



Eber Gölü (Afyonkarahisar) Su Kalitesinin Araştırılması

Numan Emre GÜMÜŞ^{1*} , Cengiz AKKÖZ² 

¹Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar ve Uygulamalar Merkezi, Karaman, Türkiye

²Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Konya, Türkiye

ÖZ

Eber Gölü konumu itibarı ile önemli sulak alanların başında gelmektedir. Akarçay havzasının tarımsal, evsel ve sanayi atıklarına maruz kalan bu nedenle de balık çeşitliliği neredeyse yok olmaya yüz tutan sığ bir sulak alanımızdır. Kritik durumu dolayısıyla araştırma alanı olarak seçtiğimiz Eber Gölü'nde farklı özellikte belirlenen beş istasyondan Nisan 2014-Şubat 2015 tarihleri arasında mevsimsel değişimi gözlemek amacıyla su örnekleri alınarak bazı fizikokimyasal parametrelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde Tek Yönlü Varyans Analizi ve Pearson Korelasyon Analizi istatistik metodları kullanılmıştır. Bulunan sonuçlar ulusal ve uluslararası kalite kriterlerinde yer alan limit değerlerle karşılaştırılmıştır. Eber Gölü'ndeki su kalitesi Su Kalitesi Kontrol Yönetmeliğine (SKKY) göre I-IV. sınıf arasında değişim göstermektedir. Eber Gölü'nün evsel, sanayi ve tarımsal etmenlerle kirlendiği tespit edilmiştir. Gerekli önlemler alınmazsa göl çok kısa sürede özelliğini kaybedecektir.

Anahtar kelimeler: Eber Gölü, su kalitesi, su kirliliği, su standartları

MAKALE BİLGİSİ

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Geliş : 26.10.2019

Düzeltilme : 07.01.2020

Kabul : 16.01.2020

Yayım : 27.08.2020



DOI:10.17216/LimnoFish.638567

* SORUMLU YAZAR

numanemregumus@hotmail.com

Tel : +90 506 414 79 29

Investigation Of Water Quality of Eber Lake (Afyonkarahisar)

Abstract: Eber Lake is one of the important wetlands due to its location. The lake is a shallow wetland that is exposed to agricultural, domestic and industrial wastes of the Akarçay basin and therefore fish diversity almost disappeared. Lake Eber was chosen as the research area due to its critical situation. It was aimed to determine some physicochemical parameters by taking water samples to observe the seasonal change between April 2014 and February 2015 from five stations that have different features in Lake Eber. One-Way Anova Test and Pearson Correlation Analysis statistical methods were used during the evaluation of the obtained results. The obtained results have been compared to the limit values included within the national and international quality criteria. The water quality in Eber Lake was found to be class I-IV according to Water Pollution Control Regulation (WPCR). Lake Eber was detected to be polluted by domestic, industrial and agricultural factors. If the necessary precautions are not taken, the lake will lose its property in a very short time.

Keywords: Eber Lake, water quality, water pollution, water standards

Alıntılama

Gümüş NE, Akgöz C. 2020. Eber Gölü (Afyonkarahisar) Su Kalitesinin Araştırılması. LimnoFish. 6(2): 153-163. doi: 10.17216/LimnoFish.638567

Giriş

Kıta içi tatlı su kaynakları, dünyada uygarlıkların kurulmasında ve karasal doğal hayatın korunmasında çok önemli rol oynar, çünkü su, tüm canlı organizmaların temel ögesi ve her türlü biyokimyasal reaksiyonun meydana geldiği ortamdır. Bütün uygarlıklar, genellikle büyük göller ya da büyük nehirlerin taşkın alanları gibi güvenilir bir tatlı su kaynağının yakınında kurulmak zorunda kalmış, bu son derece verimli sistemlerin sunduğu diğer hizmet ve ürünlerden de böylelikle yararlanabilmiştir (Moss 2004).

Göller, akarsular, barajlar ve tarımsal amaçlı sular gibi yüzeysel su kaynakları; halk sağlığı sucül ekosistemin devamlılığı ve tarımsal faaliyetler için oldukça önemlidir (Noori vd. 2018). Göl ve sulak ekosistemler, çeşitli antropojenik baskılar, besin tuzlarının aşırı artması sonucu oluşan ötrofikasyon, sanayi, evsel ve tarım kökenli toksikolojik kirlilik, göllere atmosfer yoluyla ulaşan ısı kirliliği gibi unsurlardan etkilenmektedir. Buna benzer insan faaliyetleri sonucunda tatlı sularda, kirlilik seviyelerinin arttığı gözlemlenmiştir (Atıcı vd. 2010).

Yüzeysel su kütlelerinin su akışı ve yeraltı suyu deşarjlarından kaynaklanan toksik kimyasallar ve aşırı besin maddeleri ile kirlenmesi, dünya çapında küresel bir çevre sorunudur (Uncumusaoğlu ve Akkan 2017; Akkan vd. 2019). Evsel, endüstriyel ve tarımsal aktivitelerden kaynaklanan kirlenmeler 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 (Taş 2006). Sürdürülebilir bir su yönetimi için su ortamında fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişimlerin periyodik olarak araştırılması gerekir (Özer ve Köklü 2019).

