

Karakaya Baraj Gölü Su Kalitesinin İncelenmesi**Mehmet KÜÇÜKYILMAZ^{1*}, Gülşad USLU², Nevin BİRİCİ¹, Nedim Gürel ÖRNEKÇİ¹,
Nurettin YILDIZ¹, Tunay ŞEKER¹**¹ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Elazığ,² Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Elazığ,

*Sorumlu Yazar Tel.: +90 424 241 10 85

Geliş Tarihi: 24.11.2016

E-posta: mehmet.kucukyilmaz@tarim.gov.tr

Kabul Tarihi: 13.12.2016

Öz

Bu çalışma, Diyarbakır İli Çüngüş İlçesindeki Fırat Nehri üzerinde kurulu olan Karakaya Baraj Gölü'nün su kalitesinin belirlenmesi amacıyla Mayıs 2009 ile Nisan 2010 arasında 12 ay boyunca yapılmıştır. Bu amaçla Karakaya Baraj Gölü'nde 7 örnekleme noktasından ve her bir noktada 2 farklı derinlikten su örnekleri alınmıştır. Alınan su örneklerinde toplam 12 parametre (sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik, çözülmüş oksijen, bulanıklık, toplam fosfor, nitrat, nitrit, amonyak, sülfat, fosfat ve kimyasal oksijen ihtiyacı) incelenmiştir. Böylece göl suyunun su kalitesi ve su ürünleri üretimi açısından verimliliği saptanmıştır. Karakaya Baraj Gölü'nde ağ kafeslerde yapılan alabalık yetiştiriciliği ve doğal balıkçılık faaliyetleri yöre halkına tarıma ek olarak bir gelir kaynağı oluşturmaktadır. Aynı zamanda barajın çevresi gezinti ve dinlenme yeri olarak değerlendirilmektedir. Fiziksel ve kimyasal analiz verileri değerlendirildiğinde Karakaya Baraj Gölü'nün mezotrof göllerin özelliğine sahip olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre Karakaya Baraj Gölü su ürünleri yetiştiriciliği için genel olarak uygun bir ortam değildir.

Anahtar Kelimeler: Karakaya Baraj Gölü, Fiziksel ve Kimyasal Analizler, Su Kalitesi.

Abstract**Examination Water Quality of Karakaya Dam Lake**

This study was carried out from May 2009 to April 2010 during twelve months for determination water quality of Karakaya Dam Lake established on the Fırat Stream in Cungus province of Diyarbakır. For this purpose, water samples were taken from 7 sampling points with 2 different depths in Karakaya Dam Lake. Totally 12 parameters (temperature, pH, conductivity, dissolved oxygen, turbidity, total phosphorus, nitrate, nitrite, ammonia, sulfate, phosphate and chemical oxygen demand) were analyzed in the taken water samples. Thus, water quality and production potential concerning aquaculture were determined in the lake. In the dam lake, the local people get income from agriculture and natural fishing as well as other farming activities. In the same time, the environment of the dam lake is used as sightseeing and rest place. When the findings of the physical and chemical analyses were evaluated, it is seen that lake was mesotrophic lake. According to these results, dam lake generally had not a convenient habitat with regard to aquaculture.

Keywords: Karakaya Dam Lake, Physical and Chemical Analysis, Water Quality.

© Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Trabzon

Giriş

Günümüzde yüksek nüfus artışıyla birlikte çağımızın en büyük problemlerinden biri olan çevre ve su kirliliği ortaya çıkmıştır. Bu sorun, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de gün geçtikçe artmaktadır. Suyu duyulan ihtiyacın artması nedeniyle, tatlı su kaynaklarının fiziko-kimyasal özelliklerinin bilinmesi onların planlı bir şekilde kullanılabilmesi için son derece önem taşımaktadır.

Gerçekten bir su kaynağının etkin kullanımını belirlemek için öngörülen beklentileri sağlayacak bir izleme programının titizlikle yürütülmesiyle kaynak hakkında bilgi toplanması zorunludur (Şen ve Koçer, 2003).

Türkiye üç tarafı denizlerle çevrili, 8333 km kıyı şeridi, 80791 km² deniz alanı, 10000 km² doğal gölü, 15000 ha göleti, 342377 ha baraj gölü ve 177714 km uzunluğunda akarsuları ile önemli bir potansiyele sahiptir. Su kalitesi; türlerin bileşimini, verimliliğini, bolluk durumlarını ve sucül türlerin fizyolojik durumlarını etkilemektedir ve sürekli alıcı ortam özelliği gösterdiği için çevre kirliliğinden birinci derecede etkilenmektedirler. Bu kirlenme sadece içinde yaşayan canlıları olumsuz etkilemekle kalmaz, bu olumsuz etki besin zinciri yolu ile insana kadar ulaşmaktadır (Yılmaz, 2004).

Evsel, endüstriyel ve tarımsal aktivitelerden kaynaklanan kirleticiler ilk olarak akarsulara karışmakta ve yine akarsular yoluyla göllere ve denizlere ulaşmaktadır. Bu nedenle, doğal kaynaklardan temin edilen ve su ürünleri üretiminde kullanılan suların özellikleri çok iyi bilinmeli ve sulardaki ekolojik denge korunmalıdır. Gerekli önlemlerin alınabilmesi için su ortamında fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin periyodik olarak araştırılması gerekir. Özellikle akuakültür çalışmaları yapılan su ortamlarında suyun kalitesi, kirliliğin

tespiti ve kafeslerin bulunduğu ortama ne şekilde etki ettiği ortaya konulmalıdır.

