

ULUGÖL (ORDU)'ÜN BAZI FİZİKO-KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Beyhan Taş*, Ahmet Yavuz Candan, Özgen Can, Sertan Topkara

Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Perşembe, Ordu

Özet:

Ulugöl, Ordu ili Gököy ilçesinde Ulugöl Tabiat Parkı içinde bulunan küçük bir göldür. Göl 1200 m rakımda, 39 dekar alana sahip, ortalama 15 m derinlikindedir. Heyelan sonucu meydana gelen çukur alanda oluşmuştur. Oluşum şekliyle Karadeniz Bölgesi'ndeki heyelan setti göllerinden farklıdır. Kayın ormanlarıyla çevrili olan gölün litoral bölgesi *Carex*, *Equisetum*, *Juncus*, *Myriophyllum*, *Potamogeton*, *Typha* gibi hidrofitlerce zengindir. Balıklandırma çalışmaları için 1994 yılında 20000 adet *Cyprinus carpio* yavrusu göle bırakılmıştır. 2008 yılında başlatılan proje kapsamında ise göle Abant Gölü ve çevresinde endemik bir tür olan *Salmo trutta abanticus* bırakılmıştır. Bu çalışmada, Ulugöl'ün Eylül 2006-Ağustos 2007'de yüzey suyunun bazı fiziko-kimyasal parametreleri mevsimsel olarak incelenmiş, su kalitesi ve balık yetiştiriciliği yönünden değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY), içme ve kullanma suları standartlarıyla (EC, WHO, EPA, TS 266) karşılaştırıldığında genel olarak I. kalitede olduğu tespit edilmiştir. Ötrofikasyon sınır değerleri aşılmamıştır. Soğuksu balık yetiştiriciliğine de uygundur. Ulugöl ve çevresi rekreasyonel ve ekoturizm kapsamında değerlendirilebilir birçok özelliğe sahiptir.

Keywords: Ulugöl, Tatlısu, Fiziko-kimyasal parametreler, Su kalitesi standartları

Abstract:

Some physico-chemical features of lake Ulugöl (Ordu-Turkey)

Lake Ulugöl is a small lake in Ulugöl Natural Park in Gököy-Ordu. The lake has 1200 m altitude, an area about 39 decare and average 15 m depth. It has occurred in the pit area resulting from landslides. Lake Ulugöl is differentiated from other landslide dammed lakes according to its formation in the Black Sea Region. Hydrophytes such as *Carex*, *Equisetum*, *Juncus*, *Myriophyllum*, *Potamogeton*, *Typha* are quite abundant in littoral zone surrounded by *Fagus* forests. For stocking studies, 20000 unit young *Cyprinus carpio* was introduced in to the lake in 1994. *Salmo trutta abanticus* that is an endemic species in Lake Abant and its environment was introduced in to the lake, with a project started in 2008. In this study, some physico-chemical parameters in the surface waters of the lake have been seasonally investigated between September 2006 and August 2007. Also, the lake water has been

* Correspondence to:

Beyhan TAŞ, Ordu Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü 52750 Perşembe, Ordu-TÜRKİYE

Tel: (+90 452) 517 44 41/3544 Fax: (+90 452) 517 43 68

E-mail: bevhant@odu.edu.tr

bevhantass@gmail.com

evaluated with respect to its water quality and aquaculture potential. The analysis showed that the lake water has first class quality with regard to Turkish Water Pollution Control Regulation (WPCR) and Drinking and Using Standards (EC, WHO, EPA, TS 266). Eutrophication limit value has not been exceeded during the study. The lake water is suitable for cold water fish species. The lake and its surrounding have excellent features concerning recreational and ecotourism potential.

Anahtar Kelimeler: Ulugöl, Freshwater, Physico-chemical parameters, Water quality standards

Giriş

Günümüzde özellikle hızlı nüfus artışı sebebiyle çevre sorunları yaşanmaktadır. Bunların içinde en önemlisi tüm dünya ülkelerinin de sorunu olan su kirliliğidir. Su kaynakları hem hızla kirlenmekte hem de kullanılabilir tatlısu kaynakları yetersiz kalmaktadır. En önemli tatlısu rezervlerinden olan göller; doğal güzellikleri, içerdiği biyolojik çeşitlilik, rekreasyonel kullanımları, hidrolojik döngüdeki rolü gibi birçok özellikleriyle önemli doğa alanlarıdır. Bu ortamda yaşayan canlıların beslenme, büyüme, üreme gibi yaşamsal işlevleri sucul ekosistemin fiziko-kimyasal özellikleri yani su kalitesi ile yakından ilişkilidir. Su kalitesi, suyun faydalı bir şekilde kullanılmasını etkileyen bütün fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörleri içine alan bir ifadedir. Suyun kalitesini değiştiren çeşitli faktörlerin bilinmesi, kullanım amacına uygunluğunun değerlendirilebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Akyurt, 1993). Su kalite standartlarının iyi olması için bu kaynakların ekolojik olarak iyi yönetilmesi gerekir. Bu konuda özellikle su kalitesi, nütrient dinamikleri, kirlilik kontrolü gibi konular üzerinde son yıllarda göllerde önemli araştırmalar yapılmaktadır (Cooke ve ark., 1993; Li ve Yang, 1995; Moss ve ark., 1996; Havens ve ark., 2001; Karakoç ve ark., 2003; Beklioğlu ve ark., 2003). Avrupa'da ise Su Çerçeve Direktifi (WFD, 2000)'nin hedefleri doğrultusunda tüm Avrupa sularının biyolojik kalite unsurları, hidromorfolojisi ve fiziko-kimyasal özellikleri belirlenerek, ekolojik ve kimyasal olarak en kısa zamanda iyi duruma getirilmesi hedeflenmektedir.