Eber Gölü'nü besleyen en önemli kaynak Akarçay'dır. Akarçay, Afyonkarahisar kanalizasyonu, Afyonkarahisar'daki bira, şeker ve süt ve süt ürünleri fabrikalarıyla, Et ve Balık Kurumu'na ait bir kombinanın, Bolvadin'de bulunan alkaloit ve emaye fabrikalarının, Afyon ve Bolvadin çevresindeki çok sayıda küçük sanayi tesisinin atıklarını Eber Gölü'ne taşımaktadır. Atık sular büyük ölçüde arıtılmamakta ya da arıtmada yetersiz kalmaktadır. Akarçay Türkiye su kalitesi kontrol yönetmeliğine (SKKY) göre IV. Sınıf kalitede suya sahiptir (DKMPGM 2008).

Eber Gölü'nde son yıllarda yoğun kirliliğe maruz

kalmış sığ göllerden biridir. Sığ göllerin karmaşık yapısının tanımlanması ve ötrofikasyona vereceği tepkinin belirlenmesi önemlidir. Bu sebeplerden dolayı çalışmamızda, doğal ve antropojenik baskı unsurları ile tehdit altında bulunan sığ bir göl olan Eber Gölü suyunda bazı fizikokimyasal parametreler incelenerek Eber Gölü'nün su kalitesinin mevsimsel olarak araştırılması kirlenme ile ilgili sorunlarının ortaya konulması ve gerekli tedbirlerin alınmasına katkı sağlamak amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışma alanı ve örnek alma noktaları

Eber gölü Türkiye'nin güneybatısında bulunan önemli bir sulama ve içme suyu kaynağı olup aynı zamanda 1. Derece Tabiat Sit alanıdır. Eber Gölü, Göller Bölgesi'nde, 38° 40' K ve 31° 12' D coğrafik koordinatları arasında ve Afyonkarahisar il merkezine 65 km uzaklıkta yer alan denizden yüksekliği 966 m olan tektonik bir göldür (DKMPGM 2008). Arazi çalışmasında gölü besleyen en önemli akarsu olan Akarçay girişi de olmak üzere gölün yapısını homojen olarak yansıtacak 5 noktadan seçilmiştir. Örnekler Nisan-2014 ile Şubat-2015 Ocak ayları arasında mevsimsel olarak toplanmıştır. Aşağıda istasyonların Eber Gölü üzerindeki konumları (Şekil 1) belirtilmiştir.



Şekil 1. Eber Gölü'nden örnek alınan istasyonlar

Figure 1. Sampling stations in Lake Eber

Fizikokimyasal analizler

Tüm istasyonlarda örnek alımları sırasında su numunelerinin sıcaklık, pH, iletkenlik ve çözülmüş oksijen değerleri her mevsim ölçüm cihazı (Hach Lange HQ40d) ile arazi esnasında ölçülmüştür. Arazi çalışmaları sırasında uygun kaplara alınan yeterli miktarda su numuneleri, uygun muhafaza koşulları altında laboratuvara getirilmiştir. Aynı gün içerisinde su

örneklerinde amonyum azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, klorofil-a, toplam fosfat, klorür, toplam sertlik, kalsiyum, magnezyum, sülfat, renk ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı seviyeleri Hach Lange markalı spektrofotometre (DR 2800) ile ölçülmüştür. Bulanıklık 2100AN Hach Lange cihazı ile ölçülmüştür. Askıda katı madde tayini APHA 1985' e ve klorofil-a Parsons ve Strickland 1963' e göre yapılmıştır.

İstatistiksel analizler

Elde edilen sonuçlarının istatistik analizleri için SPSS 15 paket programı kullanılmıştır. Fizikokimyasal değişkenlerin yıllık ortalama değerleri mevsimsel farklılık ve istasyonlar arasında istatistiksel farkların ortaya konması amacıyla normal dağılıma uygunluğu ve varyans homojenliği sağlandıktan sonra ikiden fazla grup olduğundan ANOVA testi yapılmıştır. ANOVA testinde aylar arasındaki farklılık Duncan çoklu karşılaştırma analizleri ile sınanmıştır. Analizlerde α anlam seviyesi 0,05 olarak değerlendirilmiştir. Parametrelerinin birbirleri arasında ki ilişkiyi

değerlendirmek için Pearson Korelasyon Analizi testleri uygulanmıştır.

Bulgular

Eber Gölü suyunda mevsimsel fizikokimyasal değerler belirlenmiştir ve istasyonların yıllık ortalama fizikokimyasal seviyeleri Tablo 2'de verilmiştir. Eber Gölü suyunun istasyonlar arası fizikokimyasal değerleri Tek Yönlü Varyans Analizi Testi ile kıyaslanmıştır (Tablo 3). Eber Gölü suyunun fizikokimyasal sonuçları SKKY (2015), TS 266 (2005), EPA (2009), EC (2015) ve WHO (2017) kalite değerleriyle kıyaslanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Ulusal ve uluslararası bazı su yönetmeliklerine göre kalite standartları

Table 1. Quality standards according to some national and international water regulations

	SKKY				TS 266	EC	WHO	EPA
	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 >	6,5-9,2	6,5-9,5	6,5-8,8	6,5-8,5
İletkenlik µS/cm	400	1000	3000	>3000	2500	2500	-	-
Çöz O ₂ (mg/L)	8	6	3	< 3	-	-	-	-
O ₂ sat (%)	90	70	40	<40	-	-	-	-
AKM	-	-	-	-	5	-	-	5
Bulanıklık (NTU)	-	-	-	-	5	-	5	-
Renk(Pt-Co)	5	50	300	>300	20	-	15	15
BOİ (mg/L)	4	8	20	>20	-	-	-	-
KOİ (mg/L)	25	50	70	>70	-	-	-	-
Cl(mg/lt)	25	200	400	> 400	250	250	250	250
SO ₄ ²⁻ (mg/lt)	200	200	400	> 400	250	250	250	250
Ca(mg/lt)	-	-	-	-	200	-	-	-
NH ₄ ⁺ N ⁻ (mg/lt)	0,2	1	2	> 2	0,5	0,3	-	-
NO ₂ N ⁻ (mg/lt)	0,001	0,06	0,12	> 0,3	0,5	0,5	0,2	-
NO ₃ N ⁻ (mg/lt)	5	10	20	> 20	50	50	50	45