Baraj gölleri termik ve nükleer santrallere göre çevresel etkileri bakımından daha çok ön plana çıkmıştır. Türkiye'de bu amaçlarla 700'e yakın baraj ve 500'ün üzerinde hidro-elektrik santral kurulmuştur (Anonim, 1992). Yeni oluşan baraj gölleri ya da sulama faaliyetleri sonucunda, ekosistem ve iklim gibi çevre faktörleri ve buna bağlı olarak yaşayan bitki ve hayvanlarda bir kısım değişiklikler beklenmektedir. Bu değişiklikler sonucu ya bazı bitki ve hayvan türleri ortadan kalkmakta ya da tür popülasyonlarında bir takım değişiklikler olmaktadır. Bu değişimlere karşılık, oluşan veya oluşacak yeni baraj göl alanlarındaki tatlı su fauna ve florası da büyük bir potansiyele sahip olmaktadır. Bu açıdan doğal kaynakların sürekli izlenmesi ve gerekli önlemlerin alınabilmesi için inceleme çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Fiziksel ve kimyasal parametrelerin belirlenmesi de bu açıdan önem taşımaktadır. Su ortamlarında kirlenmeyi belirleyen belli başlı kriterler fizikokimyasal ve biyolojik faktörlerdir. Bir suda yaşayan canlıların biyolojik çeşitlilik, besin zinciri, su kalitesi ve suyun biyolojik yönden temizlenmesi gibi faktörler açısından büyük bir önemi vardır. Son yıllarda baraj göllerinin fiziko-kimyasal özelliklerinin incelendiği çalışmalar artış göstermiştir (Yılmaz, 1997; Gül, 1994; Alaş, 1998).

Evsel, endüstriyel ve tarımsal aktivitelerden kaynaklanan kirleticiler, göller üzerinde büyük bir baskı oluşturarak ötrofikasyona neden olmaktadır. Ayrıca aşırı azot ve fosfor girişiyle meydana gelen göl ötrofikasyonu, su kalitesinin bozulmasına ve biyo çeşitliliğin önemli ölçüde azalmasına neden olmaktadır (Taş, 2011).

2013 yılında Balıklıgölde yapılan çalışmada, Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğinde (Anonim, 2015) verilen kıta içi yerüstü su kaynaklarının sınıflandırılmasında kullanılan kalite standartlarına göre; Balıklıgöl genel şartlar (sıcaklık, pH, iletkenlik) bakımından I.Sınıf, oksijenlendirme parametreleri bakımından (çözünmüş oksijen, oksijen doygunluğu, kimyasal oksijen ihtiyacı, biyolojik oksijen ihtiyacı) I.Sınıf ve nutrient parametreleri bakımından (amonyum azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, toplam fosfor) II. Sınıf kalite olarak belirlenmiştir (Küçükylmaz vd., 2016).

Karakaya Barajı, Diyarbakır İli Çüngüş İlçesi sınırları içinde, Fırat nehri üzerinde, Güneydoğu Anadolu Projesi'nin bir parçası olarak elektrik enerjisi üretimi amacıyla 1976-1987 yılları arasında inşa edilmiştir. Karakaya Barajı Fırat Nehri üzerinde Keban Barajı ve HES'in 166 km mansabında, Atatürk Barajı ve HES'in 180 km mansabında yer almaktadır. Diyarbakır'a 150 km uzaklıkta bulunan baraj adını yakınında bulunan Karakaya köyünden almıştır. Beton kemer gövde ağırlık tipi olan barajın gövde hacmi 2.000.000 m³, normal su kotunda göl hacmi 9.580,00 hm³, normal su kotunda göl alanı 268,00 km²'dir. Baraj yılda 102 hm³, içme ve kullanma suyu sağlamaktadır. Karakaya Baraj Gölü'nün Diyarbakır, Malatya, Elazığ ve Adıyaman illerine kıyısı bulunmaktadır (URL-1).

Karakaya Baraj Gölü'nde yoğun olarak balık avcılığı yapılmaktadır. Göl de bulunan ekonomik balık türleri, aynalı sazan, tatlısu kefali, karabalık, kababurun, turna, sarı balık veya siraz balığı, sis balığı ve alabalık gibi türlerdir. Ayrıca Karakaya Baraj Gölü'nde yoğun bir şekilde ağ kafeslerde alabalık üretimi de yapılmaktadır (Anonim, 2010). 2009 yılının Mayıs ayında başlayan 2010 yılının Nisan ayında sonlandırılan bu çalışmada; Karakaya Baraj Gölü'nün yüzey suyunda bazı fiziksel ve

kimyasal parametreleri tespit ederek, baraj gölünün su kalitesinin belirlenmesi, kirlenme ile ilgili sorunlarının ortaya konulması ve balıkçılık çalışmalarına katkı sağlaması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metod

Çalışma Alanının Tanımlanması:

Karakaya Baraj Gölü'nün Keban çıkışını oluşturan ve 10. Avlak sahasını temsil eden üst bölgesi nispeten sığ ve akarsu özelliği göstermektedir. Keban Baraj Gölü'nden çıkan taban suyu, yıl boyunca düşük sıcaklıklara sahip olduğundan mevcut alabalık kafes işletmeleri de yoğunlukla bu alana yerleşmiştir. Balık işletmelerinin başlangıcında ve bitiminde olmak üzere bu alandan 2 istasyon ve göl alanından 5 istasyon olmak üzere gölün Keban HES çıkışından Kömürhan Köprüsüne kadar olan kesiminde 7 istasyon belirlenerek (Şekil 1) Örneklemeler Mayıs 2009 ile Nisan 2010 arasında 12 ay süresince yürütülmüştür. Bu istasyonların tümünde yüzey ve 5 m. derinlikten, 3 tanesinde 10 m. derinlikten, 2 tanesinde 20 m. derinlikten, 1 tanesinden ise 30 m. derinlikten su örnekleri Nansen Şişesi kullanılarak alınmıştır.

Örnekler 1 L hacimli polipropilen şişelere konularak aynı gün içerisinde laboratuara taşınmıştır. Bu istasyonlardan bir yıl boyunca aylık su örnekleri alınarak fiziksel parametreler sıcaklık, çözünmüş oksijen, % oksijen doygunluğu, HACH HQ30d ve pH, elektriksel iletkenlik HACH HQ40d cihazlarla arazide ölçülmüştür. Kimyasal parametrelerin analizleri ise, su örneğinin alınmasını takip eden gün içerisinde Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Laboratuvarında yapılmıştır.