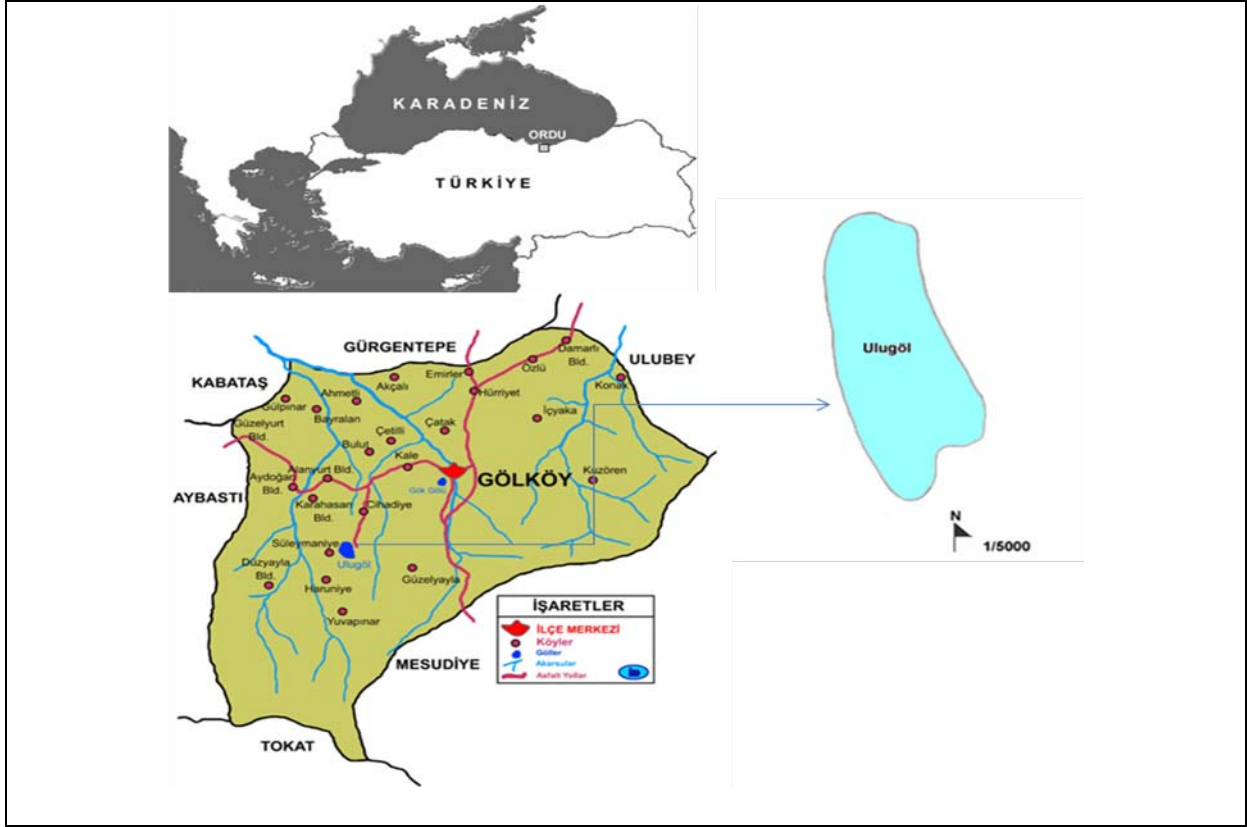
Tatlısuya olan ihtiyacın artması nedeniyle, bu ekosistemlerin hangi amaçlarla kullanılabileceğini belirlemek, ekolojik özelliklerini tespit etmek gerekir. Bu amaçla, çevresel kirlilik kaynağı olmayan, henüz bozulmamış doğal bir ekolojik yapıya sahip tatlısu özelliği taşıyan Ulugöl (Ordu)'de suyun bazı fiziko-kimyasal özellikleri incelenerek su kalitesi belirlenmeye çalışılmıştır.

Analiz sonuçları Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmiş, göller, göletler, bataklıklar ve baraj hazneleri için verilen ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri ile karşılaştırılmıştır (SKKY, 2004). Ayrıca, içme suyu kalite kriterleri (EC, 1998; WHO, 1999; EPA, 2002; TS 266, 2005) ve balık yaşamı açısından uygunluğu tartışılmıştır. İncelenen parametreler gölün mevcut besin düzeyinin belirlenmesini sağlarken, gölün farklı amaçlı kullanımlarına yönelik bir veri tabanı oluşturacaktır.