“Eber Gölü suyunda mevsimsel olarak alınan örneklerin fizikokimyasal parametreleri arasındaki ilişki Pearson Korelasyon Analizi ile belirlenmiş ve Tablo 3’ de belirtilmiştir. Suda fizikokimyasal değişkenler arasındaki ilişkiler 0,05 anlam seviyesinde ($p < 0,05$), pH; çözülmüş O₂ ve O₂ doygunluğu ile pozitif yönde, toplam fosfat ve amonyum azotu ile negatif yönde, sülfat; çözülmüş O₂ doygunluğu ile pozitif yönde, toplam sertlik; BOİ₅

ile pozitif yönde, nitrit azotu; sıcaklık ve askıda katı madde ile pozitif yönde, toplam fosfat; nitrit azotu ile pozitif yönde, chl-a; Mg ile negatif yönde 0,01 anlam seviyesinde ($p < 0,01$) çözülmüş O₂; O₂ doygunluğu ile pozitif yönde, Klorür; renk ile pozitif yönde, Ca; sıcaklık ile pozitif yönde, Amonyum azotu; çözülmüş O₂ O₂ doygunluğu ile negatif yönde, Toplam Fosfat; sıcaklık ve Ca ile pozitif yönde korelasyon göstermektedir.

Tablo 2. Eber Gölü'nde istasyonlardan alınan suların fizikokimyasal parametrelerin yıllık ortalamaları ve anova sonuçları
Table 2. Annual averages and anova results of physicochemical parameters of water taken from stations in Eber Lake

Parametre	İstasyonlar				
	1 (Ort) (Min-Max)	2 (Ort) (Min-Max)	3 (Ort) (Min-Max)	4 (Ort) (Min-Max)	5 (Ort) (Min-Max)
Sıcaklık (°C)	13,82 ^a 9,3-20,7	14,1 ^a 8,3-23,7	13,82 ^a 7,2-22,2	14,15 ^a 8,5-21,6	17,4 ^a 12,6-27,8
pH	8,69 ^{bc} 8,04-9,72	9,44 ^a 9,37-9,53	9,22 ^{ab} 9,12-9,34	9,27 ^{ab} 9-9,53	8,13 ^c 7,72-8,65
İletkenlik (µS/cm)	1333 ^a 933-1907	1335 ^a 697-1880	1566 ^a 908-2280	1660 ^a 1008-2300	1740 ^a 706-2590
Çözülmüş O ₂ (mg/L)	<2 ^a <2-2,13	8,12 ^a <2-14,4	6,65 ^a <2-13,02	7,07 ^a <2-15,56	1,69 ^a <2-6,2
Oksijen Doygunluğu (%)	3,3665 ^a <2,6-44	48,21 ^a <2,6-142	35,388 ^a <2,6-132	34,22 ^a <2,6-156	16,260 ^a <2,6-62
Bulanıklık (NTU)	23,05 ^a 18,9-48,6	85,6 ^a 20,7-257	61,5 ^a 31,3-178	50,55 ^a 12,4-158	51,47 ^a 20,8-79,5
Renk(Pt-Co)	62,75 ^a 19,5-120	66,5 ^a 38-106	89,75 ^a 57-161	103,75 ^a 52-118	85,5 ^a 32-136
AKM (mg/L)	17,75 ^a 7,8-34,6	23,27 ^a 2,6-63,6	19,475 ^a 3-47,4	13,6 ^a 1,2-24,2	32 ^a 5,7-102
BOİ ₅ (mg/L)	1,8 ^a 1,6-1,9	1,67 ^a 1,58-1,78	1,6 ^a 1,56-1,86	3,65 ^a 3,5-3,8	3,22 ^a 3,1-3,3
KOİ (mg/L)	91,425 ^a 55,4-142	107,22 ^a 27,9-170	111,02 ^a 59,1-167	110,07 ^a 52,3-176	116,65 ^a 36,1-177
Klorür (Cl ⁻) (mg/L)	163,5 ^a 80,6-210	201,75 ^a 103-334	279 ^a 137-540	300 ^a 179-464	265,2 ^a 74,5-485
Sülfat (SO ₄ ²⁻) (mg/L)	90,4 ^a 80,6-97,9	121,35 ^a 77,4-167	123,9 ^a 95,6-172	126,25 ^a 105-168	106,67 ^a 87-126
Toplam Sertlik (°dH)	17,13 ^a 8,25-26,7	12,95 ^a 8,42-16,8	15,94 ^a 9,36-21,9	24,67 ^a 13,7-42,9	19,32 ^a 12,9-22,3
Magnezyum Mg ⁺² (mg/L)	32,95 ^b 14,4-68	25 ^b 14,3-32,2	36,75 ^b 19,1-58,9	40,05 ^b 24,9-56,9	25,1 ^a 12,7-35,2
Kalsiyum Ca ⁺² (mg/L)	54,975 ^a 26,7-79,9	51,15 ^a 36,4-66,8	53,025 ^a 35,2-77,4	58,025 ^a 30,8-102	96,725 ^a 71,1-117
Amonyum Azotu (NH ₄ ⁺ -N) (mg/L)	4,62 ^a 0,041-15,5	0,53 ^a 0,035-1,32	1,19 ^a 0,043-3,92	1,28 ^a 0,032-4,13	5,12 ^a 0,217-15,7
Nitrit Azotu (NO ₂ ⁻ -N) (mg/L)	0,81 ^a 0,02-3,17	0,857 ^a 0,021-3,25	0,8257 ^a 0,024-3,18	0,8207 ^a 0,022-3,19	0,9165 ^a 0,03-3,45
Nitrat Azotu (NO ₃ ⁻ -N) (mg/L)	0,72 ^a 0,6-0,9	4,02 ^a 0,4-14,7	0,47 ^a 0,3-0,6	0,55 ^a 0,4-0,7	1,47 ^a 0,1-0,3
Toplam fosfat (PO ₄) (mg/L)	1,55 ^a 0,3-3,66	1,45 ^a 0,58-2,66	1,16 ^a 0,38-2,52	1,54 ^a 0,44-2,38	3,19 ^b 0,54-8,35
Klorofil-a (mg/L)	31,475 ^a 4,4-83	51,825 ^a 4,7-115	8,725 ^a 1,9-24,9	12,875 ^a 1,4-34,5	36,6 ^a 5,4-94,6

