

# Gaga Gölü (Ordu, Türkiye) Su Kalitesinin İncelenmesi

Beyhan TAŞ\*

\* Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ordu, TÜRKİYE

Sorumlu yazar: [beyhantass@gmail.com](mailto:beyhantass@gmail.com)

## Özet

Gaga Gölü, Orta Karadeniz Bölgesi'nde (Ordu) Bolaman Çayı Havzası'nda yer alır. Heyelan enkazına su dolması sonucu oluşan göl, Karadeniz Bölgesi'ndeki heyelan setti göllerinden farklıdır. Bu çalışmada, Gaga Gölü yüzey suyunun bazı fiziko-kimyasal özellikleri Şubat 2005-Ocak 2006'da mevsimsel olarak incelenmiş ve su kalitesi yönünden değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları kıta içi su kaynakları kalite kriterlerine göre (SKKY) ve içme ve kullanma suları standartlarıyla (EC, WHO, EPA, TS 266) karşılaştırıldığında genel olarak I. kalite olduğu tespit edilmiştir. Ötrofikasyon sınır değerleri aşılmamıştır. Göl suyu balık yetiştiriciliği açısından da değerlendirilmiş ve uygun bir ortam olduğu görülmüştür. Önemli bir tatlı su rezervi olan ve biyolojik çeşitlilik bakımından zengin olan Gaga Gölü rekreasyonel ve ekoturizm kapsamında değerlendirilebilir birçok özelliğe sahiptir.

**Anahtar Sözcükler:** Gaga Gölü, Tatlı Su, Fiziko-Kimyasal Özellik, Su Kalitesi, Su Kalitesi Standartları

## Investigation of Water Quality of Lake Gaga (Ordu, Turkey)

### Abstract

Lake Gaga is located on Bolaman River Basin in the Middle Black Sea (Ordu). The lake has been occurred with gathering water in a hollow resulting from landslide. It is different from landslip lakes in the Black Sea Region. In this study, some physico-chemical features in the surface water in Lake Gaga have been investigated between February 2005 and January 2006. In addition, the lake has been evaluated according to water quality criteria. When analyses results compared with according to Water Pollution Control Regulation (WPCR) and Drinking and Usage Water Standards (EC, WHO, EPA, TS 266), the lake water was determined to be at first level. Eutrophication limit value has not been exceeded during the study. Also, the lake water has been evaluated regarding aquaculture. Lake Gaga, becoming quite rich with regard to an important freshwater reservoir and biologic diversity have a lot of characteristics as to recreation and ecotourism potential.

**Key Words:** Lake Gaga, Freshwater, Physico-Chemical Features, Water Quality, Water Standards

## **Giriş**

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. Bunlar içinde en yaygın ekolojik problem insan kaynaklı ötrofikasyondur. Dünya genelinde, azot ve fosforun aşırı şekilde girişiyle meydana gelen göl ötrofikasyonu, su kalitesinin kötüleşmesine ve biyoçeşitliliğin önemli ölçüde azalmasına neden olmaktadır (Kristensen ve Hansen, 1994; Dodson ve ark., 2000). Göllerde nutrientlerin birikmesi de su kalitesi için ciddi bir tehdit olarak görülmektedir (Beklioğlu ve ark., 2003).

Avrupa Topluluğu tarafından kabul edilen "Su Çerçeve Direktifi" (Water Framework Directive=WFD) doğrultusunda Avrupa'daki sucul ekosistemler ve bunlara bağlı diğer ekosistemlerin ekolojik olarak iyi duruma gelmesini sağlamak amacıyla çalışmalar yürütülmektedir (WFD, 2000). Türkiye'de ise Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) su kalitesi yönetimine ilişkin kapsamlı düzenlemeler getirmiştir (SKKY, 2008). Bu yönetmelikte, su kaynaklarının ekosistem prensibi çerçevesinde kalitesinin korunması ve ülke gereksinimleri doğrultusunda su kalitesinin geliştirilmesi hedeflenmiş, içme ve kullanma suyu, yüzey suları ve yeraltı sularının kalite sınıflandırması yapılmıştır. Türkiye'de tatlı su havzalarının çoğu koruma altında olmayıp evsel, endüstriyel ve tarımsal kirlilik kaynaklarının alıcı ortamları şeklindedir. WFD (2000) ve SKKY (2008)'nin hedefleri doğrultusunda tatlı su kaynaklarımızın özelliklerinin, kalite sınıflarının belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekir.

Son yıllarda Türkiye'de yapılan bilimsel araştırmalarda lentik ve lotik sistemlerin su kalitesini belirlemeye yönelik çalışmaların sayısı oldukça artmıştır (Barlas, 1995; Kazancı ve ark., 1999; Kazancı ve Dügel, 2000; Dügel ve Kazancı, 2004; Kalyoncu ve ark., 2004; Kazancı ve ark., 2004; Tepe ve Mutlu, 2004; Tepe ve ark., 2004; Başaran-Kaymakçı ve Egemen, 2006; Kalyoncu, 2006; Taş, 2006; Tepe ve ark., 2006; Demir ve ark., 2007; Kalyoncu ve ark., 2008; Ünlü ve ark., 2008; Tepe, 2009; Taş ve ark., 2010). Bu çalışmada, Bolaman Çayı Havzası'nda bulunan Gaga Gölü'nün bazı fiziko-kimyasal özellikleri incelenerek su kalitesi belirlenmeye çalışılmıştır. Analiz sonuçları SKKY'ye göre değerlendirilmiş (Tablo 1); göller, göletler, bataklıklar ve baraj hazneleri için

verilen ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri (SKKY, 2008) ve içme suyu kalite kriterleri (EC, 1998; TS 266, 2005; WHO, 2008; EPA, 2009) ile karşılaştırılmıştır (Tablo 2). Ayrıca, göl suyunun balık yaşamı açısından uygunluğu tartışılmıştır.

**Tablo 1. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre bazı kalite kriterleri (SKKY, 2008)**

Su kalite parametreleri	Su kalite sınıfları			
	I	II	III	IV
Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
Çözünmüş oksijen (mg O <sub>2</sub> /L)	8	6	3	< 3
Amonyum azotu (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N/L)	0.2	1	2	> 2
Nitrit azotu (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N/L)	0.002	0.01	0.05	> 0.05
Nitrat azotu (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/L)	5	10	20	> 20
Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65
Sülfat iyonu (mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> /L)	200	200	400	> 400
Klorür iyonu (mg Cl/L)	25	200	400	>400
Demir (µg Fe/L)	300	1000	5000	> 5000

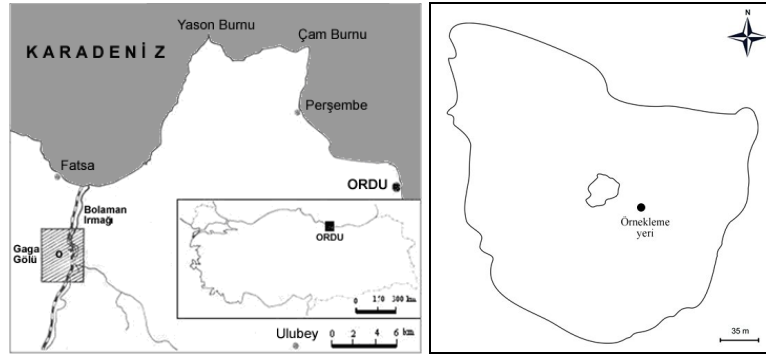
**Tablo 2. İçme suyu standartlarında bazı parametrelerin en çok tavsiye edilen değerleri**