Alınan su örneklerinin 500 mL'si nitroselüloz membran filtreden süzülükten sonra analizlere başlanmıştır. Filtre edilen örneklerde toplam sertlik hesaplama metoduyla, toplam alkalinite potansiyometrik titrasyon metoduyla ve kimyasal ihtiyacı açık geri damıtma metoduyla



Şekil 1. Karakaya Baraj Gölü'nde Seçilen Örnekleme Noktaları.

Tablo 1. Karakaya Baraj Gölü'nde istasyonlardaki örnekleme derinlikleri

	Yüzey	5m	10m	20m	30m
1 – İstasyon	x	x			
2- İstasyon	x	x			
3- İstasyon	x	x			
4- İstasyon	x	x	x		
5- İstasyon	x	x			
6- İstasyon	x	x	x	x	
7- İstasyon	x	x	x	x	x

la tayin edilmiştir (APHA, 1998). Sülfat ve klorür, Dionex ICS model iyon kromatografi cihazıyla, toplam azot ve toplam fosfor Nova 60 spektrometre ile üretici yönergesi takip edilerek tayin edilmiştir.

Bulgular

Karakaya Baraj Gölü'nün nehir özelliği taşıyan bölgesindeki örnekleme noktalarında sıcaklık yüzey suyunda $9,6 \pm 1,1$ °C ve 5 m derinlikte $10,1 \pm 1,1$ °C olarak dar bir aralıkta değiş-

miştir. Göl alanındaki örnekleme noktalarında ise yüzey suyunda sıcaklık 7,6-29,7 °C arasında değişmiştir. Yaz aylarında sıcaklık artışları 5 m (7,5-27,9 °C) ve 10 m (7,5-24,9 °C) derinlikleri etkilemişken, sıcaklık 20 m (7,5-16,1 °C) ve 30 m (7,5-13,9 °C) derinliklerde daha az değişim göstermiştir (Tablo 2 ve 3).

pH, nehir bölgesindeki örnekleme noktalarında yüzeyde (ortalama 8,3±0,4) ve 5 m (ortalama 8,2±0,4) derinlikte oldukça benzer değişim göstermiştir. Ortalama pH gölde derinlikle birlikte azalma eğilimi göstermişse de, 0-30 m derinlikler arasında benzer değerlerde belirlenmiştir (Tablo 2 ve 3).

Elektriksel iletkenlik ilk iki istasyonun

yüzey suyu ve 5 m derinliğinde (sırasıyla ortalama 377±27 ve 386±12 µS/cm) yakın değerlerde kaydedilmiştir. Göl bölgesindeki örnekleme noktalarında yüzey suyunda elektriksel iletkenlik daha düşük değerlerde (ortalama 384±24 µS/cm) bulunmuştur. 5 m derinlikte ortalama 394±19 µS/cm, 10 m derinlikte ortalama 400±19 µS/cm, 20 m derinlikte ortalama 406±19 µS/cm ve 30 m derinlikte ortalama 409±12 µS/cm olarak bulunmuş ve derinlikle artma eğilimi gösterdiği saptanmıştır (Tablo 2 ve 3).

Toplam fosfor nehir özelliği taşıyan örnekleme noktalarında yüzey suyunda ortalama 0,030±0,022 mg P/L ve 5 m derinlikte ortalama 0,024±0,004 mg P/L olarak belirlenmiştir. Göl

Tablo 2. Karakaya Baraj Gölü'nün nehir özelliği taşıyan bölgedeki örnekleme noktalarında izlenen su kalitesi parametrelerinin değişimi

Derinlik (m)	Min	Ay-İst	Mak	Ay-İst	Ort	±ss	Min	Ay-İst	Mak	Ay-İst	Ort	±ss
		Sıcaklık (°C)						pH				
0	7,9	Oc-2	12,0	Ha-1	9,6	1,1	7,2	Ek-1	8,9	Oc-2	8,3	0,4
5	8,0	Oc-2	12,5	Ha-1	10,1	1,1	7,2	Ek-1	8,8	Oc-1	8,2	0,4
	Elektriksel İletkenlik (µS/cm)						Çözünmüş Oksijen (mg/L)					
0	268	Ma-1	410	Ar-2	377	27	6,0	Ek-1	11,3	Ka-2	8,6	1,5
5	369	Ka-1	412	Ar-2	386	12	5,8	Ek-1	10,5	Mr-1	8,3	1,5
	Oksijen Doygunluğu (%)						Toplam Sertlik (mg CaCO ₃ /L)					
0	70	Te-1	101	Ma-2	85	10	144	Ek-2	200	Ka-1	168	17
5	70	Ağ-1	101	Mr-1	86	9	152	Ağ-1	220	Ni-2	176	19
	Toplam Alkalinite (mg CaCO ₃ /L)						Klorür (mg/L)					
0	131	Ma-1	213	Oc-1	169	22	11,8	Ka-1	21,3	Ar-2	16,0	2,6
5	131	Ma-2	197	Şu-1	170	19	10,3	Ağ-2	21,8	Ar-1	16,7	2,9
	Sülfat (mg/L)						Toplam Fosfor (mg P/L)					
0	17,2	Ağ-1	39,4	Te-2	27,8	6,2	0,020	Ek-1	0,080	Oc-2	0,030	0,022
5	21,0	Ağ-2	34,4	Ka-2	29,4	4,0	0,021	Ek-1	0,030	Ka-2	0,024	0,004
	Toplam Azot (mg N/L)						Kimyasal Oksijen İhtiyacı (mg/L)					
0	0,178	Ma-2	0,953	Ar-1	0,581	0,288	7,4	Mr-1	19,9	Ma-2	12,4	3,2
5	0,238	Ma-1	0,906	Ma-2	0,659	0,213	9,5	Ek-1	15,8	Ma-2	11,9	2,2

Kısaltmalar; Ağ. (ağustos), Ar. (aralık), Ek. (ekim), Ey. (eylül), Ha. (haziran), İst. (istasyon), Ka. (kasım), Mak. (maksimum), Ma. (mayıs), Min. (minumum), Mr. (mart), Ni. (nisan), Oc. (ocak), Ort. (ortalama), ss. (standart sapma), Şu. (şubat), Te. (temmuz),

örnekleme noktalarında toplam fosfor yüzey suyunda ortalama $0,025\pm 0,009$ mg P/L, 5 m derinlikte ortalama $0,025\pm 0,006$ mg P/L, 10 m derinlikte ortalama $0,032\pm 0,020$ mg P/L, 20 m derinlikte ortalama $0,029\pm 0,013$ mg P/L ve 30 m derinlikte ortalama $0,028\pm 0,010$ mg P/L olarak hesaplanmıştır (Tablo 2 ve 3).