* İstatistiki olarak aynı satırdaki farklı harfler istasyonlar arasındaki farkın önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0,05)

* Statistically, different letters on the same line indicate that the difference between stations is important (p <0.05).

Table 3. Eber Gölü suyunda tespit edilen fizikokimyasal parametrelerin birbirleri arasındaki ilişkiler ve pearson korelasyon katsayıları
Table 3. Relationships between physicochemical parameters determined in Eber Lake water and pearson correlation coefficients

	°C	pH	Çöz.O ₂	O ₂ sat	Renk	AKM	BOİ ₅	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	°dH	Mg ⁺²	Ca ⁺²	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ --N	PO ₄	Kl-a	
°C	1	-0,814	-0,477	-0,526	0,160	0,855	0,541	0,259	-0,204	0,204	-0,570	0,989**	0,623	0,930*	0,980**	0,285	
pH		1	0,895*	0,920*	0,102	-0,659	-0,336	0,086	0,689	-0,183	0,402	-0,866	-0,956*	-0,611	-0,905*	-0,168	
Çöz.O ₂			1	0,998**	0,339	-0,362	-0,105	0,396	0,922*	-0,105	0,238	-0,557	-0,984**	-0,237	-0,634	-0,132	
O ₂ sat.				1	0,309	-0,407	-0,129	0,355	0,900*	-0,112	0,258	-0,604	-0,991**	-0,288	-0,676	-0,129	
Renk					1	-0,225	0,693	0,969**	0,640	0,768	0,601	0,208	-0,258	0,022	0,023	-0,733	
AKM						1	0,058	-0,042	-0,220	-0,331	-0,855	0,793	0,476	0,946*	0,857	0,564	
BOİ ₅							1	0,609	0,162	0,892*	0,177	0,583	0,230	0,344	0,455	-0,209	
Cl ⁻								1	0,714	0,612	0,444	0,282	-0,296	0,183	0,106	-0,648	
SO ₄ ⁻²									1	0,132	0,298	-0,263	-0,860	-0,037	-0,390	-0,322	
°dH										1	0,582	0,294	0,164	-0,077	0,148	-0,556	
Mg											1	-0,470	-0,313	-0,765	-0,594	-	
Ca												1	0,693	0,867	0,983**	0,183	
NH ₄ ⁺ -N													1	0,389	0,757	0,174	
NO ₂ --N														1	0,883*	0,496	
PO ₄																0,333	
Kl-a																	1

* korelasyon 0,05 seviyesinde önemli (p < 0,05); ** korelasyon 0,01 seviyesinde önemli (p < 0,01). °C:Sıcaklık E.İ: Elektriksel İletkenlik, Çöz. O₂: Çözünmüş O₂, O₂ sat.: O₂ doygunluğu, AKM: Askıda katı madde, BOİ₅: Biyolojik oksijen ihtiyacı, Cl⁻: Klorür, SO₄⁻²: Sülfat, °dH: Toplam sertlik, Mg: Magnezyum, Ca: Kalsiyum, NH₄⁺-N: Amonyum azotu, NO₂--N: Nitrit azotu, PO₄: Toplam fosfat, Kl-a: Klorofil- a