Parametreler	EC (1998)	TS 266 (2005)	WHO (2008)	EPA (2009)
pH	6.5-9.5	6.5-9.5	6.5-8.0	6.5-8.5
Sıcaklık (°C)	-	25	-	-
Amonyum (mg/L)	1.5	0.50	1.50	-
Nitrat (mg/L)	50	50	50	10
Sülfat (mg/L)	250	250	250	250
Klorür (mg/L)	250	250	250	250
Demir (µg/L)	200	200	300	300
Kalsiyum (mg/L)	-	200	300	-
Magnezyum (mg/L)	-	150	-	-
Potasyum (mg/L)	-	12	-	-
Sertlik (CaCO <sub>3</sub> ) (mg/L)	-	-	-	-

## Materyal ve Metot

### Araştırma Alanı

Gaga Gölü, Orta Karadeniz Bölgesi'nde, Ordu ili Fatsa ilçe merkezinin 10 km güneydoğusundadır (Şekil 1). Göl, tipik bir hidrografik havza özelliğindeki 1563 km<sup>2</sup>'lik alana sahip olan Bolaman Çayı'nın batısında yer alır (Özdemir, 2006). Göl, 40°58.407'N-37°30.262'E koordinatlarında, 67 m rakımda, 69320 m<sup>2</sup> büyüklüğünde, ortalama derinliği 15 m, çanağının boyutu 200 x 250 m olan küçük bir göldür.



Şekil 1. Gaga Gölü ve çevresinin lokasyon haritası

Göl, tarihi kesin olarak belli olmayan bir heyelan sonrasında oluşmuştur. Bolaman Çayı ile batısındaki Yassıtaş mevki arasında, yaklaşık 6 km<sup>2</sup>'lik bir alanı etkileyen heyelan sonucu, yapıyı oluşturan üst kretase flişleri (kalker, kumtaşı, marn, kil, aglomera, tüfit) 25° civarında eğimli olduğu kuzeydoğu yönünden kayarak, çok arızalı, girintili-çukuntılı bir yüzey oluşturmuştur. Göl, heyelan enkazının oluşturduğu çukurluğun sularla dolması sonucunda oluşmuştur. Oluşum şekliyle Gaga Gölü, Karadeniz Bölgesi'nde örnekleri görülen tipik heyelan setti göllerinden farklıdır (Akkan ve Gürgen, 1993). Gölün girişi ve çıkışı yoktur, yağışlarla ve yeraltı kaynak suları ile beslenmektedir. Gölün açılan bir kanal vasıtasıyla fazla su tahliye edilmektedir. Gaga Gölü, yağışlı sezonlarda taşmakta, kurak sezonlarda ise su seviyesi azalmaktadır.

Bolaman Çayı Havzası'nda, mevsimlere düzenli dağılım gösteren yağışlarla, en düşük sıcaklık ortalaması 5 - 6 °C, en yüksek sıcaklık ortalaması da 20 - 22 °C dolayında olan, orta kuşak iklimlerinden ozeanik orta kuşak iklim (Britanya iklimi) özellikleri görülmektedir. Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre araştırma alanı ikinci

dereceden nemli, ikinci dereceden mezotermal, su noksanı olmayan ve denizel şartların kuvvetle etkisinde kalan iklim tipine girer. Yağışların mevsimlere göre dağılışının düzenli olduğu araştırma alanında yıllık kaydedilen en yüksek yağış 1123 mm'dir (Özdemir, 2006).

Gaga Gölü'nde aynalı sazan (*Cyprinus carpio*) yaşamaktadır. Kuş göç yolu üzerinde bulunan Gaga Gölü ve sulak alanı göçmen kuşların belli süre konaklama, barınma, beslenme ve üreme alanıdır. Göl kıyısı yoğun olarak *Phragmites australis* ile kaplıdır. Belli lokalitelerde *Carex pseudocyparis*, *Iris pseudacorus*, *Lythrum salicaria*, *Mentha aquatica*, *Sparganium erectum* gibi emers bitkiler, *Potamogeton perfoliatus* gibi submers bitkiler, yüzen yapraklı bitkilerden ise *Nuphar lutea* bulunmaktadır.

Gaga Gölü'nün su kalitesini belirlemek için Şubat 2005 - Ocak 2006 tarihlerinde periyodik olarak her ay gölü en iyi temsil edecek olan orta bölgesinde belirlenen istasyondan epilimniyondan (0 - 30 cm) örnekleme yapılmıştır. Sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, (Eutech Instruments CyberScan Waterproof Series DO 100 ve PC 300 multiparametre cihazı), toplam sertlik (Merckoquant total hardness) ve ışık geçirgenliği (Secchi diski) yerinde tayin edilmiştir. Diğer analizler için (amonyum, nitrit, nitrat, fosfor, sülfat, sülfid, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir) kavanozlara alınan numuneler hava ile teması kesilecek şekilde tam doldurularak analizi hemen gerçekleştirmek üzere Ordu İl Özel İdaresi Su Analiz Laboratuvarına getirilmiştir. Parametrelerin analizi kitler yardımıyla (Merck Spectroquant) spektrofotometrik yöntemle (Merck Vega 400 Spectroquant) yapılmıştır.

### **Sonuçlar ve Tartışma**

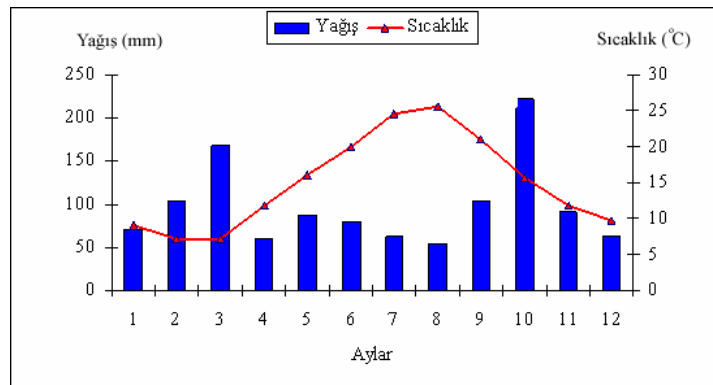
Gaga Gölü'nde Şubat 2005 - Ocak 2006 tarihlerinde yüzeysel su örneklerinde yapılan fiziko-kimyasal parametrelerin analiz sonuçları Tablo 3'de mevsimsel olarak verilmiştir. Analiz sonuçları, SSKY (2008)'deki kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri, göllerin ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri ve içme suyu standartları ile karşılaştırılmıştır. İçme suyu standartlarında sınıf 2 (kaynak suları dışındaki insani tüketim amaçlı sular) tip 2 (içme ve kullanma suları) değerleri dikkate alınmıştır (TS 266, 2005).