Nehir özelliği taşıyan ilk iki örnekleme noktasında klorür yüzey suyunda ortalama $16,0\pm 2,6$ mg Cl/L ve 5 m derinlikte ortalama $16,7\pm 2,6$ mg Cl/L olarak belirlenmiştir. Göl örnekleme noktalarında klorür yüzey suyunda ortalama $18,9\pm 2,8$ mg Cl/L ve 5 m derinlikte

ortalama $18,5\pm 2,3$ mg Cl/L olarak hesaplanmıştır. Ortalama klorür miktarı 10 m derinlikte $17,8\pm 2,6$ mg Cl/L, 20 m derinlikte $19,5\pm 1,6$ mg Cl/L ve 30 m derinlikte $20,6\pm 1,7$ mg Cl/L olarak kaydedilmiştir (Tablo 2 ve 3).

Karakaya Baraj Gölü'nün nehir özelliği taşıyan bölgesindeki örnekleme noktalarında çözünmüş oksijen değeri yüzey suyunda $6,0-11,3$ mg/L (doygunluk % 85 ± 10) ve 5 m derinlikte $5,8-10,5$ mg/L (doygunluk % 86 ± 9) aralığında bulunmuştur. Derinlikle azalma eğiliminin gözlemlendiği göl istasyonlarında çözünmüş oksijen yüzey suyunda ortalama $9,0\pm 1,0$ mg/L

Tablo 3. Karakaya Baraj Gölü'nün göl alanındaki örnekleme noktalarında izlenen su kalitesi parametrelerinin değişimi

Derinlik (m)	Min	Ay-İst	Mak	Ay-İst	Ort	±ss	Min	Ay-İst	Mak	Ay-İst	Ort	±ss	Min	Ay-İst	Mak	Ay-İst	Ort	±ss
0	7,6	Oc-6	29,7	Te-7	16,6	7,4	7,9	Ey-5	8,9	Ağ-6	8,6	0,3	328	Ma-4	437	Ar-6	384	24
5	7,5	Oc-3	27,9	Ha-3	15,6	5,8	7,8	Ey-5	8,9	Oc-4	8,5	0,3	340	Ha-7	437	Ar-6	394	19
10	7,5	Oc-6	24,9	Te-4	13,3	4,0	7,8	Ey-6	8,9	Ek-4	8,4	0,3	358	Ma-7	436	Ar-6	400	19
20	7,5	Oc-6	16,1	Ha-7	11,7	2,6	7,7	Ek-6	8,7	Oc-6	8,4	0,3	350	Ha-7	435	Ar-6	406	19
30	7,4	Oc-7	13,9	Ha-7	11,2	2,2	7,7	Ey-6	8,7	Oc-6	8,4	0,3	395	Ek-6	425	Mr-6	409	12
		Oksijen doygunluğu (%)						Toplam sertlik (mg CaCO ₃ /L)					Toplam alkalinite (mg CaCO ₃ /L)					
0	77	Oc-3	116	Ni-3	95	10	138	Şu-7	218	Mr-6	162	19	131	Ma-5	180	Oc-4	151	16
5	63	Oc-7	109	Mr-6	83	10	138	Ma-3	226	Ar-4	166	23	115	Ni-3	180	Şu-5	151	18
10	51	Ek-7	89	Ar-4	72	11	116	Ağ-7	220	Ni-4	167	20	131	Ek-4	197	Şu-4	157	17
20	47	Ek-7	85	Ar-6	61	11	158	Ey-7	248	Mr-7	173	22	131	Şu-6	180	Te-7	152	17
30	49	Te-6	84	Ar-6	64	14	146	Oc-6	196	Mr-6	172	15	131	Şu-6	180	Te-6	161	16
		Çözünmüş oksijen (mg/L)						Klorür (mg/L)					Kimyasal oksijen ihtiyacı (mg/L)					
0	7,2	Te-6	11,8	Ni-5	9,0	1,0	12,6	Ağ-7	22,1	Mr-3	18,9	2,8	6,5	Ek-3	34,9	Ha-4	14,2	7,3
5	5,4	Te-7	11,3	Oc-3	8,0	1,3	13,8	Ar-6	21,9	Ha-7	18,5	2,3	6,1	Ek-3	36,6	Ma-4	14,2	9,3
10	5,0	Ek-7	9,3	Ar-4	7,3	1,3	12,4	Şu-6	21,3	Ha-7	17,8	2,6	6,5	Ni-4	37,4	Ma-7	14,5	8,8
20	5,0	Ek-7	8,8	Oc-6	6,5	1,3	16,7	Şu-6	21,6	Ha-7	19,5	1,6	7,1	Ni-6	24,1	Ha-6	13,6	6,4
30	5,0	Ek-6	8,6	Oc-6	6,5	1,7	17,6	Te-6	21,9	Ha-6	20,6	1,7	7,1	Ni-6	31,6	Ha-6	19,1	11,3
		Sülfat (mg/L)						Toplam fosfor (mg/L)					Toplam azot (mg/L)					
0	34,2	Ağ-7	53,5	Ni-5	45,2	6,4	0,020	Ka-6	0,060	Oc-4	0,025	0,009	0,333	Ek-7	1,030	Ma-4	0,570	0,178
5	35,4	Ar-6	54,3	Te-5	45,9	5,4	0,020	Ar-3	0,040	Oc-7	0,025	0,006	0,417	Ma-7	0,786	Ar-3	0,576	0,113
10	32,7	Te-6	57,3	Ni-6	44,6	7,6	0,021	Ar-6	0,070	Oc-6	0,032	0,020	0,342	Ek-7	0,817	Ek-6	0,532	0,181
20	33,6	Te-6	49,5	Ey-7	43,6	5,0	0,021	Ek-7	0,050	Oc-3	0,029	0,013	0,362	Ey-7	0,972	Ma-6	0,604	0,231
30	38,2	Te-6	50,2	Ar-6	47,2	5,1	0,022	Ka-6	0,040	Oc-4	0,028	0,010	0,524	Ey-6	0,906	Ar-6	0,758	0,165