Tartışma ve Sonuç

Sıcaklık, suyun kimyasal, fiziksel ve biyolojik aktivitelerini etkiler ve birçok etmenin konsantrasyonunu değiştirir. Sıcaklık ile sudaki organizmaların metabolizma, viskozite ve solunum hızı artar (Atıcı vd. 2005). Eber Gölü'nde çalışma sürecinde tespit edilen ortalama sıcaklık değerleri 13,8 °C'dir. Eber Gölü'nde en düşük sıcaklık kışın 3,6 °C en yüksek ise yazın 31 °C olarak tespit edilmiştir. Yazın beşinci istasyon haricinde SKKY (2015)'ye göre I-II. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Ülkemiz bazı göllerinde yapılan çalışmalarda Çavuşçu Gölü ortalama sıcaklığı 18,2 °C (Aşikkutlu vd. 2014), Derbent Baraj Gölü ortalama sıcaklığı 15,6 °C (Taş 2006), Yenişehir Gölü'nün sıcaklığı 14,6-29,7 °C arasında (Tepe 2009), Eber Gölü'nde ortalama 16,7 °C (Icaga 2007), Eğirdir Gölü'nde sıcaklık yaz mevsiminde 28,9 °C (şener vd. 2013) bulunmuştur. Bu alışmalarda Eber Gölü sıcaklık değerlerine benzer sonuçlar rapor edilmiştir. Yazın beşinci istasyonun su kalitesi sıcaklık değeri bakımından III. sınıfta olmasının en büyük nedeni Akarçay'ın göle bu noktadan giriş yapması ile istasyonda ki suların yoğun kirliliğe maruz kalması ve bu istasyonun aşırı sığlaşması olarak gösterilebilir. Çalışma boyunca sıcaklık değişimleri istatistiksel açıdan incelendiğinde örnekleme noktaları arasında belirgin bir istatistiksel fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

pH canlı yaşamını etkileyen önemli faktörler arasında yer almaktadır. Çalışma sürecinde ortalama pH değeri 8,69 (7,72-9,72) olarak bulunmuştur. pH ikinci, üçüncü ve dördüncü istasyonlarda tüm mevsimlerde SKKY (2015) ve EPA (2009) kriterlerini aşmıştır. Kışın birinci ve dördüncü ilkbahar da ikinci istasyonlarda EC (2015) kriterini aşmıştır. Çalışma boyunca pH değişimleri istatistiksel açıdan incelendiğinde beşinci istasyonda diğer örnekleme noktalarına göre anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Eber Gölü'nde ortalama pH değeri 9,25 olarak tespit edilmiştir (Yasan 2007). Bu değer çalışmamızda bulunduğumuz değerle uyumludur. Ülkemizdeki diğer çalışmalarda da benzer sonuçlar bulunmuştur. Sivas Kurugöl Gölü'nde 8,58-8,99 arasında (Mutlu vd. 2013), Işıklı Gölü'nde 6,79-9,57 (Tekin-Özan ve Aktan 2012), Apa Baraj Gölü'nde 7,83-9,66 (Öztürk ve Akköz 2014), Karkamış Baraj Gölü'nde 7,84-9,13 (Tepe ve Kutlu 2019) arasında bulunmuştur. Eber Gölü bazik karakterli su sınıfındadır. Suda ki pH değeri göldeki fotosentez miktarı ve gölün hidrojeolojik yapısı ile yakından ilişkidir (Garg vd. 2010). Sığ bir göl olmasından dolayı göl suyunda yıl boyunca aşırı fitoplankton gelişimi gözlenmiştir. Fitoplanktonun her mevsimde görülmesi pH değerinde yükselişine

neden olmuştur. pH değeri yüksekliği de gölün bazik karakterde olmasını açıklamaktadır.

Su kalitesi kontrolünde ve sucul hayatın devamlılığında takip edilen en önemli kriterlerden biri olan çözünmüş oksijen; sıcaklık, basınç ile birlikte bitkilerin fotosentez miktarına ve göllerin ötrofik durumuna göre farklılık gösterebilir (Köse vd. 2015). Çalışma sürecinde ortalama çözünmüş oksijen değeri $<2-15,56$ mg/L olarak bulunmuştur. Çözünmüş oksijen SKKY (2015) kriterine göre ilkbaharda birinci ve beşinci, sonbaharda birinci ve beşinci, kışın birinci dördüncü ve yazın bütün istasyonlarda IV. kalitede, kışın üçüncü istasyonda ise III. kalitede bulunmuştur. Çalışma boyunca çözünmüş oksijen ve oksijen doğunluğu değişimleri istatistiksel açıdan incelendiğinde örnekleme noktaları arasında belirgin bir istatistiksel fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Uluabat Gölü'nde yıllık ortalama çözünmüş oksijen II. kalite (Elmacı vd. 2010), Bafa Gölü'nde ortalama 5,5 mg/L (Yabanlı vd. 2011), Eğirdir Gölü'nde 7,27-10,93 mg/L arasında (Bulut ve Kubilay 2019) bulunmuştur. Basyiğit ve Tekin-Özan (2013) Karataş Gölü'nde yaz mevsiminde çözünmüş oksijenin azaldığını tespit etmişlerdir. Öztürk ve Akköz (2014) Apa Baraj Gölü'nde en düşük çözünmüş oksijen miktarını yazın 4,36 mg/L olarak ölçmüştür. Diğer göllerde de çözünmüş oksijen yazın düşmesine rağmen Eber Gölü'nde değerler doğal yaşamı tehdit edecek boyuttadır. Eber Gölü'nde Akarçay'ın göle giriş noktası olan beşinci istasyonun kış haricinde SKKY'ye göre IV. kalitede olması göle endüstriyel, tarımsal ve evsel atık suların karışımının fazla olduğu, askıda madde miktarının fazlalığı, örnek alınan mevsimlerde iklimin kurak geçmesi ve su seviyesinin düşmesi gibi nedenlerin çözünmüş oksijen ve oksijen doğunluğunu olumsuz yönde etkilediği düşünülebilir. Yazın tüm istasyonlarda çözünmüş oksijen ve oksijen doğunluğunun IV. kalitede olmasına sıcaklığın da etki ettiği söylenebilir. Özellikle yazın görülen balık ölümleri çözünmüş oksijen miktarının düşük olmasının göstergesi olabilir.