Tablo 3. Bazı fiziko-kimyasal parametrelerin mevsimsel değişimi

Parametre	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama
Sıcaklık (°C)	9.40	22.10	22.80	11.50	16.45
pH	8.28	7.75	8.49	8.60	8.28
Çözünmüş oksijen (mg/L)	10.26	8.26	9.46	11.70	9.92
Amonyak-N (mg/L)	0.17	0.08	0.05	0.14	0.11
Amonyum-N (mg/L)	0.16	0.07	0.05	0.13	0.10
Nitrit-N (mg/L)	0.04	0.06	0.00	0.02	0.03
Nitrat-N (mg/L)	2.11	1.06	0.08	0.12	0.84
Toplam fosfor (mg/L)	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02
Sülfat (mg/L)	4.00	4.00	8.00	1.00	4.25
Sülfid (mg/L)	1.60	16.00	23.00	0.00	10.15
Klorür (mg/L)	nd	1.00	nd	nd	1.00
Toplam sertlik (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	528.7	592.5	530.2	511.2	540.7
Toplam sertlik (°dH)	29.61	33.18	29.68	28.63	30.28
Potasyum (mg/L)	2.10	2.70	2.40	2.70	2.48
Kalsiyum (mg/L)	47.58	52.78	51.42	41.35	48.28
Magnezyum (mg/L)	8.18	7.23	7.85	8.85	8.03
Demir (mg/L)	0.08	0.06	0.02	0.59	0.19
Secchi diski derinliği (m)	5.20	3.20	4.40	4.80	4.40

nd: Analiz limitlerin altında

Her mevsim yağış alan yörenin sıcaklık - yağış grafiği Şekil 2’de gösterilmiştir. Araştırma süresince göl suyunun kendine has kokusunda ve tadında fark edilebilir bir değişiklik gözlenmemiştir.

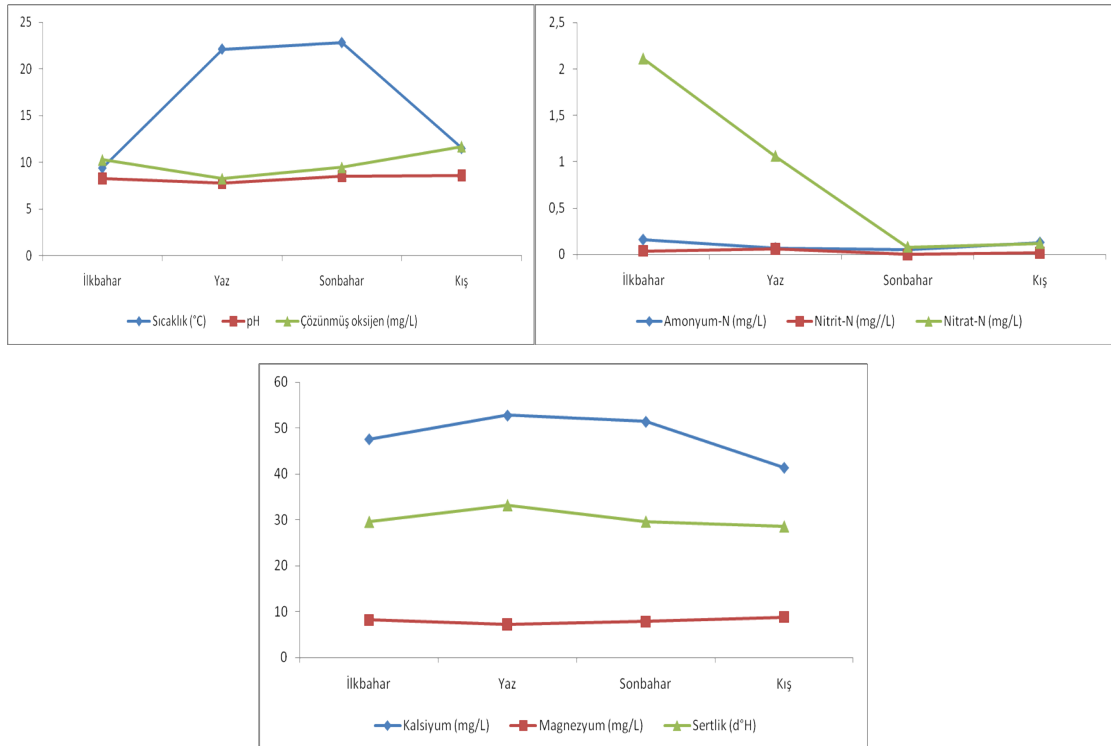


Şekil 2. Ordu ili sıcaklık-yağış grafiği

İlkbahar / Spring 2011

Yıl / Year: 2 Cilt / Volume: 1 Sayı / Number: 3

Su sıcaklığı, suyun viskozitesini ve yoğunluğunu değiştirmesi, su ortamında meydana gelen biyokimyasal reaksiyonların hızını ve gazların çözünürlüğünü etkilemesi bakımından sucul yaşam için çok önemli bir parametredir. Sucul organizmaların üreme, beslenme ve metabolik faaliyetlerini de etkiler. Örneğin sazan, euriterm olduğu halde, ancak belirli sıcaklıklardan sonra beslenmeye (8 - 10 °C) ve üremeye (15 °C) başlamaktadır (Nikolsky, 1963). Gaga Gölü'nde ortalama su sıcaklığı 16.45 °C olarak ölçülmüştür. SKKY'ye göre gölün su kalitesi I. sınıftır. Mevsimsel olarak çok büyük bir sapma göstermemiştir (Şekil 3). Bunda en önemli etken gölün bulunduğu bölgenin sahip olduğu iklimsel özelliğidir. Karadeniz Bölgesi'nin Orta ve Doğu Karadeniz Bölümü'nde yer alan Uzungöl (Verap ve ark., 2002), Derbent Baraj Gölü (Taş, 2006) ve Ulugöl'de (Taş ve ark., 2010) de benzer durum kaydedilmiştir. Batı Karadeniz Bölgesi ve Sakarya Nehri Havzası'nda yer alan 13 gölde yaz aylarında yapılan araştırmada su sıcaklığı 20.4 - 31.5 °C aralıklarında kaydedilmiştir (Özbek ve Sarı, 2007). Gaga Gölü, sıcaklık parametresi bakımından balık üretimi için uygun bir ortamdır. Avrupa'da sazanın büyümesine uygun dönem 3 - 4 ay iken, Türkiye'de Karadeniz'de 6 ay, Ege ve Akdeniz bölgesinde ise 7 - 8 aydan fazladır. Bu nedenle, Türkiye'de sazan üretimi için çok uygun koşullar vardır (Atay ve Çelikkale, 1994).