Materyal ve Metot

Araştırma alanı

Ordu ili Gölköy ilçesinde bulunan Ulugöl, il merkezine 74 km uzaklıktadır. Ulugöl Tabiat Parkı (1194 -1240 m, 26.56 ha) içinde bulunan göl doğal bir ekosistem içinde, bozulmamış, çevresinde herhangi bir kirlilik kaynağı olmayan, kayın ormanlarıyla çevrili küçük bir göldür (Şekil 1). 1200 m rakımda, 39 dekar alana sahip olan Ulugöl, heyelan kütesinin oluşturduğu boşluk alanda oluşmuştur. Oluşum şekliyle Karadeniz Bölgesi'ndeki heyelan setti göllerinden farklıdır (Özdemir, 2006). Gölün sığ litoral bölgelerinde *Carex*, *Equisetum*, *Juncus*, *Myriophyllum*, *Potamogeton*, *Typha* gibi emers ve submers tip hidrofitler yaygın olarak bulunur. Ulugöl'de balıklardan *Cyprinus carpio* ile *Salmo trutta abanticus* yaşamaktadır. Ordu Tarım İl Müdürlüğü iç sularda balıklandırma çalışmalarında göle 1994 yılında 20000 adet aynalı sazan yavrusu bırakmıştır. Abant'ta, Yedigöller'de ve bu civardaki sularda yaşayan endemik bir tür olan *Salmo trutta abanticus* ise Çevre ve Orman Bakanlığı'nın 2008 yılında Ordu'da başlattığı proje ile göle bırakılmıştır. Bu projede; Ordu'da iç sularla ilgili özellikle göllerin ekolojik yapılarına uygun türlerin araştırılması amaçlanmıştır. 40 g civarında göle bırakılan balığın yaklaşık bir yıl sonra 260 g civarına kadar geliştiği görülmüştür.



Şekil 1. Ulugöl'ün coğrafik konumu

Figure 1. The geographic location of Lake Ulugöl

Ulugöl küçük ve çevresinde herhangi bir kirlilik kaynağı olmadığı için, gölün fiziko-kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla orta bölgesinden bir istasyon belirlenmiştir. Aylık olarak Eylül 2006-Ağustos 2007 tarihleri arasında bu istasyondan yüzeyin hemen altından örnekleme yapılmıştır. İklim ve arazi şartlarının elverişsiz olduğu kış aylarında (Aralık 2006 ve Ocak 2007) göle ulaşamamıştır. Sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, iletkenlik ve TDS parametreleri (Eutech Instruments CyberScan Waterproof Series DO 100 ve PC 300 multiparametre cihazı), toplam sertlik (Merckoquant total hardness) ve ışık geçirgenliği (Secchi diski derinliği) yerinde ölçülmüştür. Diğer analizler için (amonyak-N, amonyum-N, nitrit-N, nitrat-N ve toplam fosfor) plastik kaplara alınan numuneler hava ile teması kesilecek şekilde tam doldurularak analizi hemen gerçekleştirmek üzere laboratuvara getirilmiştir. Bu kimyasal parametrelerin analizi kitler yardımıyla (Merck Spectroquant) spektrofotometrik yöntemle (Schimadzu UV-1800) tespit edilmiştir. Seston analizi (AKM) standart teknik kullanılarak yapılmıştır (APHA, 1985).

Bulgular ve Tartışma

Kaynak ve yağmur suları ile beslenen Ulugöl'ün suyu tatlı, berrak ve kokusuzdur. Gölün sığ olan litoral bölgelerinde hidrofiter yaygındır. Bu bitkiler göl suyunun berrak bir yapı kazanmasına katkı sağlamışlardır. Suiçi bitkilerin sığ göllerin trofik yapısı, dinamikleri ve su berraklığı üzerinde önemli etkileri olduğu bildirilmiştir (Scheffer ve ark., 1993). Hidrofiter göl ekosisteminde, su kalitesinin belirlenmesinde ve balık komüniteleri için önemli rol oynarlar. Gölde besin tuzu yüklemesi arttıkça, bitki biyokütelleri artarak besin tuzları bitki ve epifitlerde sabitlenir ve yaz aylarında fitoplanktona daha az besin tuzu kalır. Ayrıca, suiçi bitki miktarında artış olması, dip çamurunun dibe daha hızlı çökmesiyle askıdaki katı maddenin azalmasına ve sedimandan suya daha fazla besin tuzu salınmasına engel olabileceği bildirilmiştir (Carpenter ve Lodge, 1986). Araştırma süresince yapılan gözlemlerde Ulugöl'ün berrak bir su gövdesine sahip olduğu görülmüştür.

Ulugöl'de yapılan çalışmada bazı fiziko-kimyasal özelliklere ait parametreler Tablo 1'de mevsimsel olarak verilmiştir. Parametrelerin ortalama değerleri Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği

(SKKY, 2004) kalite sınıfları ve içme suyu standartlarıyla karşılaştırılmıştır (Tablo 2-3).

Sıcaklık, suyun viskozitesini ve yoğunluğunu değiştirmesi, su ortamında meydana gelen biyokimyasal reaksiyonların hızını ve gazların eriyebilirliğini etkilemesi bakımından sucul yaşam için çok önemli bir parametredir. Başta balıklar olmak üzere suda yaşayan canlıların metabolizmalarının sıcaklık ile değişim gösterdiği bilinir. Örneğin sazan, euriterm olduğu halde, ancak belirli sıcaklıklardan sonra beslenmeye (8-10 °C) ve üremeye (15 °C) başlamaktadır (Nikolsky, 1963). Alabalıklar için en uygun su sıcaklığı 8-16°C'dir

(Özdemir, 1994). Ulugöl'ün su sıcaklığı 6,6-22,03 °C arasında değişmiştir. Sazanlar için optimal beslenme sıcaklığının 23 °C olduğu (Alpbaz, 1984), salmonid balıklarının buz tutan sular altında ve sıcaklığın 25°C'ye ulaştığı sularda yaşayabildiği (Akyurt, 1993) dikkate alındığında Ulugöl'ün balık yetiştiriciliği için uygun olduğu görülmektedir (Tablo 4). SKKY'ye göre gölün su kalitesi I. sınıftır.