İletkenlik Eber Gölü'nde ortalama 1740 (697-2590) $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak bulunmuştur. Uslu ve Türkmen (1987)'nin su ürünleri için su kirliliği ve kontrol protokolünde verilen 150-500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığının çok üstünde bulunmuştur. Yazın beşinci istasyonda TSE (2005) ve EC (2015) kriterlerinin verdiği üst limit olan 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ geçtiği tespit edilmiştir. Çalışma boyunca iletkenlik değişimleri istatistiksel açıdan incelendiğinde örnekleme noktaları arasında belirgin bir istatistiksel fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Eber Gölü'nde elde ettiğimiz değerler tüm istasyonlarda elektriksel iletkenliğin kış mevsiminde düşmesinin

nedeni kış aylarında yağışların artması ve su sıcaklığının düşmesi olarak gösterilebilir.

Göl suyunda askıda bulunan organik atıkların büyük bir kısmı bitki kalıntıları, doğal ve tarımda kullanılan gübreler, humus, evsel ve endüstriyel kirli suların göle karışması ile meydana gelir. Yüzey suları taşıdıkları askıda ve çözünmüş maddelerin yoğunluğuna, yağış rejimine, planktonların çoğalma hızı ve yoğunluğuna göre renk bakımından farklılık gösterirler (Mert vd. 2008). Mutlu vd. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada Kurugöl' de askıda katı madde en düşük 0,05 mg/L ile Şubat, en yüksek 6,86 mg/L ile Eylül ayında bulunmuştur. Uluabat Gölü'nde Elmacı vd. (2010) yıllık ortalama askıda katı madde miktarını 38,27 mg/L olarak ölçmüşlerdir. Yaptığımız çalışmada askıda katı madde Eber Gölü'nde ortalama 21,2 (1,2-102) mg/L olarak bulunmuştur. Bu sonuç diğer çalışmalardan oldukça yüksektir. Askıda katı madde sonbaharda üçüncü ve kışın dördüncü istasyonlar haricinde TSE (2005) ve WHO (2017) kriterini aşmıştır. Çalışma boyunca askıda katı madde değişimleri istatistiksel açıdan incelendiğinde örnekleme noktaları arasında belirgin bir istatistiksel fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Eber Gölü'nde ortalama bulanıklık değeri 56,4 (5,2-257) NTU ölçülmüştür. Diğer çalışmalarda Bulut vd. (2012) Çivril Gölü'nde ortalama bulanık değerini 5,6 NTU, Bulut ve Kubilay (2019) Eğirdir Gölü'nde ortalama bulanıklık değerini 1,08 NTU olarak tespit etmişlerdir. Eber Gölü suyunda bulanıklık sonuçları tüm istasyon ve mevsimlerde TSE (2005) ve WHO (2017)' de verilen sınır değerlerden yüksek bulunmuştur. Eber Gölü'nde belirlenen istasyonlardan mevsimsel olarak alınan su örneklerinde renk değerleri en yüksek 161 Pt-Co ile yazın üçüncü ve dördüncü istasyonda, en düşük 32 Pt-Co ile sonbahar beşinci istasyonda bulunmuştur. Ortalama renk değerlerinde en yüksek değer ikinci istasyonda 103 Pt-Co, en düşük değer ise birinci istasyonda 62,7 Pt-Co ölçülmüştür. Elde edilen bütün renk değerleri TSE (2005), WHO (2017) ve EC (2015) kriterleri sınır değerlerini aşmıştır. Renk SKKY (2015) kriterlerine göre bütün istasyonlarda II. ve III. kalitede bulunmuştur. Çalışma boyunca bulanıklık ve renk değişimleri istatistiksel açıdan incelendiğinde örnekleme noktaları arasında belirgin bir istatistiksel fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Bulanıklık ve renk en yüksek değere yazın askıda katı madde ise en yüksek değerlere ilkbahar mevsiminde ulaşmıştır. Eber Gölü'nde ölçülen askıda katı madde, bulanıklık ve renk parametreleri mevsim değişimleri ile paralellik göstermektedir.

Sudaki sertlik büyük oranda temas ettiği toprak ve kaya yapılarından kaynaklanır. Yeryüzü üzerine düşen yağmur suları pek çok doğal suda bulunan katıları önemli oranda çözebilme yeteneğine sahiptir.