Şekil 3. Bazı parametrelerin mevsimsel değişim seviyeleri

Sudaki canlı yaşamını etkileyen önemli faktörlerden biri pH'dır. Birçok balık türü pH 6.5 - 8.5 aralığında olan sularda iyi gelişim gösterir (Arrignon, 1976; Dauba, 1981). Gaga Gölü'nün ortalama pH değeri 8.28 olup bazik özellik taşımaktadır. Bu değere göre su kalitesi I. sınıftır. Göller, göletler, bataklıklar ve baraj haznelerinin ötrofikasyon kontrolü için verilen sınır değerleri de aşılmamıştır. pH içme suyu standartları ile karşılaştırıldığında uygun aralıklar arasında yer aldığı görülmektedir (Tablo 3). Balık üretimi için de uygun bir ortamdır. Karadeniz Bölgesi'nde yapılan araştırmalarda göllerin genelde bazik karakterde olduğu görülmektedir (Verep ve ark., 2002; Taş, 2006; Özbek ve Sarı, 2007; Taş ve ark., 2010).

Çözünmüş oksijen (ÇO) konsantrasyonu suyun kirlenme derecesini, sudaki organik madde konsantrasyonunu ve suyun kendi kendini ne derece temizleyebileceğini ifade eder (Ünlü ve ark., 2008). Sucul canlılar için yaşamsal önemi olan ÇO değeri, sıcaklığın yanında bitkilerin fotosentez hızına ve göllerin trofik düzeyine bağlı olarak farklılık gösterir (Akbulut ve Yıldız, 2001). Araştırılan bölgede yaz ve sonbahar ayları sıcak geçtiği için (Şekil 2) su sıcaklığı bu sezonlarda artış göstermiş, bununla ilişkili olarak çözünmüş oksijen değerinde de azalma kaydedilmiştir (Şekil 3). Balık yetiştirilen suların oksijenle doymuş olması arzulanır. Bremond ve Vuichard (1973) sazangillerin yaşamını sürdürebilmesi için gereken en düşük Ç.O. miktarının 5.0 mg/L olması gerektiğini belirtmiştir. Alabalıklar için suyun oksijeninin en az 7 mg/L olması gerekir (Özdemir, 1994). Gaga Gölü'nde Ç.O. değeri ortalama 9.92 mg/L'dir. Göl, ötrofikasyon sınır değerlerinin (7.5 - 5.0 mg/L) üzerinde Ç.O. seviyesine sahiptir. Gölün hidrofitlerce zengin olması suyun oksijenlenmesine katkı sağlamıştır. Göl suyu, Ç.O. içeriği bakımından balık yetiştiriciliği için uygundur. Ç.O. Uzungöl'de 3.72 - 13.13 mg/L (Verep ve ark., 2002), Batı Karadeniz Bölgesi göllerinde 5.1 - 10.3 mg/L (Özbek ve Sarı, 2007), Ulugöl'de 8.4 - 11.3 mg/L ölçülmüştür (Taş ve ark., 2010).

Doğal sularda en yaygın olarak bulunan azotlu bileşikler nitrit, nitrat, amonyum ve organik azottur. Bu bileşikler ölçülerek suyun kalitesi hakkında karar verilebilmektedir. Bu azotlu maddelerin kaynağı yağmur suyu ile taşınan atmosferik azot, toprak yapısında bulunan nitrat tuzları olabildiği gibi, tarımsal faaliyetler sırasında topraktan yıkanan, evsel ve endüstriyel atıklardan suya karışan bileşikler de olabilir. Ayrıca azot bağlayan mavi-yeşil alg ve bitkiler tarafından atmosferik azotun bağlanması da söz konusudur.



Su ortamına karışan azot bileşikleri birincil üretimi teşvik ederek ötrofikasyona neden olabilir. Ancak ötrofikasyonun asıl kaynağı fosforlu bileşiklerdir (Henry ve ark., 1984). Amonyum iyonu suda yaşayan organizmalar için önemli ölçüde toksik değildir. Ancak yüksek pH ve sıcaklığa bağlı olarak amonyum amonyağa dönüşerek su ortamı içindeki balık yaşamı ve diğer canlılar için toksik hale gelebilmektedir (Ünlü ve ark., 2008). Temiz ve bol oksijenli sularda amonyum bileşikleri çok düşük düzeylerde bulunmaktadır. Sucul canlıların atık maddesi olup tekrar organizmalar tarafından absorblanır (Cirik ve Cirik, 1999). Amonyum iyonları birçok alg ve yüksek bitkiler tarafından doğrudan alınabilir. Amonyum, alg büyümesini hızlandırmasının yanında suda oksijen tüketimini artırması ile sucul ortamı etkilemektedir (Haralambous ve ark., 1992). Gaga Gölü'nde ortalama 0.10 mg/L  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  ölçülmüştür. SKKY (2008) ve Klee (1991)'nin su kalitesi değerlendirmesine göre Gaga Gölü su kalitesi I. sınıftır. İçme suyu standartları ile karşılaştırıldığında uygun aralıklar arasında yer alır. İçme suyu kaynaklarında amonyumun 0.2 - 1.5 mg/L'den yüksek olması insan sağlığı açısından olumsuz etki yapmaktadır (Tepe ve ark., 2006). Ülkemizde balık yaşayan sularda amonyum için tolerans sınırı 0.10 mg/L'dir (Ünlü ve ark., 2008). Ulugöl'de ortalama amonyum azotu 0.343 mg/L kaydedilmiştir (Taş ve ark., 2010).

Uzun süredir bilindiği gibi, amonyum bileşikleri belli şartlar altında balıklar için zehir etkisi gösterir. pH nötr noktasına ne kadar yaklaşırsa amonyak oranı o derece azalır, amonyum oranı da o derece artar. pH alkali yönde ne kadar artarsa amonyağın zehir etkisi de o derece fazlalaşır. Amonyak, hayvansal atıklardan oluşan en temel azotlu atık üründür. Aynı zamanda azotlu organik maddelerin ayrışması sonucu da açığa çıkar (Tomasso, 1994). Suda amonyak birikimi sucul organizmalara toksik etki gösterir. Amonyak, yaklaşık 0.2 mg/L gibi düşük derişimlerde balık ve diğer sucul yaşama toksiktir (Haralambous ve ark., 1992). Yüzey sularında mikrobiyolojik faaliyetler sonucu amonyak bulunmakla birlikte, sudaki amonyak bazen kirliliğin göstergesi de olabilir. Nisbet ve Verneaux (1970)'ya göre amonyak azotu 1 mg/L'den yüksek olan sular ciddi boyutta kirli olarak değerlendirilmektedir. Gaga Gölü yüzey suyunda  $\text{NH}_3\text{-N}$  ortalama olarak 0.11 mg/L olarak tespit edilmiştir. Ulugöl'de de benzer değerler kaydedilmiştir (Taş ve ark., 2010). Göl çevresinde evsel ve endüstriyel bir kirlilik kaynağı yoktur. Bu nedenle göl üzerinde bir kirlilik baskısı söz konusu değildir.