(doygunluk %95±10) olarak belirlenmiştir. Çözünmüş oksijen 5 m derinlikte ortalama 8,0±1,3 mg/L (doygunluk %83±10) ve 10 m derinlikte ortalama 7,3±1,4 mg/L (doygunluk %72±11) olarak hesaplanmıştır. Benzer değerlerin kaydedildiği 20 m derinlikte çözünmüş oksijen ortalama 6,5±1,3 mg/L (doygunluk %61±11) ve 30 m derinlikte 6,5±1,7 mg/L (doygunluk %64±14) olarak belirlenmiştir (Tablo 2 ve 3).

Toplam sertlik ilk iki örnekleme noktasında yüzey suyunda ortalama 168±17 mg CaCO₃/L ve 5 m derinlikte ortalama 176±19 mg CaCO₃/L olarak yakın değerlerde belirlenmiştir. Ortalama toplam sertlik, göl örnekleme noktalarında yüzey suyunda 162±19 mg CaCO₃/L, 5 m derinlikte 166±23 mg CaCO₃/L, 10 m derinlikte 167±20 mg CaCO₃/L, 20 m derinlikte 173±22 mg CaCO₃/L ve 30 derinlikte 172±15 mg CaCO₃/L olarak bulunmuş ve derinlikle artma eğilimi göstermiştir (Tablo 2 ve 3).

Karakaya Baraj Gölü'nün nehir özelliği taşıyan ilk iki örnekleme noktasında ortalama toplam alkalinite yüzey suyunda 169±22 mg CaCO₃/L ve 5 m derinlikte 170±19 mg CaCO₃/L olarak hesaplanmıştır. Toplam alkalinite göl örnekleme noktalarında yüzey suyunda ortalama 151±16 mg CaCO₃/L, 5 m derinlikte ortalama 151±18 mg CaCO₃/L, 10 m derinlikte 157±17 mg CaCO₃/L ve 20 m derinlikte 152±17 mg CaCO₃/L olarak benzer değerlerde kaydedilmiştir. Toplam alkalinite gölde 30 m derinlikte ise 161±16 mg CaCO₃/L olarak üst derinliklere kıyasla biraz daha yüksek bir değerde belirlenmiştir (Tablo 2 ve 3).

Toplam azot ilk iki istasyonda yüzey suyunda 0,178-0,953 mg N/L ve 5 m derinlikte 0,238-0,906 mg N/L aralığında değişmiştir. Göl istasyonlarında toplam azot yüzey suyunda 0,333-1,030 mg N/L, 5 m derinlikte 0,417-

0,786 mg N/L ve 10 m derinlikte 0,342-0,817 mg N/L aralığında tayin edilmiştir. Toplam azot göl örnekleme noktalarında 20 m derinlikte 0,362-0,972 mg N/L ve 30 m derinlikte 0,524-0,906 mg N/L aralığında belirlenmiştir (Tablo 2 ve 3).

Nehir özelliği taşıyan ilk iki örnekleme noktasında kimyasal oksijen ihtiyacı yüzey suyunda ortalama 12,4±3,2 mg O₂/L ve 5 m derinlikte ortalama 11,9±2,2 mg O₂/L olarak yakın değerlerde belirlenmiştir. Göldeki istasyonlarda ortalama kimyasal oksijen ihtiyacı yüzey suyunda 14,2±7,3 mg O₂/L, 5 m derinlikte 14,2±9,3 mg O₂/L, 10 m derinlikte 14,5±8,8 mg O₂/L ve 20 m derinlikte 13,6±6,4 mg O₂/L olarak benzer miktarlarda hesaplanmışken, 30 m derinlikte 19,1±11,3 mg O₂/L olarak daha yüksek miktarda kaydedilmiştir (Tablo 2 ve 3).

Karakaya Baraj Gölü'nde ilk iki örnekleme noktasında yüzey suyunda sülfat ortalama 27,8±6,2 mg SO₄⁻²/L ve 5 m derinlikte ortalama 29,4±4,0 mg SO₄⁻²/L olarak kaydedilmiştir. Ortalama sülfat miktarları göl istasyonlarında yüzey suyunda 54,2±6,4 mg SO₄⁻²/L, 5 m derinlikte 45,9±5,4 mg SO₄⁻²/L, 10 derinlikte 44,6±7,6 mg SO₄⁻²/L, 20 m derinlikte 43,6±5,0 mg SO₄⁻²/L ve 30 m derinlikte 47,2±5,1 mg SO₄⁻²/L olarak hesaplanmıştır (Tablo 2 ve 3).

Tartışma

Baraj gölünün ekolojik olarak değerlendirilmesi sonucunda önemli bir kirlilik problemi bulunmamasına rağmen, özellikle yaz aylarında sulama amaçlı kullanımı ve baraj yatağındaki kum ocağı faaliyetleri nedeniyle baskı altında bulunduğu görülmüştür. Bu konuda ilgili kurumların gerekli tedbirleri alması önemlidir. Gün geçtikçe artan nüfus yoğunluğu gelecekte kirlilik tehdidi oluşturabilecektir. 12 aylık araştırma sonucunda su kalite parametrelerine ait bazı veriler yardımıyla, Karakaya Baraj Gölü'nün

su kalite sınıfları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde mevcut "kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri", "göller, göletler, bataklıklar ve baraj haznelerinin ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri" tablolarından yararlanılarak tespit edilmiştir (Anonim, 2004).