Genellikle sert sular toprak yüzeyinin kalın ve kireç taşı oluşumlarının bulunduğu bölgelerde meydana gelir. Yumuşak sular toprak yüzeyinin ince ve kireç taşı oluşumlarının seyrek olduğu veya hiç olmadığı bölgelerde meydana gelir. Sertlik çok değerlikli metal katyonlardan meydana gelmektedir. Başlıca sertlik oluşturan katyonlar iki değerlikli kalsiyum, magnezyum, stronsiyum, demir iyonu ve manganez iyonudur (Sawyer vd. 2003). Eber Gölü'nde çalışma sürecinde tespit edilen ortalama toplam sertlik değerleri 18,2 °dH (32,12 Fs°)' dir. Eber Gölü'nde ortalama magnezyum 31,97 mg/L' dir. Çalışma boyunca magnezyum değişimleri istatistiksel açıdan incelendiğinde beşinci istasyonda diğer örnekleme noktalarına göre anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Ülkemiz bazı göllerinde yapılan çalışmalarda da Eğirdir Gölü'nde 18-23 Fs° (Bulut ve Kubilay 2019), Çavuşçu Gölü'nde 9,07-13,36 °dH (Aşıkutlu vd. 2014), Kabalar Gölü'nde 26,7-31,8 Fs° (Sağın ve Şen 2018)' dir, Eber Gölü'nde ortalama kalsiyum 62,7 mg/L 'dir. Gaga Gölü' nde 47,22 mg/L (Taş 2011), Bayındır Baraj Gölü'nde 44 mg/L (Atıcı vd. 2005) bulunmuştur. Uluabat Gölü'nde 37,83 mg/L (Elmacı vd. 2010), Çavuşçu Gölü'nde 13,15 mg/L (Aşıkutlu vd. 2014) olarak bulunmuştur. Bu çalışmalarda Eber Gölü toplam sertlik, magnezyum ve kalsiyum değerlerine benzer sonuçlar rapor edilmiştir. Kalsiyum/magnezyum oranı kirlenmemiş sularda 4-5/1'dir, bu oran kirlenmeye maruz kaldığında değişim gösterir (Hütter 1984). Eber Gölü'nde bu oran genelde farklılık göstermiştir. Bu oranın jeolojik sebeplerden olabileceği gibi su kirliliğinden de kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Magnezyum sadece yaz mevsiminde ikinci istasyon haricinde TSE (2005) de verilen 50 mg/L sınır değerini aşmıştır. Kalsiyum TSE (2005) de verilen 200 mg/L sınır değerini hiç bir ölçümde geçmemiştir. Çalışma boyunca toplam sertlik ve kalsiyum istatistiksel açıdan incelendiğinde örnekleme noktaları arasında belirgin bir istatistiksel fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Yeni kirlenmiş sularda azotun büyük bir kısmı organik azot ve amonyak formundadır. Zaman geçtikçe organik azot yavaş yavaş amonyum azotuna dönüşür ve daha sonra eğer ortam aerobik ise amonyumun nitrit ve nitrate oksidasyonu meydana gelir. Bu süreç de çoğunlukla organik ve amonyum azotu içeren suların yakın zamanda kirlendiği düşünülür (Sawyer vd. 2003). Eber Gölü'nde amonyum azotunun yıllık ortalaması (2,55 mg/L) SKKY (2015)' ye göre IV. sınıftadır. TSE (2005) ve EC (2015) kriterlerini aşmıştır. Nitrit azotunun ortalama yıllık değeri (0,846 mg/L) SKKY (2015)' ye göre IV sınıftadır. TSE (2005), WHO (2017) ve EC (2015) kriterlerini aşmıştır. Nitrit organik kirliliğe maruz kalan oksijen seviyesinin az olduğu sularda

yüksek miktarda bulunabilir ve bu yüksek değerler evsel kirlenmenin neden olduğunu düşündürür (Egemen ve Sunlu 1999). Elde ettiğimiz düşük oksijen ve yüksek nitrit azotu bulguları kentsel atıkların ya hiç arıtılmadan ya da yeterli şekilde arıtılmadan deşarj edildiği ve bölgede kullanılan tarımsal ilaç ve gübrelerin Eber Gölü için yoğun bir baskı oluşturduğunu göstermektedir. Nitrat sularında, bitkisel ve hayvansal artıkların proteinlerinin ayrışması ile ortaya çıkan amonyağın oksitlenmesinden ve tarımda kullanılan nitratlı gübrelerden kaynaklanmaktadır (Barlas 2011). Nitrat azotunun ortalama yıllık değeri (1,45 mg/L) SKKY (2015)' ye göre I. sınıf içerisinde kalmıştır. TSE (2005), EC (2015), WHO (2017) ve EPA (2009) kriterlerini aşmamıştır. Çalışma boyunca amonyum azotu, nitrit azotu ve nitrat azotu değişimleri istatistiksel açıdan incelendiğinde örnekleme noktaları arasında belirgin bir istatistiksel fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Amonyum azotu, nitrit azotu ve nitrat azotu değerleri çözünmüş oksijen düşük olduğu yaz mevsimde diğer mevsimlere göre önemli derecede yüksek bulunmuştur.

Klorür tüm doğal sularında geniş bir konsantrasyon aralığında bulunur. Suyun mineral içeriği arttığında klorür konsantrasyonu da artar. Yüksek bölgelerdeki ve dağlardaki kaynak suları klorür açısından oldukça fakirken nehir ve yer altı suları genellikle bol miktarda klorür içerir (Sawyer vd. 2003). Aşıkutlu vd. (2014) Çavuşçu Gölü'nde ortalama klorür değerlerini SKKY (2015) kriterine göre I. sınıf kalitede bulmuşlardır. Mutlu vd. (2013) Kuru Gölü'nde ortalama klorür değerini 13,57 mg/L tespit etmişlerdir. Hazar Gölü'nde Ünlü vd. (2008) 354 mg/L ile 418 mg/L arasında bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda Eber Gölü'nde ortalama klorür değerleri 241,8 mg/L bulunmuştur. Eber Gölü suyunda klorür değerleri SKKY (2015) kriterine göre yazın üçüncü, dördüncü ve beşinci istasyonlarda IV. kalite de diğer mevsimlerde tüm istasyonlarda II. ve III. kalitede bulunmuştur. Klorür değeri TSE (2005), EC (2015), WHO (2017) ve EPA (2009) kriterlerine göre yazın ikinci, üçüncü, dördüncü, beşinci ve sonbahar üçüncü, dördüncü, beşinci istasyonlarda kriterlerinin sınır değerini aşmıştır. Çalışma boyunca klorür değişimleri istatistiksel açıdan incelendiğinde örnekleme noktaları arasında belirgin bir istatistiksel fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Buharlaştırmanın çok yağışın az olduğu yaz ve sonbahar mevsiminde klorür değerleri yüksek çıkmıştır. Göle giren temiz su kaynaklarının olmaması klorürün yüksek olmasına sebep olabilir. Elektriksel iletkenliğinde yüksek oluşu bulduğumuz klorür değerlerini doğrulamaktadır.