Nitrit, azot döngüsünün ara ürünüdür, ortamda birikmez, hemen nitrata dönüşür. Nitrit de nitrat gibi plankton gelişimine katkıda bulunurlar. Nisbet ve Verneaux (1970) sudaki nitrit miktarının 1 mg/L'yi geçmesi halinde kirlenmenin başlamış olduğunu ileri sürmektedir. Araştırma alanında  $\text{NO}_2^-$ -N sonbaharda eser olarak bulunmuş, ortalama olarak 0.03 mg/L olarak kaydedilmiştir. Benzer durum Ulugöl'de de kaydedilmiş ve 0.014 mg/L  $\text{NO}_2^-$ -N ölçülmüştür (Taş ve ark., 2010). Bu parametre bakımından Gaga Gölü SKKY (2008) ve Klee (1991)'ye göre II. sınıftır. Bu ortalama değer sucül organizmalar için toksik alt değer (0.3 mg/L) çok altındadır. Nitritin çoğunlukla doğal sulara konsantrasyonu düşüktür, fakat organik pollusyonun ve oksijenin düşük olduğu yerlerde yüksek konsantrasyonlara ulaşabilmektedir (Egemen, 2006). Göl suyu balık yetiştiriciliği için uygun değeri taşımaktadır. İçme suyunda nitritin hiç olmaması gerekir.

Nitrat, oksijence zengin sulara çok yaygın olup, algal büyümeyi sınırlayabilen veya arttırabilen önemli bir mineraldir. Yüzeysel sularında nitrat miktarı genellikle düşüktür. Oligotrofik sulara azot miktarı düşük, ötrofik sulara ise oldukça yüksektir. Gaga Gölü'nde ortalama 0.93 mg/L  $\text{NO}_3^-$ -N tespit edilmiştir. Bu parametreye göre, Gaga Gölü'nün su kalitesi I. sınıftır. Klee (1991)'ye göre de göl suyu su kalitesi I. sınıftır. Gaga Gölü'nde nitrat miktarı içme suyu kalite standartlarında tavsiye edilen değerlerin (Tablo 2) altındadır (3.65 mg/L). Nitratın toksisitesi düşük olmakla birlikte, sudaki konsantrasyon miktarının 80 mg/L'nin üzerine çıkması halinde sazanlar için toksik etki yaratmaktadır (Svobodá ve ark., 1993). Gaga Gölü'nde halen mevcut olan sazan türü için ekolojik şartlar uygundur. Ulugöl'de nitrat miktarı Gaga Gölü'nden daha az kaydedilmiştir (Taş ve ark., 2010).

Fosfor, doğal suların verimliliğini etkileyen besleyici minerallerin en önemlisidir. Özellikle ototrof ve heterotrof organizmaların büyümelerinde sınırlayıcı etki gösterir. Doğal sulara toplam fosfor yoğunluğu; havzanın morfometresine, bölgenin jeolojik yapısının kimyasal içeriğine, suya karışan organik madde ve evsel atık özellikle deterjan olup olmadığına ve sudaki organik metabolizmaya bağlıdır. Göllerde ve akarsularda çözülmüş inorganik fosfat, çözülmüş organik fosfat ve organik partiküler fosfat şeklinde bulunur. Çözülmüş inorganik fosfat fotoototrof üreticiler tarafından alınır, organik olarak bağlanır ve besin zincirine katılır (Schwörbel, 1987). Fosfor su ortamında meydana gelen ötrofikasyonun da en temel elementidir (Harper, 1992).

Kirlenmemiş doğal sularda oldukça küçük miktarlarda bulunur ve göllerin verimliliğini belirler (Tepe ve Boyd, 2003). Çoğu göllerde ortalama toplam fosfor içeriğinin 0.010 ile 0.030 arasında değiştiği bildirilmiştir (Tanyolaç, 2004). Nisbet ve Verneaux (1970) fosfat içeriğinin 0.15 - 0.30 mg/L olan sularda produktivitenin yüksek olduğunu ancak bu değer 0.30 mg/L'yi aşması halinde suyun kirlenmiş sayılacağını belirtmektedir. Fosfat içeriğinin 0.50 mg/L'yi aşması halinde ise aşırı kirlenme ve ötrofikasyon söz konusudur. Thoman ve Mueller (1987)'e göre toplam fosfor 10 µg/L'den küçük ise göl oligotrofik, 10 - 20 µg/L ise mezotrofik, 20 µg/L'den büyük ise ötrofiktir. Gaga Gölü'nde ortalama toplam fosfor 0.02 mg/L'dir (20 µg/L). Bu değere göre Gaga Gölü mezotrofik özellik göstermektedir. SKKY'ye göre I. sınıf su kalitesi özelliği taşımakta, ötrofikasyon sınır değerlerini (0.005 - 1.0 mg/L) de aşmamaktadır (SKKY, 2008). Ulugöl'de ortalama fosfor miktarı 0.010 mg/L kaydedilmiştir (Taş ve ark., 2010).

Organik maddelerdeki sülfür çoğunlukla proteinde bulunur. Aerobik şartlarda sülfür sülfata okside olur ve zararlı form olan hidrojen sülfüre dönüşmez. Sülfat değeri doğal sularda 5 - 100 mg/L arasında değişim gösterir (Tepe ve ark., 2006). Gaga Gölü'nde ortalama 4.33 mg/L sülfat ( $SO_4^{2-}$ ) ölçülmüştür ve SKKY'ye göre su kalitesi I. sınıftır.  $SO_4^{2-}$  değeri içme suyu kalite standartlarında tavsiye edilen değerlerin oldukça altındadır. Ortalama sülfat değeri ise 10.15 mg/L ölçülmüştür. Sucul ortamlarda çeşitli endüstri atıkları, tarımsal faaliyetler ve evsel atıkların neden olduğu sülfat artışı kirliliğin bir göstergesidir. Sülfat içeriğinin 250 mg/L'den fazla olması ciddi derecede kirlenmeye işaret etmektedir (Nisbet ve Verneaux, 1970). Bu parametre bakımından Gaga Gölü'nde kirlenme söz konusu değildir. Benzer durum Ulugöl'de de kaydedilmiştir (Taş ve ark., 2010).

Klorür bütün doğal sularda bulunur. Klorür tuzlarının çözünürlüğü fazla olduğundan normal ve pis sularda en çok bulunan iyonlardan birisidir. Normal sularda 1 mg/L'den birkaç bin mg/L'ye kadar klorür iyonuna rastlanılır (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Tüm doğal suların önemli bir kimyasal bileşeni olan klorür iyonunun konsantrasyonu genellikle düşüktür. Klorür değerlerinin yüksek oluşu, tuzluluğun ve buna bağlı olarak elektriksel iletkenliğin de yüksek değerde olduğunun göstergesidir. Klorür konsantrasyonunun alacağı değerler gerek içme ve endüstriyel su kalitesi gerekse de sulama suyu kalitesi açısından doğrudan önem taşımaktadır (Ünlü ve ark., 2008). Gaga Gölü çevresinde tuzluluk oranını artıracak evsel ve endüstriyel atık su girdisi olmayıp

klorür miktarı çoğunlukla eser miktarda saptanmıştır. Mevsimsel olarak incelendiğinde yaz aylarında 1 mg/L civarındadır. Bu parametreye göre su kalitesi I. sınıftır. Klorür iyonlarının miktarı sağlıklı su için bir göstergedir. Pek çok içme suyunda klorür miktarı 30 mg/L'yi geçmemektedir (Egemen, 2006). Araştırma alanındaki bulgular içme suyu kalite standartlarında tavsiye edilen değerlerin oldukça altındadır. Aynı ilde bulunan Ulugöl'de klorür iyonu ortalama 4.25 mg/L kaydedilmiştir (Taş ve ark., 2010).