Tablo 1. Ulugöl'de bazı fiziko-kimyasal parametrelerin mevsimsel değişimi

Table 1. The seasonal variation of the some physico-chemical parameters in Lake Ulugöl

Parametreler	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	Ort.
Sıcaklık (°C)	19.5	6.6	16.75	22.03	16.22
pH	8.91	8.2	8.85	9.03	8.75
Çözünmüş oksijen (mg/l)	11.3	8.4	10	8.4	9.5
Amonyak-N (mg/l)	*	*	0.012	*	0.012
Amonyum-N (mg/l)	0.04	0.4	0.013	0.92	0.343
Nitrit-N (mg/l)	0	0.038	0.017	0	0.014
Nitrat-N (mg/l)	0.02	0.09	0.295	0.055	0.115
Toplam fosfor (mg/l)	0.006	0.003	0.013	0.018	0.01
Sülfat (mg/l)	0	5	3.5	1.5	2.5
Serbest klor (mg/l)	*	*	2.5	6	4.25
İletkenlik (µS/cm)	160	242	175.25	172.6	187.46
TDS (ppm)	180	121	89.2	78.36	117.14
Askıda katı madde (mg/l)	1.9	1.7	0.95	0.4	1.24
Toplam sertlik (CaCO ₃) (mg/l)	89	89	107	160	111.25
Sertlik derecesi (°FS)	8.9	8.9	10.7	16	11.125
Secchi diski derinliği (m)	2.2	2.65	2.99	4.12	2.99

Tablo 2. Ulugöl'ün su kalite sınıfları ile karşılaştırılması

Table 2. Comparison with water quality class of Lake Ulugöl

Parametreler	SKKY kalite sınıfları				
	Ulugöl	I	II	III	IV
Sıcaklık (°C)	16.22	25	25	30	> 30
pH	8.75	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
Çözünmüş oksijen (mg/l)	9.50	8	6	3	< 3
Amonyum -N (mg/l)	0.343	0.2	1	2	> 2
Nitrit -N (mg/l)	0.014	0.002	0.01	0.05	> 0.05
Nitrat -N (mg/l)	0.115	5	10	20	> 20
Fosfat (mg/l)	0.010	0.02	0.16	0.65	> 0.65
Sülfat (mg/l)	2.50	200	200	400	> 400
Serbest Klor (mg/l)	4.25	25	200	400	> 400

Tablo 3. Ulugöl'ün içme suyu standartları ile karşılaştırılması**Table 3.** Comparison according to drinking water standards of Lake Ulugöl

Parametreler	Ulugöl	TS 266	WHO	EC	EPA
pH	8.75	6.5 – 9.2	-	6.5 – 9.5	
Amonyum -N (mg/l)	0.343	0.05 – 0.5	1.5	0.5	-
Nitrat -N (mg/l)	0.115	50	50	50	45
Sülfat (mg/l)	2.50	250	250	250	250
Serbest klor (mg/l)	4.25	600	250	250	250
TDS (ppm)	117.14	1500	1000	-	500
Toplam sertlik (CaCO ₃) (mg/l)	111.25	-	500	-	-

Tablo 4. Ulugöl'ün balık yetiştiriciliği açısından karşılaştırılması**Table 4.** Comparison with regard to aquaculture of Lake Ulugöl

Parametreler	Ulugöl	Alabalık	Sazan
Sıcaklık (°C)	16.22	9 - 17	18 - 24
pH	8.75	6.5 – 8.0	6.5 – 8.5
Çözünmüş oksijen (mg/l)	9.50	9.2 – 11.5	5 - 9
Amonyak -N (mg/l)	0.012	0.1 veya 0.02	0.02
Nitrit -N (mg/l)	0.014	0.03 veya 0.06	0.06 – 0.1
Nitrat -N (mg/l)	0.115	100	-
Serbest Klor (mg/l)	4.25	0.01 – 0.03	0.02
Askıda Katı Madde (mg/l)	1.24	<25	-

Suyun asitlik özelliğinin bir göstergesi olan pH, canlı yaşamını etkileyen önemli faktörlerdendir. Herhangi bir şekilde kirletilmemiş olan göl sularında pH değeri 6–9 arasında değişir. Birçok balık türü pH 6.5-8.5 aralığında olan sularda iyi bir gelişim gösterirken (Arrignon, 1976, Dauba, 1981), pH'ı 10.8'den yüksek ve 5.0'dan düşük sular sazangiller (özellikle sazan) için öldürücü etki yaratmaktadır (Svobodá ve ark., 1993). Genellikle alkali sular alabalık üretimi için daha uygundur. Alabalıklar pH'sı 4.5-10 arasında olan sularda yaşayabilirlerse de en iyisi 7.5-8.0 pH içeren sulardır (Özdemir, 1994). Araştırma alanında örnekleme yapılan ayların ortalama pH değeri 8.75 olup bazik özellik göstermektedir. Karlı kış aylarında göle ulaşamadığı için pH'nın yüksek çıkması doğaldır. Kış aylarında sıcaklığın az olması nedeniyle fitoplankton miktarı azalır, CO₂ birikimi de artacağı için su asidik bir yapı kazanır. Bu durum pH'nın azalmasına neden olur. Ölçülen bu değer balık gelişimi için uygundur. SKYY'ye göre su kalite sınıfı I-III arasında değişmiştir. Göl suyunun pH'sı içme suyu standartları ile karşılaştırıldığında EPA ve WHO standartları dışında uygun aralıklar arasında yer alır (Tablo 3).

