Ekoloji 16, 62, 30-36, (2007)
19. Cirik, S., Cirik, Ş., Limnoloji (Ders Kitabı), Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Yayınları, No:21, 166 s. İzmir, (2005)
20. Kuru, M., Türkiye Tatlısu Balıkçılık Biyolojisi Ders Notları, H.Ü. Fen Fak Biyoloji Böl. (1980)
21. Alaş, A., Kayaboğazı Baraj Gölü' nde Yaşayan *Leuciscus cephalus* (L., 1758) ve *Tinca tinca* (L., 1758)'nın Biyo-Ekolojileri Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Gazi Üniv. Fen Bil. Ens. Ankara, (1994)
22. Yılmaz, F., Porsuk Baraj Gölü'nde Yaşayan *Cyprinus carpio*(L., 1758) ve *Tinca tinca* (L., 1758)'nın Biyo-Ekolojileri Üzerine Bir Araştırma (Doktora Tezi), Gazi Üni. Fen Bil. Ens., Ankara, (1997)
23. Yılmaz, M., Gül, A., ve Solak, K., Kapulukaya Baraj Gölü (Kırkkale)'nün Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ve Balıkçılık Açısından Değerlendirilmesi, Gazi Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 8, No:1, s. 136-152, Ankara, (1995)
24. Svobodá, Z., Lloyd, R., Máchová, J. and Vykusová, B., Water Quality and Fish Health, FAD, EIFAC Technical Paper, No: 54, (1993)
25. Yaramaz, Ö., Çevre ve Su Kirliliği, Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Yayınları, No:42, 91s, Bornova, İzmir, (1992)
26. Kayhan, F.E., İstanbul Ömerli Baraj Gölü Doğal Su Kalitesinin Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin İncelenmesi ve Biyoverimliliğe Etkisi. Kırsal Çevre Yıllığı 2004, Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği Yayını, Ankara, 110-121, (2004)