Potasyum suya tat veren inorganik tuzlardan biridir. Su ortamında  $K_2SO_4$  şeklinde bulunan potasyum minerali, bitkisel organizmaların gelişmesinde rol oynayan besleyici bir elementtir. Planktonun gelişmesini hızlandırır. Balıkların beslenmesinde dolaylı olarak fayda sağlar (Özdemir, 1994). Doğal sularda potasyum konsantrasyonu genellikle 1-10 mg/L arasında değişim gösterir. Gaga Gölü'nde potasyum değeri ortalama 2.45 mg/L olarak tespit edilmiştir. TS 266'da belirtilen  $K^+$  değeri 12 mg/L'dir (TS 266, 2005). Potasyum tuzları fazla olunca balıklara toksik etki eder (Özdemir, 1994). Gaga Gölü'nde potasyumun toksisitesi söz konusu değildir.

Kalsiyum doğal sularda en bol bulunan elementlerden biridir. Algler ve yüksek bitkiler için önemlidir. Doğal suların kalsiyum içeriği 150 mg/L'ye kadar ulaşabilirken, 25 mg/L civarında iken produktivite maksimuma ulaşır, 12 mg/L'nin altında ise produktivitenin iki kat azalacağı belirtilmektedir (Bremond ve Vuichard, 1973; Nisbet ve Verneaux, 1970). Genellikle sudaki kalsiyum iyonu kaynağını karbonatlı ve sülfatlı kalsiyum mineralleri teşkil eder. Bu nedenle sularda, çok değişik konsantrasyonlarda kalsiyum bulunabilir. Kalsiyum suya sertlik özelliği veren en önemli iyondur (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Gaga Gölü'nde ortalama 47.22 mg/L kalsiyum kaydedilmiştir. Kalsiyumun kabuk ve iskelet oluşumunda görev yaptığı dikkate alındığında, Gaga Gölü'nde yaşayan tatlı su istakozu (kerevit), sazan ve diğer kalsifil formlar için iyi bir ortam olduğu söylenebilir. TS 266'da müsaade edilen maksimum kalsiyum değeri 200 mg/L'dir.

Magnezyum suyun sertliğini meydana getiren iyonlardan biridir. Magnezyum klorofilin bileşiminde bulunduğu klorofilli bitkiler için yaşamsal önem taşır. Alg, mantar ve bakterilerde fosfor metabolizmasını düzenler. Göllerde magnezyum oranının düşük olması gölün fitoplankton verimliliğini önemli ölçüde etkiler, bunun sonucunda göl oligotrofik özellik kazanır (Egemen, 2006). Doğal sularda magnezyum 10 - 50 mg/L olarak bulunur. Gaga Gölü'nde ortalama 8.08 mg/L Mg kaydedilmiştir. TS 266'da Mg

sınırı ise 50 mg/L'dir. Bu parametreye göre Gaga Gölü balıkçılık açısından da uygundur.

Demir birçok organizmanın özellikle alglerin gelişmesinde önemli rol oynar. Klorofilin yapısına katılmadığı halde, sentezi için katalizör görevi yapan demir, enzimatik reaksiyonlarda önemli olduğu gibi, hayvansal organizmaların solunum metabolizmasında da etkilidir (Cirik ve Cirik, 1999). Gaga Gölü'nde ortalama 0.19 mg/L demir ölçülmüştür. SKKY (2008)'ye göre göl suyu I. kalite su sınıfına girmektedir. İçme suyu kalite kriterlerinde önerilen değerlere de uygundur. İçme ve kullanma sularında 0.3 mg/L'den fazla demir bulunması suyun tadını bozar.

Suların önemli özelliklerinden biri olan sertlik, buldukları yerin jeolojik yapılarına göre değişir. Suların sertliği, başta kalsiyum ve magnezyum bikarbonat iyonları olmak üzere, kalsiyum ve magnezyum klorür, kalsiyum ve magnezyum nitrat ve az miktarda da demir, alüminyum ve stronsiyum iyonlarından ileri gelmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Sularda sertlik suyun evsel ve endüstriyel kullanıma uygunluğunun belirlenmesi için de önemlidir. Toplam sertlik değeri Gaga Gölü'nde ortalama olarak 540.70 mg CaCO<sub>3</sub>/L'dir (54.07 °f, 30.28 °dH). İçme ve kullanma sularının sertlik sınıflandırılmasına göre, gölün suyu mevsimsel olarak değerlendirildiğinde sert su-çok sert su (32 - 54 °f) sınıfına girmektedir (Egemen, 2006). Klee (1991)'ye göre de göl suyu çok sert su sınırındadır (12 - 30 °dH: sert su, 30 - 50 °dH: çok sert su). Höll (1979)'e göre normal bir içme suyunun toplam sertliği 5 - 15 °dH olmalıdır. Sınır değerler ise 20 °dH = 35.6 °f'dir. Sertlik dereceleri yüksek olan sular direkt olarak sağlık yönünden zararlar getirmese bile böyle sert sular iyi bir içme suyu değildir. Sert su kayalardaki toprak alkali minerallerin parçalanmasından ortaya çıkmaktadır (Dayıoğlu ve ark., 2004). Gaga Gölü yer altı kaynak suları ile beslenmekte, toprak yapısı da kalkerli yapıda olduğu için sert su özelliği göstermektedir. Çok sert su sınırında olan Gaga Gölü suyunun içme ve kullanma suyu olarak doğrudan kullanımı çok uygun değildir. Aynı ildeki Ulugöl'ün suyu yumuşak su (111.25 mg CaCO<sub>3</sub>/L ) özelliği taşımaktadır (Taş ve ark., 2010).

Işık geçirgenliği göllerin trofik yapısının belirlenmesinde kullanılan bir parametre olup göldeki ötrofik seviyenin ve askıda katı madde miktarının yoğunluğunun tespitinde kullanılmaktadır. Bu derinlik mevsimlere, suda asılı olan veya yüzen partiküllere, havanın rüzgârlı oluşu, gelen ışığın şiddeti ve gelme açısına bağlı olarak değişmektedir.