Sucul canlılar için yaşamsal önemi olan çözülmüş oksijen, sıcaklığın yanında bitkilerin fotosentez hızına ve göllerin trofik düzeyine bağlı olarak farklılık gösterir. Suyun oksijen tutma kapasitesi sıcaklık, basınç ve su içinde erimiş halde bulunan tuzlardan etkilenmektedir. Balık yetiştirilen suların oksijenle doymuş olması arzulanır. Bremond ve Vuichard (1973) sazangillerin yaşamını sürdürebilmesi için gereken en düşük çözülmüş oksijen miktarının 5.0 mg/l olması gerektiğini belirtmiştir. Alabalıklar için suyun oksijeninin en az 7 mg/l olması gerekir (Özdemir, 1994). Araştırma alanında en düşük çözülmüş oksijen değeri 8.4 mg/l, ortalama 9.5 mg/l'dir. Çözülmüş oksijen değerlerinin oldukça yüksek olması ortamın temizliğine ve fotosentetik aktivitenin fazlalığına bağlanabilir. Bu veriler gölün çözülmüş oksijen içeriğinin balık yaşamı için uygun değerlerde olduğunu göstermektedir.

Doğal sularda en yaygın olarak bulunan azotlu bileşikler nitrit, nitrat, amonyak 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 ola-

bildiği gibi, tarımsal etkinlikler sırasında topraktan yıkanan, evsel ve endüstriyel atıklardan suya karışan bileşikler de olabilir. Ayrıca azot bağlayan mavi-yeşil alg tarafından atmosferik azotun bağlanması da söz konusudur. Azot canlıların yapısını oluşturan temel elementlerden biridir. Gerek canlı bünyesinde gerek besin maddelerinde ve gerekse ölü organizmalarda bulunan azot, doğada azot döngüsü içerisinde sürekli bir dinamik halindedir (Hutchinson, 1944). Azot bileşikleri su kirliliği açısından çeşitli etkilere sahiptir. Ötrofikasyon ve oksijen bilançosuna etkileri en önemlileridir. Su ortamına karışan azot bileşikleri birincil üretimi teşvik ederek ötrofikasyona neden olabilir. Ancak ötrofikasyonun asıl kaynağı fosforlu bileşiklerdir (Henry ve ark., 1984). Azotlu bileşikler içme suyu kaynakları için de önemli etkiye sahiptir. Amonyumun 0.2-1.5 mg/l, nitratın 4.5 mg/l sınırından yüksek olması insan sağlığı açısından olumsuz etki yapar (Tepe ve ark., 2006).

Amonyak, hayvansal atıklardan oluşan en temel azotlu atık üründür. NH_3 aynı zamanda azotlu organik maddelerin ayrışması sonucu da açığa çıkar (Tomasso, 1994). Suda NH_3 birikimi sucul organizmalara toksik etki gösterir. Suda 0.017 ppm düzeyindeki NH_3 konsantrasyonu alabalıklara zararlıdır (Akyurt, 1993). Yüzeysel sularda mikrobiyolojik faaliyetler sonucu amonyak bulunmakla birlikte, sudaki NH_3 bazen kirliliğin göstergesi de olabilir. Nisbet ve Verneaux (1970)'ye göre amonyak azotu 1 mg/l'den yüksek olan sular ciddi boyutta kirli olarak değerlendirilmektedir. Ulugöl yüzeysel suyunda NH_3 -N 0.012 mg/l olarak tespit edilmiştir. Ulugöl'de kirlilik baskısı söz konusu değildir.

Amonyum iyonu, suda yaşayan organizmalar için önemli ölçüde toksik değildir. Temiz ve bol oksijenli sularda NH_4^+ çok düşük düzeylerde bulunmaktadır. Sucul canlıların atık maddesi olup tekrar organizmalar tarafından absorblanır. NH_4^+ birçok alg ve yüksek bitkiler tarafından doğrudan alınabilir. Genellikle 1 mg/l veya daha az olması gerekir. Bol oksijenli sularda amonyum iyonuna çok az miktarda rastlanır (Cirik ve Cirik 1999). NH_4^+ -N Ulugöl'de ortalama 0.343 mg/l olarak ölçülmüştür. SKKY'ye göre bu değer Ulugöl'ün su kalitesinin I. sınıf olduğu göstermektedir. İçme suyu standartları ile karşılaştırıldığında uygun aralıklarda yer alır.

Nitrit, azot döngüsünün ara ürünüdür. Nitritler de nitratlar gibi plankton gelişimine katkıda bulunur. Bununla birlikte, Nisbet ve Verneaux (1970) sudaki NO_2 miktarının 1 mg/l'yi geçmesi halinde kirlenmenin başlamış olduğunu ileri sürmektedir. NO_2^- 'nin çoğunlukla doğal sularda konsantrasyonu düşüktür. Fakat organik pollusyonun ve oksijenin düşük olduğu yerlerde yüksek konsantrasyonlara ulaşabilmektedir. Araştırma alanında NO_2^- -N sonbaharda eser halde, mevsimsel ortalama olarak 0.014 mg/l olarak kaydedilmiştir. SKKY'ye göre göl suyu kalitesi II. sınıftır. Göl suyu balık yetiştiriciliği için uygun değeri taşımaktadır. İçme suyunda nitritin hiç olmaması gerekir.