Karakaya Baraj Gölü'nde sıcaklığı 7.1-29,7 °C arasında değişmiştir. Sıcaklık yaz aylarında artmaya başlamış, en yüksek değer Temmuz ayında en düşük değer ise Ocak ayında kaydedilmiştir. Sıcaklık bakımından herhangi bir termal kirlenme söz konusu olmayıp, sadece mevsimsel olarak değişim göstermektedir. Ortalama su sıcaklığına göre Karakaya Baraj Gölü su kalitesi I. Sınıftır. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre su sıcaklığı I. sınıf kalitedeki sular alabalık yetiştiriciliği için uygun sulardır. Alabalık yetiştiriciliği yapılacak suların sıcaklığının 20°C'nin altında olması gerekir. Sıcaklık biyolojik aktivite hızını artıran, oksijen doygunluğunu azaltan önemli bir iklimsel faktördür. Özellikle yaz aylarında sıcaklığın artış göstermesi kafeslerde yetiştiriciliği yapılan alabalıkların yemlenmesi ve metabolik faaliyetleri üzerinde etkili olmaktadır. Ortamda organik kirlenmenin artmasıyla alg gelişimi hızlanır. Çalışma periyodunda yüzey suyunda Nisan-Eylül ayları arasında ve 5 m derinlikte Haziran-Ağustos ayları arasında 20 °C üzerine çıkan su sıcaklıkları, Karakaya Baraj Gölü'nde ilkbahar ortası-sonbahar başlangıcı arasındaki dönemlerde geleneksel kafes metotlarıyla gökkuşağı alabalık yetiştiriciliğinin riskli olduğu veya uygun olmadığını göstermektedir. Yüzey suyunda ve 5 m derinlikte yeterli düzeyde bulunan çözünmüş oksijenin 10 m derinlikten itibaren belirgin şekilde azalması ve 20 m derinlikte gökkuşağı alabalığı için riskli düzeylere gerilemesi derin kafeslerde yetiştiricilik olanaklarını da kısıtlamaktadır.

Yıllara göre değişecek olmakla birlikte, çalışma dönemi bulgularına göre Ekim-Mart ayları arasındaki dönemde baraj gölünün uygun

alanlarında kafeslerde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapılması uygundur.

Bir gölün pH'ı ölçülerek o gölün serbest karbondioksit miktarı, alkalik veya asidik olduğu saptanabilir. Suyun asitlik özelliğinin bir göstergesi olan pH, sudaki canlı yaşamını etkileyen önemli faktörlerdendir. Suyun yüksek pH değerleri göstermesi durumunda amonyak ve azot bileşiklerinin zararlı etkileri artar. Bu nedenle alabalık yetiştiriciliği yapılacak sularda pH değerinin 6,5-8,5 arasında olması gerekir (Çelikkale, 1994). Karakaya Baraj Gölü'nde elde edilen verilere göre istasyonlar, hafif bazik durumdadır. Bu durumun arazinin jeolojik yapısından kaynaklandığı düşünülebilir. Alkali suların verimliliği yüksek, asidik suların verimliliği ise düşüktür. istasyonlar hafif bazik özellikte olup, su kalitesi I. sınıftır. Karakaya Baraj Gölü'nün hafif alkali özellikte olmasından dolayı verimli olduğu ve sucul canlılar için uygun yaşama ortamı sağladığı sonucuna varılabilir.

Elektriksel iletkenlik jeolojik yapıya ve yağış miktarına bağlı olarak değişim gösterir, buna karşın sudaki besin tuzlarından etkilenmez (Temponeras vd., 2000). Bir suyun elektriksel iletkenliği suda bulunan tuzların veya çözünebilir maddelerin miktarlarının toplamıdır. Suyun elektriksel iletkenliği hem jeolojik etkenlere hem de dışarıdan gelen etkilere bağlıdır. İletkenlik, sıcaklık ve tuzluluk artışına paralel olarak artar. Araştırma alanında ortalama elektriksel iletkenlik $377 \pm 27 - 409 \pm 12$ $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında ölçülmüştür. Sularda kirlilik arttıkça elektriksel iletkenlik değeri 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ değerini aşmaktadır. Karakaya Baraj Gölü'nde ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri bu sınırların altında kalmaktadır. Su canlıları için kabul edilebilir elektriksel iletkenlik değeri 250-500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir. Bu durumda Karakaya Baraj Gölü, suda yaşayan canlılar için uygun elektriksel iletkenlik değerlerine sahiptir.

Klorür iyonlarının miktarı sağlıklı suların göstergesidir. Pek çok içme suyunda klorür miktarı 30 mg/L'yi geçmemektedir (Egemen ve Sunlu, 1996). Klorür doğal sularda 30 mg/L kadar olabilir. Karakaya Baraj Gölü'nde tüm istasyonlarda elde edilen klorür iyonu değerleri hem yüzeyde hem de diğer derinliklerde ortalama $16,0 \pm 2,6$ ile $20,6 \pm 1,7$ mg Cl/L arasındadır (tablo 2 ve 3). su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre suda klorür iyonu 25 m/L ise I. sınıf yüksek kaliteli su, 200 mg /L ise II. sınıf az kirlenmiş su, 400 mg /L ise III. sınıf kirli su ve >400 mg /L ise IV. sınıf çok kirlenmiş su sınıfına girmektedir. Buna göre, Karakaya Baraj Gölü klorür iyonu bakımından I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında yer almaktadır.

Tatlı sularda akuatik yaşam için çözünmüş oksijen miktarı 5 mg/L'nin altına düşmemelidir. Karakaya Baraj Gölü'nde tüm istasyonlarda elde edilen çözünmüş oksijen miktarı değerleri ortalama 6.5-9.0 mg/L arasında bulunmaktadır (Tablo 2 ve 3). Buna göre Karakaya Baraj Gölü çözünmüş oksijen miktarı açısından akuatik yaşam için uygundur diyebiliriz. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre sularda çözünmüş oksijen miktarı 8 mg/L ise I. Sınıf yüksek kaliteli su, 6 mg/L ise II. Sınıf az kirlenmiş su, 3 mg/L ise III. Sınıf kirli su ve <3 mg/L ise IV. Sınıf çok kirlenmiş su sınıfına girmektedir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre Karakaya Baraj Gölü I. ve II. Sınıf su kalitesindedir. Sudaki çözünmüş oksijen miktarı belli bir değer altına düştüğünde balıklarda boğulma nedeniyle ölümler başlamaktadır. Bu ölüm daha çok çözünmüş oksijen miktarı ihtiyaçları olan alabalıklarda önce olmaktadır. Alabalık yetiştiriciliğinde gerekli olan çözünmüş oksijen miktarı 6-7 mg/L olmalıdır (Egemen ve Sunlu, 1999; Edmondson, 1991). Karakaya Baraj Gölü, yüzey sularında elde edilen çözünmüş oksijen miktarı değerleri 6-7 mg/L üzerinde olması nedeniyle alabalık yetiştiriciliği için uygun olduğu

söylenbilir.