Bunun yanı sıra fitoplankton yoğunluğu ve göle ulaşan sel suları da bulanıklığı etkilemektedir. Secchi diski derinliği  $>4$  m olan göller oligotrofik, 2 - 4 m olan göller mezotrofik,  $<2$  m olan göller ötrofik seviyededir (Thomann ve Mueller, 1987). OECD raporuna göre ortalama secchi diski derinliği  $\geq 6$  m olan göller oligotrofik, 6 - 3 m olan göller mezotrofikdir (Vollenweider ve Kerekes, 1982). Gaga Gölü'nde ölçülen ortalama secchi diski derinliği 4.40 m, yaz ayları ortalaması ise 3.20 m'dir. Carlson (1977)'ın Trofik Statü İndeksi (TSI) hesaplandığında; ortalama secchi diski değerine göre  $TSI_{SD} = 38.65$  (oligotrofik), yaz ayları ortalamasına göre  $TSI_{SD} = 43.24$ 'tür (mezotrofik). Secchi diski derinliği ve TSI hesaplamalarına göre Gaga Gölü'nün trofik seviyesi oligo-mezotrofikdir. Ulugöl'ün trofik yapısı da secchi diski parametresi bakımından oligo-mezotrofikdir (Taş ve ark., 2010).

Gaga Gölü'nün litoral zonu yoğun miktarda yarısı su altına batık (emers) tipte hidrofitler, özellikle *Phragmites australis* ile kaplıdır. Su bitkileri göl ekosisteminde oldukça önemli olup, su kalitesinin belirlenmesinde ve balık komüniteleri için önemli bir rol oynar. Su içi bitkilerin sığ göllerin trofik yapısı, dinamikleri ve su berraklığı üzerinde önemli etkileri olduğu bildirilmektedir (Scheffer ve ark., 1993). Gölde besin tuzu yüklemesi arttıkça, bitki biyokütleleri de artarak besin tuzları bitki ve epifitlerde sabitlenir ve yaz aylarında fitoplanktona daha az besin tuzu kalır. Ayrıca, su içi bitki miktarında artış olması, dip çamurunun dibe daha hızlı çökmesiyle askıdaki katı maddenin azalmasına ve sedimandan suya daha fazla besin tuzu salınmasına engel olabilir. Bunlar su içi bitkilerin tampon görevlerindedir (Carpenter ve Lodge, 1986). Gaga Gölü'nün kıyı bölgesindeki yoğun hidrofitler göl suyunun berrak bir yapı kazanmasına katkı sağlamışlardır.

Sonuç olarak; Gaga Gölü, ekolojik özellikleri ve su kalitesi ile Bolaman Çayı Havzası'nda önemli bir tatlı su potansiyeline sahiptir. Göl suyu berrak, koku yoktur. Gaga Gölü'nün suyu SKKY ve içme ve kullanma suları standartlarıyla karşılaştırıldığında; nitrit azotu II. sınıf (az kirli sular), toplam sertlik derecesi çok sert su özelliğinde, diğer parametreler I. sınıf (temiz sular) su kalitesindedir. pH, kalsiyum, magnezyum, potasyum, demir, klorür, amonyum, nitrat, fosfor ve sülfat sınır değerleri ile göller, göletler, bataklıklar ve baraj hazneleri için verilen ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri aşılmamıştır. Gölde mevcut balık türü için su uygun bir ortamdır. Gölün trofik yapısı secchi diski parametresine göre oligo-mezotrofikdir. Gaga Gölü ve sulak alanı

kuğu, ördek, kaz gibi göçmen kuşlar için oldukça önemli bir alandır. Göl çevresinde ornitolojik araştırmalar yapılabilir. Ekoturizm kapsamında ve rekreasyonel amaçlı değerlendirilebilir.

1995 yılında koruma sınırları belirlenerek tescillenen Gaga Gölü çevresindeki tarım alanlarının istimlâk çalışmaları henüz tamamlanmamıştır. Öneri olarak, tescillenen alanın batı bölümünde yer alan sulak alanın da koruma alanı içine ilave edilmesi ve istimlâk çalışmalarının en kısa zamanda tamamlanması gerekir. İlerleyen zamanda göl ve sulak alan çevresinde yapılan tarımsal faaliyetler gölün trofik yapısını ve su kalitesini negatif yönde değiştirebilir.

### **Teşekkür**

Bu çalışma, ORD. 006 nolu proje olarak Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (OMÜBAP) tarafından desteklenmiştir.

### **Kaynaklar**

- Akbulut, A., Yıldız, K. 2001. Mogan Gölü (Ankara) planktonik Bacillariophyta üyeleri ve dağılımları. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(4): 1081-1093.
- Akkan, E., Gürgen, G. 1993. Gaga Gölü (Ordu). *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 2: 241-249.
- Arrignon, J. 1976. *Aménagement écologique et piscicole des eaux douces*. Bordas, 32 p, Paris.
- Atay, D., Çelikkale, M. S. 1983. *Sazan üretim tekniği*. San Matbaası, 185 s, Ankara.
- Barlas, M. 1995. Akarsu kirlenmesinin biyolojik ve kimyasal yönden değerlendirilmesi ve kriterleri. In: Doğu Anadolu Bölgesi I. ve II. Su Ürünleri Sempozyumu Bildirileri, 465-479, Erzurum.
- Başaran-Kaymakçı, A., Egemen, Ö. 2006. Orta Toros Dağlarındaki Eğrigöl'ün su kalitesi parametrelerinin araştırılması. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(2): 137-143.

- Beklioğlu, M., İnce, O., Tüzün, I. 2003. Restoration of the eutrophic Lake Eymir, Turkey, by manipulation after a major external nutrient control I. *Hydrobiologia*, 489: 93-105.
- Bremond, R., Vuichard, R. 1973. *Parameters de la qualite des eaux*. Ministere de la Protection de la Nature et de Environnement Documentation, 179 p, Française, Paris.
- Carlson, R. E. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography* 22: 361-369.
- Carpenter, S. R., Lodge, D. M. 1986. Effects of submersed macrophytes on ecosystem processes. *Aquatic Botany*, 26: 341-376.
- Cirik, S., Cirik, Ş. 1999. *Limnoloji*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 21, Ege Üniversitesi Basımevi, 166 s, İzmir.
- Çelikkale, M. S. 1994. *İçsu balıkları ve yetiştiriciliği*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Yayınları, Cilt I, No: 2, 420 s, Trabzon.
- Dauba, F. 1981. Etude comperative de la fauna des poissons dans les ecosytemes de deux reservoirs, Luzech (Lut) et Chastang (Dordogone): These de troisieme cycle L'Institut National Polytechnique de Toulouse, 179 p.
- Dayıoğlu, H., Özyurt, M. S., Bingöl, N., Yıldız, C. 2004. Kütahya ili içme sularının fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özellikleri. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7: 71-90.
- Demir, N., Kırkağaç, M.U., Topçu, A., Zencir, Ö., Pulatsü, S., Karasu Benli, Ç. 2007. Sarısu-Mamuca Göleti (Eskisehir) su kalitesi ve besin düzeyi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(4): 385-390.
- Dodson, S. L., Arnott, S. E., Cottingham, K. L. 2000. The relationship in lake communities between primary productivity and species richness. *Ecology*, 81: 2662-2679.
- Dügel, M., Kazancı, N. 2004. Assessment of water quality of the Büyük Menderes River (Turkey) by using ordination and classification of macroinvertebrates and environmental variables. *Journal of Freshwater Ecology*, 19(4): 605-612.
- EC, 1998. Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption. Official Journal of the European Communities L 330/42.