Nitrat, oksijence zengin sularda azotun çok yaygın görülen mineral şekli olup, algal büyümeyi sınırlayabilen veya arttırabilen önemli bir faktördür. Yüzeysel sularda NO_3 miktarı düşük olup genellikle 1 mg/l'den azdır, bazen 5 mg/l'ye çıkabilmektedir (Anonim, 1981). Oligotrofik sularda azot miktarı düşük, ötrofik sularda ise oldukça yüksektir. Yapılan analizler sonucu Ulugöl'de ortalama NO_3^- -N 0.115 mg/l olup, SKKY'ye göre göl suyu kalitesi I. sınıftır. NO_3 alg ve yeşil bitkilerin gelişimini teşvik etmesi, dolayısıyla sazangiller gibi balıklara besin ve üreme ortamı oluşturması bakımından önemlidir. NO_3^- 'ün toksisitesi düşük olmakla birlikte, sudaki konsantrasyon miktarının 80 mg/l'nin üzerine çıkması halinde sazangiller için toksik etki yaratmaktadır (Svobodá ve ark., 1993). Ulugöl'de halen mevcut olan sazangiller türleri ve balıklandırma amacıyla bırakılan Abant alabalığı (*Salmo trutta abanticus*) için ekolojik şartlar uygundur. Oligotrofik özellikteki Ulugöl'de NO_3 miktarı içme suyu kalite standartlarında tavsiye edilen değerlerin oldukça altındadır.

Fosfor, doğal suların verimliliğini etkileyen besleyici minerallerin en önemlisidir. 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). Fosfat organik maddelerin bozunması, tarımda kullanılan gübrelerin yıkanarak suya karışması, evsel ve endüstriyel atıksuların su ortamına deşarjı veya sızıntı ile suya karışmaktadır. Fosfor su ortamında meydana gelen ötrofikasyonun en temel elementidir (Harper, 1992). Kirlenmemiş doğal sularda oldukça küçük miktarlarda bulunur ve göllerin ve-

rimliliğini belirler (Tepe ve Boyd, 2003). Özellikle fotosentez yapan ototrof ve heterotrof organizmaların büyümelerinde sınırlayıcı etki gösterir. Doğal sularda 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. Çoğu göllerde ortalama toplam fosfor içeriğinin 0.010 ile 0.030 arasında değiştiği bildirilmiştir (Tanyolaç, 2004). Fosfor özellikle yaz aylarında algal üremeden dolayı aşırı, kış aylarında ise az kullanılmaktadır. 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 10µg/l'den küçük ise göl oligotrofik, 10–20 µg/l ise mezotrofik, 20 µg/l'den büyük ise ötrofiktir. Ulugöl'de ortalama toplam fosfat 0.010 mg/l (10 µg/l)'dir. Bu değere göre oligotrofik özellik gösteren Ulugöl, mevsimsel olarak incelendiğinde oligotrofik-mezotrofik özellik taşımaktadır (3.0-18 µg TP/l). SKKY'ye göre su kalitesi I. sınıftır.

Suyun doğal anyonlarından olan sülfat, biyolojik verimin artması için doğal sularda bulunmalıdır. Sülfatın ortamda yeterince bulunmaması fitoplankton gelişimini engeller ve bitkilerin büyümesini yavaşlatır. Doğal göllerin sülfat değerleri 3-30 mg/l arasındadır (Atıcı ve Obalı, 1999). 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). Ulugöl ve çevresinde bir kirlilik kaynağı yoktur. Gölde ortalama 2.5 mg/l SO_4^- ölçülmüştür ve SKKY'ye göre su kalitesi I. sınıftır. SO_4^- değeri içme suyu kalite standartlarında tavsiye edilen değerlerin oldukça altındadır.

Klor canlı metabolizması için önemlidir. Tüm doğal suların önemli bir kimyasal bileşeni olan klorür iyonunun konsantrasyonu genellikle düşüktür. Tuzlu su girişi veya kirlenmenin olmadığı sularda klorür içeriği 10–20 mg/l arasında değişir. Ulugöl'de ortalama 4.25 mg/l Cl bulunmuştur ve SKYY'ye göre göl suyu I. kalitedir. Klorür iyonlarının miktarı sağlıklı su için bir göstergedir. Pek çok içme suyunda klorür miktarı 30 mg/l'yi geçmemektedir (Egemen ve Sunlu, 1996). Araş-

tırma alanındaki bulgular içme suyu kalite standartlarında tavsiye edilen değerlerin oldukça altındadır. Göl çevresinde tuzluluk oranını artıracak evsel, endüstriyel ve tarımsal atıksu girdisi yoktur.

Elektriksel iletkenlik (EC), sudaki toplam çözünmüş madde miktarının bir göstergesidir. İletkenlik jeolojik yapıya ve yağış miktarına bağlı olarak değişim gösterir, buna karşın sudaki besin tuzlarından etkilenmez (Temponeras ve ark., 2000). Balıkçılık açısından uygun olan suların EC değerleri genellikle 150-170 µS/cm arasında değişir (Bremond ve Vuichard, 1973). Araştırma alanında EC mevsimsel olarak 160-242 µS/cm olarak kaydedilmiştir. Karlı dönemde göle ulaşmamıştır. Kar sularının genellikle elektrik iletkenliği değerlerini düşürdüğü ifade edilmektedir (Savaş ve Cengiz, 1994). EC değeri, su ürünleri standartları ve yüzeysel su kaynaklarının kirlenmeye karşı korunması hakkındaki protokolde belirtilen (Uslu ve Türkman, 1987) değerlerin (150–500 µS/cm) arasında yer almaktadır.