Araştırma alanında, tüm istasyonlarda elde edilen oksijen doygunluğu değerleri yüzeyde ortalama % 85.0-95.0 arasında bulunmuştur (Tablo 2 ve 3). Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre suda yüzde oksijen doygunluğu değerleri 90 ise I. sınıf yüksek kaliteli su, 70 ise II. sınıf az kirlenmiş su, 40 ise III. sınıf kirli su ve <40 ise IV. sınıf çok kirlenmiş su sınıfına girmektedir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre Karakaya Baraj Gölü'nde yüzeyde ölçülen oksijen doygunluğu değerleri I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında yer almaktadır. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre Karakaya Baraj Gölü'nde göl özelliği taşıyan istasyonlarda 20 m derinlikte ölçülen ortalama oksijen doygunluğu değerleri %61 ile II. Sınıf yani az kirlenmiş su sınıfında yer aldığı söylenebilir. Karakaya Baraj Gölü'nde bu durum dikkate alınarak kontrollü bir şekilde alabalık yetiştiriciliği yapılmalıdır.

Araştırma alanında, tüm istasyonlarda elde edilen toplam sertlik değerleri hem yüzeyde hem de diğer derinliklerde 162-176 mg/L arasında değişmektedir (Tablo 2 ve 3). İçme ve kullanma sularının sertliklerine göre sınıflandırılması birçok ülkede ayrı kabul edilen temel esaslara göre yapılmaktadır. Toplam sertlik mg/L biriminde CaCO₃ eşdeğeri bakımından sınıflandırıldığında 0- 50 arası yumuşak, 50-100 arası orta yumuşak, 100-150 arası az sert, 150-250 arası orta sert, 250-350 arası sert ve 350'den fazla çok sert su sınıfına girmektedir (Egemen ve Sunlu, 1999). Buna göre, Karakaya Baraj Gölü sularının "Orta Sert Su" sınıfına girdiği belirlenmiştir.

Karakaya Baraj Gölü'nde, tüm istasyonlarda elde edilen alkalinite değerleri hem yüzeyde hem de diğer derinliklerde 169-197 mg/L arasında değişmektedir (Tablo 2 ve 3). Alkalinitenin ideal aralığı 20-300 mg/L CaCO₃'tür (Boyd, 1995). Bu verilere göre baraj gölü normal sınırlar içinde yer almaktadır.

Sülfat iyonun doğal sulardaki ekolojik önemi çok çeşitlidir. Doğal sularda biyolojik ve-

rimin artması için ortamda sülfatın bulunması gereklidir. Sülfatın ortamda yeterince bulunmaması fitoplankton gelişimini engeller ve bitkilerin büyümesini yavaşlatır. Dolayısıyla da biyolojik verim düşer. Ayrıca, oksijensiz şartlarda sülfat iyonu, kükürtlü hidrojene indirgenirken sülfür bakterileri tarafından kemosentetik olaylarda kullanılmaktadır. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre sularda sülfat iyonu 200 mg/L'nin altında ise I. sınıf yüksek kaliteli su, 200 mg/L ise II. sınıf az kirlenmiş su, 400 mg/L ise III. sınıf kirli su ve >400mg/L ise IV. sınıf çok kirlenmiş su sınıfına girmektedir. Karakaya Baraj Gölü suları sülfat iyonu değerleri bakımından I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında bulunmaktadır.

OECD (1982) tarafından yapılan trofik durum sınıflandırmasına göre oligotrofik göller toplam fosfor bakımından ortalama <0,008 mg P/L ve toplam azot bakımından ortalama <0,661 mg N/L, mezotrofik göller ortalama <0,027 mg P/L ve ortalama <0,763 mg N/L, ötrofik göller ortalama <0,084 mg P/L ve ortalama <1,874 mg N/L içeriğe sahiptirler. Nürnberg (1996) ise bu sınırları oligotrofik göller için <0,010 mg P/L ve <0,250 mg N/L, mezotrofik göller için 0,010-0,030 mg P/L ve 0,350-0,650 mg N/L, ötrofik göller için 0,031-0,100 gm P/L ve 0,651-1,200 mg N/L olarak ifade etmiştir. Fosfat miktarı 0,3 mg/L'den yüksek ise kirlenmeden söz edilebilir. Buna göre Karakaya Baraj Gölü sularında fosfat değerlerinin standartlar içinde kaldığı söylenebilir.

İnorganik azot ve azot bileşikleri sularda çözünmüş gaz halinde, çözünmüş veya asılı organik bileşik ve mineral şeklinde bulunabilir. Oligotrofik sularda azot miktarı düşük, ötrofik sularda ise oldukça yüksektir. Nitrat azotu algal büyümeyi sınırlayabilen veya arttırabilen önemli bir faktördür. Temiz sularda nitrat çok az miktarda bulunur. Çevresel şartların etkisi altında, özellikle sel zamanı ve

organik kirlenme nitratı önemli ölçüde arttırabilmektedir (Tanyolaç, 2006). Fitoplanktonun yoğun bir şekilde gelişmesi için vazgeçilmez bir element olan nitrat azotunun sulardaki normal değerleri 1-10 mg/L'dir. Temiz sularda amonyum bileşikleri çok düşük düzeylerde bulunmaktadır. Genellikle 1 mg/L veya daha az olması gerekir. Amonyum, birçok alg ve yüksek bitkiler tarafından direkt olarak alınabilir. Sucul canlıların atık maddesi olup, tekrar organizmalar tarafından absorblanır. Bol oksijenli sularda amonyum iyonuna çok az miktarda rastlanır (Cirik ve Cirik, 1999).