- Egemen, Ö. 2006. *Su kalitesi*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın no:14, 6. baskı, 150 s, Bornova-İzmir.
- EPA, 2009. Ground water and drinking water, Environmental Protection Agency, U.S.
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z. 1997. *Su kirliliği*. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 43, Birinci baskı, ISBN 975-7572-60-8, 92 s, Ankara.
- Haralambous, A., Maliou, E., Malamis, M. 1992. The use of zeolite for amonium uptake. *Water Science and Technology*, 25(1): 139-145.
- Harper, D. 1992. *Eutrophication of fresh waters: Principles, problems and restoration*. Chapman and Hall, London, UK.
- Henry, R., Tundisi, J.G., Curi, P. R. 1984. Effects of phosphorus and nitrogen enrichment on the phytoplankton in a tropical reservoir. *Hydrobiologia*, 118: 177-85.
- Höll, K. 1979. *Wasser-Untersuchung-Beurteilung-Aufbereitung-Chemie-Bakteriologie-Virologie-Biologie*. Walter de Gruyter, 515 p, Berlin.
- Kalyoncu, H. 2006. Isparta Deresi su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere ve epilitik alglere göre belirlenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 1(1): 14-25.
- Kalyoncu, H., Barlas, M., Yorulmaz, B. 2008. Aksu Çayı'nda (Isparta-Antalya) epilitik alg çeşitliliği ve akarsuyun fizikokimyasal yapısı arasındaki ilişki. *Ekoloji*, 17 (66): 15-22.
- Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, O. Ö., Gülboy, H. 2004. Ağlasun Deresi'nin su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere ve epilitik alglere göre belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 11(2): 7-14.
- Kazancı, N., Dügel, M. 2000. An Evulation of the Water Quality of Yuvarlakçay Stream in Köyceğiz-Dalyan Protected Area, SW Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 24: 69-80.
- Kazancı, N., Girgin, S., Dügel, M. 2004. On the limnology of Salda Lake, a large and deep soda lake in southwestern Turkey: future management proposals. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 14: 151-162.
- Kazancı, N., Girgin, S., Dügel, M., Oğuzkurt, D., Mutlu, B., Dere, Ş., Barlas, M., Özçelik, M. 1999. *Türkiye iç suları araştırma dizisi IV (Ed. Kazancı N.)*:

Köyceğiz, Beyşehir, Eğirdir, Akşehir, Eber, Çorak, Kovada, Yarışlı, Bafa, Salda, Karataş, Çavuşçu gölleri, Küçük ve Büyük Menderes Deltası, Güllük Sazlığı, Karamuk Bataklığı'nın Limnolojisi, Çevre Kalitesi ve Biyolojik Çeşitliliği. İmaj Yayıncılık, 372 s, Ankara.

Klee, O. 1991. *Angewandte hydrobiologie*. G. Theieme Verlag, 2. neubearbeitete und erweiterte Auflage, 272 p, Stuttgart-New York.

Kristensen, P., Hansen, H. O. 1994. European rivers and lakes, assessment of their environmental state. *European Environmental Agency*, EEA environmental monographs 1, 122 p.

Nikolsky, G. V. 1963. *The ecology of fishes*. Academic Press, 352 p, London.

Nisbet, M., Verneaux, J. 1970. Composants chimiques des eaux courantes: discussion et propositions des classes en tant que base d'interprétation des analyses chimiques. *Annales de Limnologie* 6 (2): 161-190.

Özbek, M., Sarı, H. M. 2007. Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı göllerin Hirudinea (Annelida) Faunası. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24(1-2): 83-88.

Özdemir, M. 2006. *Bolaman Çayı Havzası'nın Coğrafyası*, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Türk Tarih Kurumu Yayınları, XXVII. dizi-sayı 6, 556 s, Ankara.

Özdemir, N. 1994. *Tatlı ve tuzlu sularda alabalık üretimi*. Fırat Üniversitesi Yayınları, no: 35, 228 s, Elazığ.

Scheffer, M., Hosper, S. H., Meijer, M. L., Moss, B. ve Jeppesen, E. 1993. Alternative equilibria in shallow lakes. *Trends in Ecology and Evolution*, 8(8): 275-279.

Schwörbel, J. 1987. *Einführung in die Limnologie*. Gustav Fischer Verlag, 269 p, Stuttgart.

SKKY, 2008. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik. *Resmi Gazete*, 13 Şubat 2008, sayı: 26786, Ankara.

Svobodá, Z., Lloyd, R., Máchová, J., Vykusová, B. 1993. Water quality and fish health, FAO, EIFAC technical paper, no: 54.

Tanyolaç, J. 2004. *Limnoloji (Tatlısu Bilimi)*. Hatiboğlu Yayıncılık, 239 s, Ankara.

Taş, B. 2006. Derbent Baraj Gölü (Samsun) su kalitesinin incelenmesi. *Ekoloji*, 15(61): 6-15.

- Taş, B., Candan, A.Y., Can, Ö. ve Topkara, S. 2010. Ulugöl (Ordu)'ün bazı fiziko-kimyasal özellikleri. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 4(3): 254-263.
- Tepe, Y. 2009. Reyhanlı Yenişehir Gölü (Hatay) su kalitesinin belirlenmesi. *Ekoloji*, 18, 70: 38-46.
- Tepe, Y., Boyd, C. E. 2003. A reassessment of nitrogen fertilization for sunfish ponds. *Journal of World Aquaculture Society*, 34 (4): 505-511.
- Tepe, Y., Mutlu, E. 2004. Hatay Harbiye Kaynak Suyu'nun fizikokimyasal özellikleri. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6: 77-88.
- Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E., Töre, Y. 2006. Karagöl'ün (Erzin-Hatay) bazı fiziko-kimyasal özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1/1): 155-161.
- Tepe, Y., Mutlu, E., Ateş, A., Başusta, N. 2004. Samandağ Karamanlı Göleti (Hatay) su kalitesi. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 2(3): 408-414.
- Thomann, R. V. and Mueller, J. A. 1987. *Principle of surface water quality modelling and control*. Harper and Row Publishers, 644 p, New York.
- Tomasso, J. R. 1994. The toxicity of nitrogenous wastes to aquaculture animals. *Reviews of Fisheries Science*, 2: 291-314.
- TS 266, 2005. İnsani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelik, sular-içme ve kullanma suları, Türk Standartları, Ankara.
- Ünlü, A., Çoban, F., Tunç, M. S. 2008. Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23 (1): 119-127.
- Verep, B., Çelikkale, M. S., Düzgüneş, E. 2002. Uzungöl'ün bazı limnolojik ve hidrografik özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 19 (1-2): 233-240.
- Vollenweider, R. A., Kerekes, J. 1982. Eutrophication of waters, monitoring, assessment and control, Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD), Paris.
- WFD, 2000. EU Water Framework Directive (WFD) 2000/60/EC, 23.10.2000.
- WHO, 2008. Guidelines for drinking-water quality, World Health Organization, Geneva, Switzerland.