Toplam çözünmüş katılar (TDS) doğal kaynaklardan, evsel ve endüstriyel atık sulardan ve tarımsal alanlardan kaynaklanır. Toplam çözünmüş katı madde miktarına katkıda bulunan başlıca iyonlar karbonat, bikarbonat, klorür, sülfat, nitrat, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum vb.dir. Ayrıca silt, kil, organik yapıdaki küçük partiküller, inorganik maddeler, çözünebilir organik bileşikler, plankton ve diğer mikroskobik organizmalar TDS'yi oluştururlar. TDS miktarı içme sularının tat, sertlik, korozyon gibi özelliklerini etkiler. Ulugöl'de ölçülen ortalama TDS değeri 117.14 ppm'dir. SKKY'ye göre I. sınıf su kalitesine uygundur. TS 266'da belirtilen 500 mg/l'lik değer de oldukça altındadır.

Suda bulunan askıda katı madde (AKM) miktarına etki eden faktörler fitoplankton yoğunluğu ve göle ulaşan sel sularıdır. AKM miktarının aşırı artması balıklarda solungaç gibi hassas dokuların zarar görmesine, yavru ve yumurta ölümlerine yol açmaktadır (Alabaster ve Lloyd, 1980). AKM alıcı su ortamlarına evsel ve endüstriyel atıksularla da taşınır. Bunun sonucunda suyun bulanıklığı artar, ışık geçirgenliği azalır, fotosentez olayı olumsuz yönde etkilenir. Sedimentasyon sonucu tabanda yaşayan bentik canlıların substratları olumsuz etkilenir. AKM değerinin, 25–80 mg/l arası normal olduğu, 80 mg/l'nin üstündeki değerlerin sudaki canlılar açısından sakıncalı olabileceği belirtilmektedir. Ulugöl'ün AKM miktarı ortalama 1.24 mg/l'dir.

En fazla sonbaharda (1.9 mg/l) kaydedilmiştir. Elde edilen bu değerlerin SKKY'de belirtilen ötrofikasyon kontrolü sınır değerlerinin (5-15 mg/L) altında olduğu görülmektedir. Alabalık yetiştiriciliği için de uygundur (<25). Göl orman içinde bulunduğundan, göle evsel ve endüstriyel atıksu ve erozyon girdisi olmadığından AKM miktarı çok az çıkmıştır.

Suların içinde erimiş halde bulunan kalsiyum ve magnezyum tuzlarından kaynaklanan sertlik (acılık), suyun içme, endüstri ve hizmet alanında kullanımı için önemli bir kalite özelliğidir (Tekbaş, 1999). Ulugöl'de ortalama sertlik değeri 111.25 mg CaCO₃/l olarak ölçülmüştür. İçme ve kullanma sularının sertlik sınıflandırılmasına göre gölün suyu yumuşak sudur (7.3 – 14.2 °FS). Suyun sertlik derecesinin sağlık üzerine zararlı bir etkisi yoktur.

Secchi diski derinliği (SD), su gövdesinde şeffaflığı belirlemek için kullanılan basit ve ucuz bir yöntemdir. Gölün trofik yapısının belirlenmesinde kullanılan önemli parametrelerdendir. Suyun berraklığı mevsimlere, suda asılı olan partiküllere, havanın rüzgârlı oluşu, gelen ışığın şiddeti ve gelme açısına, çevre yükseltisine ve su derinliğine bağlı olarak değişmektedir. Fitoplankton yoğunluğu ve göle ulaşan sel suları da bulanıklığı etkilemektedir. SD derinliği 4 m'den büyük olan göller oligotrof, 2-4 m ise mezotroftur. Ulugöl'de ortalama SD derinliği 2.99 m, ortalama fotik derinlik ise 8.07 m'dir. Ulugöl, bu parametre bakımından mevsimsel olarak incelendiğinde oligotrof-mezotrof göl özelliği göstermektedir.

Sonuç

Ulugöl, SKKY'ye göre değerlendirildiğinde I. kalite su sınıfı özelliği taşımaktadır. TS 266, EPA, WHO ve EC'nin içme suyu standartları ile karşılaştırıldığında uygun aralıklarda olduğu görülmektedir. Fiziko-kimyasal özellikler Ulugöl'ün trofik yapısının oligo-mezotrofik olduğunu göstermektedir. Ulugöl rekreasyonel ve ekoturizm kapsamında değerlendirilebilir çok özel bir lokalitedir. Ancak Tabiat Parkı içinde yer alan Ulugöl'ün sürdürülebilir kullanımı yönünden doğal güzelliği ve ekolojik özellikleriyle koruma altına alınması gereken önemli bir tatlısu rezervidir.

Kaynaklar

- Akyurt, İ., (1993). Balık Yetiştiriciliğinde Su Kalitesi Yönetimi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum, 67s.
- Alpbaz, A., (1984). Su Ürünleri Yetiştiriciliği, Genel Bilgiler ve Sazan Balığı Üretimi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:398, İzmir.
- American Public Health Association (APHA), (1985). Standard methods for the examination of water and wastewater, 16th ed. *American Public Health Association*, Washington, DC.
- Ananoim, (1981). Su ve Analiz Metodları, DSİ Basım ve Foto Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, 158 s.
- Arrignon, J., (1976). Aménagement Ecologique et Piscicole des Eaux Douces, Bordas, Paris, 322 p.
- Atıcı, T., Obalı, O., (1999). Susuz Göleti (Ankara) algleri ve su kalite değerlendirmesi, *Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, **19**(3): 99-104.
- Beklioğlu, M., İnce, O., Tüzün, I., (2003). Restoration of eutrophic Lake Eymir, Turkey, by external nutrient loading control-I, *Hydrobiologia*, **490**(1-3): 93-105. [doi:10.1023/A:1023466629489](https://doi.org/10.1023/A:1023466629489)
- Bremond, R., Vuichard, R., (1973). Parameters de la qualite des eaux: Ministere de la Protection de la Nature et de l'Environnement, Documentation, Française, Paris, 179 p.
- Carpenter, S.R., Lodge, D.M., (1986). Effects of submersed macrophytes on ecosystem processes, *Aquatic Botany*, **26**: 341-376. [doi:10.1016/0304-3770\(86\)90031-8](https://doi.org/10.1016/0304-3770(86)90031-8)
- Cirik, S., Cirik, Ş., (1999). Limnoloji, III. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi yayınları no: 21, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Cooke G.D., Welch E.B., Peterson S.A., Newroth P.R., (1993). Restoration and management of lakes and reservoirs, 2nd ed. Boca Raton, FL: Lewis Publishers.
- Dauba, F., (1981). Etude comperative de la fauna des poissons dans les ecosistemas de deux reservoirs: Luzech (Lut) et Chastang