Ortalama 0,532-0,758 mg N/L ve ortalama 0,579 mg N/L olarak belirlenmiş olan Karakaya Baraj Gölü toplam azot içeriği bakımından oligotrofik-mezotrofik aralıkta belirlenmiştir (OECD, 1982). Bu durum baraj gölünün trofik durumu bakımından mezotrofik sınıfta yer aldığını düşündürmektedir.

Bu çalışmada elde edilen fizikokimyasal parametrelere ait veriler Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde bildirilen kıta içi su kalite standartlarına göre değerlendirildiğinde, genel olarak Karakaya Baraj Gölü sularının I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında yer aldığı sonucuna varılabilmektedir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde I. sınıfa dahil olan suların yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini, rekreasyonel amaçlar, alabalık üretimi, hayvan üretimi, çiftlik ihtiyacı ve diğer amaçlar için uygun olduğu bildirilmektedir. Karakaya Baraj Gölü'nde bu durum dikkate alınarak gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin yapılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir. Folke ve Kausky (1989), kafeslerde yoğun olarak balık yetiştiriciliğinin küresel, bölgesel ve yerel olarak bazı önemli çevresel etkilere sahip olduğunu bildirmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde son yıllarda birçok ülkede, çevresel kaygılarla ve sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla oldukça sıkı ve düzenleyici kurallar uygulanmaya başlanmıştır.

Su ürünleri yetiştiriciliği ile ilgili faaliyetler ekonomik olduğu kadar, çevre dostu da olmalıdır. Bu yeni yaklaşım, çevresel dengenin korunması açısından büyük önem taşımaktadır. Karakaya Baraj Gölü'nde özellikle nehir olan bölgede yoğun olarak kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği söz konusudur. Bu nedenle, iyi bir su kalitesine sahip olan ve hennüz önemli bir kirlilik problemi bulunmayan Karakaya Baraj Gölü'nde, tatlı su ekosistemlerinin korunması, akılcı kullanılması ve sürdürülebilir gelişmenin sağlanabilmesi için kafeslerde gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliğinden kaynaklanabilecek olan olası çevresel etkilerin daha detaylı olarak izleme çalışmalarının devam ettirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Kaynaklar

- Alaş, A. 1998. Kayaboğazı (Tavşanlı-Kütahya) Baraj Gölünde Yaşayan *Leuciscus cephalus* L.1758 ve *Tinca tinca* (L.,1758)'nin Biyo-Ekolojisi Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 1992. Türkiye'deki Barajlar ve Hidroelektrik Santraller, DSİ, Ankara.
- Anonim, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. 25687 Sayılı Resmi Gazete, 31.12.2004, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, 2010. Avcılık Verileri G.T.H.B, İl Müdürlüğü, Elazığ.
- Anonim, 2015. Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği 15 Nisan 2015 tarih 29327 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- APHA, AWWA, WEF, 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th edition. American Public Health Association, Washington DC.
- Boyd, C. E. 1995. Bottom Soils, Sediment and Pond Aquaculture", Chapman & Hall, New York, USA.
- Cirik, S. ve Cirik, Ş. 1999. Limnoloji. III. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 21, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir
- Çelikkale, M. S. 1994. İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği. Cilt 1, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Yayınları, Trabzon.
- Edmonson, J. 1991. Environment And Fish Health Water Quality for Aquaculture. Training Course On Disease Diagnosis And Prevention, Bodrum, November 17-30 1991.FAO Corporate Document Repository, Fisheries Department, 32 p.
- Egemen, Ö. ve Sunlu, U. 1996. Su Kalitesi. 2. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Egemen, Ö. ve Sunlu, U. 1999. Su Kalitesi, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fak., Baskı, Bornova, İzmir, pp: 153.
- Folke, C. ve Kautsky, N. 1989. The Role of Ecosystem For a Sustainable Development of Aquaculture. *Ambio* 18 (4): 234-243
- Gül, A. 1994. Kapulukaya Baraj Gölü'nde Yaşayan *Stizostedion lucioperce* (L., 1758) ve *Leuciscus cephalus* (L.,1758)'un Biyo-Ekolojileri Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Küçükylmaz, M., Karakaya, G., Alpaslan, K., Özbey N. ve Akgün, H. 2016, Balıklıgöl'ün bazı fiziko-kimyasal Su Kalite Parametrelerinin Mevsimsel olarak incelenmesi, Yunus Araştırma Bülteni, 2016 (2): s.91-99. Trabzon.
- Nürnberg, G. K. 1996. Trophic state of clear and colored, soft and hardwater lakes with special consideration of nutrients, anoxia, phytoplankton and fish. *J. Lake and Reservoir Management*. 12: 432-447.
- OECD, 1982. Eutrophication of waters. Monitoring, Assessment and Control. OECD, Paris.
- Şen, B. ve Koçer, M. A. T. 2003. Su Kalitesi İzleme. XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 2-5 Eylül 2003, Elazığ. Pp.567-572.
- Tanyolaç, J. 2006. Limnoloji (Tatlısu Bilimi). Hatiboğlu Yayıncılık, Ankara.
- Taş, B. 2011. Gaga Gölü (Ordu, Türkiye) Su Kalitesinin İncelenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*. 3: 43-61.
- Temponeras, M., Kristiansen, J. ve Moustaka-Gouni, M. 2000 Seasonal Variation in Phytoplankton Composition and Physical Chemical Features of the Shallow Lake Doirani, Macedonia, Greece. *Hydrobiologia* 424, 109-122.
- URL-1. https://tr.wikipedia.org/wiki/Karakaya_Baraj%C4%B1_ve_Hidroelektrik_Santrali (erişim tarihi: 02.02.2012)
- Yılmaz, F. 1997. Porsuk Baraj Gölü'nde Yaşayan *Cyprinus carpio* L.1758 ve *Tinca tinca* (L.,1758)'nin Biyo-Ekolojisi Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, F. 2004. Mumcular Barajı (Muğla-Bodrum)' nın Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Ekoloji* 13 (50), 10-17.