- (Dordogone): These de troisieme cycle L'Institut National Polytechnique de Toulouse, 179 p.
- 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., Sunlu, U., (1996). Su kalitesi, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, (14), Bornova-İzmir.
- EPA, (2002). Ground water and drinking water, Environmental Protection Agency, U.S.
- Harper, D., (1992). Freshwaters Principles, Problems and Restoration, Chapman & Hall.
- Havens K.E., Fukushima T., Xie P., Iwakuma T., James R.T., Takamura N., (2001). Nutrient dynamics and the eutrophication of shallow lakes Kasumigaura (Japan), Donghu (PR China), and Okeechobee (USA), *Environmental Pollution*, **111**: 263–272. [doi:10.1016/S0269-7491\(00\)00074-9](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(00)00074-9)
- Henry, R., Tundisi, J.G., Curi, P.R., (1984). Effects of Phosphorus and Nitrogen Enrichment on the Phytoplankton in a tropical Reservoir, *Hydrobiologia*, **118**: 177-185.
- Hutchinson, G.E., (1944). Nitrogen in the Biogeochemistry of the Atmosphere, *American Scientist*, **86**: 201-214.
- Karakoç, G., Ünlü-Erkoç, F., Katırcıoğlu, H., (2003). "Water quality and impacts of pollution sources for Eymir and Mogan Lakes (Turkey)", *Environment International*, **29**: 21–27.
- Li, W., Yang Q., (1995). Wetland utilization in Lake Taihu for fish farming and improvement of lake water quality, *Ecological Engineering*, **5**: 107– 121.
- Moss, B., Stansfield J., Irvine K., Perrows M., Phillips G., (1996). Progressive restoration of a shallow lake: a 12-year experiment in isolation, sediment removal and biomanipulation, *Journal of Applied Ecology*, **33**: 71-86.
- Nikolsky, G.V., (1963). The Ecology of Fishes (Translated by L. Birkett), *Academic Press*, London and New York, 352 p.
- Nisbet, M., Verneaux, J., (1970). Composantes chimiques des eaux courantes, Discussion et proposition de classes en tant que bases d'interpretation des analyses chimiques, *Annales de Limnologie*, **6**(2): 161-190.
- Özdemir, M., (2006). Bolaman Çayı Havzası'nın Coğrafyası, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Türk Tarih Kurumu Yayınları, XXVII. dizi-sayı 6, Ankara.
- Özdemir, N., (1994). Tatlı ve Tuzlu Sularda Alabalık Üretimi, Fırat Üniversitesi, Yayın No: 35, Elazığ.
- Savaş, S., Cengiz, M., (1994). Köprüçay Irmağının Eğirdir Gölüne dökülen Kolunda Su Kalitesi Değişimi Üzerine Bir Araştırma, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **11**: 42-44.
- Scheffer, M., Hosper, S.H., Meijer, M. L., Moss, B., 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, Stuttgart.
- SKKY, (2004). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 31.12.2004 Tarih ve 25687 Sayılı Resmi Gazete, 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, Ankara.
- Tekbaş, Ö.F., (1999). Pratik Su Analizi ve Su Dezenfeksiyonu, Tıbbi Dökümantasyon Merkezi, Toplum Sağlığı Dizisi No:25, Ankara.
- Temponeras, M., Kristiansen, J., Moustaka-Gouni, M., (2000). Seasonal Variation in Phytoplankton Composition and Physical-Chemical Features of the Shallow Lake Doirani, Macedonia, Greece, *Hydrobiologia*, **424**: 109-122. [doi:10.1023/A:1003909229980](https://doi.org/10.1023/A:1003909229980)
- 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., Boyd, C.E., (2003). A Reassessment of Nitrogen Fertilization for Sunfish Ponds,

- Journal of World Aquaculture Society*, 34(4): 505-511.
- Thoman, R.V., Mueller, J.A., (1987). Principle of Surface Water Quality Modelling and Control, Harper and Row Publishers, New York.
- Tommaso, J.R., (1994). The toxicity of nitrogenous wastes to aquaculture animals, *Reviews of Fisheries Science*, 2: 291-314. [doi:10.1080/10641269409388560](https://doi.org/10.1080/10641269409388560)
- TS 266, (2005). Türk Standardı 266, insani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelik, sular-içme ve kullanma suları, Türk Standardları, Ankara.
- Uslu, O., Türkman, A., (1987). Su Kirliliği ve Kontrolü, T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları, Eğitim Dizisi 1, Ankara.
- WFD, (2000). Water Framework Directive (Su Çerçeve Direktifi), WFD 2000/60/EC.
- WHO, (1999). Guidelines for drinking-water quality, World Health Organization, Geneva.