Sülfat özellikle bitki büyümesi olmak üzere biyolojik verimin artması için ortamda bulunmalıdır.

En önemli ekolojik görevi yeterli miktarda bulunmaması durumunda ortamda bulunan fitoplankton gelişimini olumsuz yönde etkiler (Tanyolaç 2000; Atıcı vd. 2005). Eber Gölü suyunda ortalama sülfat değeri 113 mg/L' dir. SKKY (2015) kriterine göre I. kalitede, TSE (2005), EC (2015), WHO (2017) ve EPA (2009) kriterlerinin belirlediği sınır değerlerin altındadır. Uluabat Gölü'nde ortalama sülfat değeri 54,8 mg/L (Elmacı vd. 2010), Eğirdir Gölü'nde ortalama sülfat değeri 26,57 mg/L bulunmuştur (Bulut ve Kubilay 2019). Eber Gölü'nde sülfat değerleri I. kalitede olsa da diğer göllere göre yüksek olması göl çevresinde yoğun ziraat yapılmasının sonucu olabilir. Çalışma boyunca sülfat değişimleri istatistiksel açıdan incelendiğinde örnekleme noktaları arasında belirgin bir istatistiksel fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Biyolojik oksijen ihtiyacı organik kirliliğin en önemli kriteridir. BOİ, ayrıştırılabilir organik maddelerin bakteriler tarafından, aerobik şartlarda, stabil hale getirilmeleri için gerekli oksijen miktarıdır (Sawyer vd. 2003). Eber Gölü'nde ortalama BOİ₅ değerleri 2,3 mg/L' dir. Eber gölü suyunda BOİ₅ değeri SKKY (2015) kriterine göre bütün istasyonlarda I. kalitede bulunmuştur. Kimyasal Oksijen İhtiyacı, evsel ve endüstriyel atık suların organik kirlilik derecesinin ölçülmesinde yaygın olarak kullanılır. KOİ değerleri BOİ değerlerinden her zaman yüksektir ve biyolojik bozunmaya dirençli organik materyallerin fazla miktarda bulunması durumunda arada ki fark daha da artabilir (Singh vd. 2005). Yüksek KOİ/BOİ oranı organik maddenin mikroorganizmalar tarafından ayrışmayan aşırı miktarının ifadesidir (Dişli vd. 2004). KOİ değeri SKKY (2015) kriterlerine göre kışın ikinci beşinci istasyonlarda II. kalite diğer mevsimlerde tüm istasyonlarda III. ve IV. kalitede bulunmuştur. Çalışma boyunca BOİ ve KOİ değişimleri istatistiksel açıdan incelendiğinde örnekleme noktaları arasında belirgin bir istatistiksel fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Yaz aylarında mikrobiyal kirlenmenin artmasıyla organik maddelerin bozunma hızı artmaktadır. Bu sebeple çözünmüş oksijen azalır ve KOİ artar. Kış aylarında yağışın ve rüzgar şiddetinin artmasıyla gölde sirkülasyon oluşur, gölü besleyen su kaynaklarının artması ile gölde tekrar oksijen seviyesi artar. Bu sonuç Eber Gölü'nde kışın azalan KOİ miktarını açıklamaktadır (Singh vd. 2005).

Klorofil-a ve toplam fosfat seviyeleri Thomann ve Mueller (1987) ve Carlson ve Simpson (1996) trofik statü endeksine göre değerlendirildiğinde hiperötrofik, OECD (1982) verimlilik düzeyine göre ötrofik ve hiperötrofik olduğu tespit edilmiştir. Çalışma boyunca Klorofil-a değişimleri istatistiksel açıdan incelendiğinde

örnekleme noktaları arasında belirgin bir istatistiksel fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Eber Gölü su kalitesinin fizikokimyasal analiz sonuçları SKKY (2015)'ye göre oksijen doygunluğu, KO_2 , BO_5 , çözülmüş oksijen, amonyum azotu, nitrit azotu, IV. sınıf, renk, klorür, III. sınıf, pH II. sınıf arasında değişmiştir. Carlson ve Simpson (1996) Trofik statü indeksine göre toplam fosfat ve klorofil-a parametreleri gölün hiperötrofik karakterde olduğunu göstermiştir. Akkan vd. (2018) Sıddıklı Baraj Gölünde yaptıkları çalışmada trofik seviyeyi Carlson trofik statü endeksine göre ötrofik seviyede tespit etmişlerdir.

Anova sonuçlarına göre çoğu parametre beşinci istasyonda istatistiki olarak önemli derecede yüksektir. Beşinci istasyonun Akarçay'ın göle giriş noktası olması Eber Gölü'nün Akarçay'dan kaynaklı yoğun bir kirlilik baskısı altında olduğunu göstermektedir. Yaz mevsiminde göl derinliğinin düşmesi ve çözülmüş oksijenin <2 mg/L'nin altında olması ikinci istasyon da balık ölümlerine neden olmuştur.

Sonuçlar incelendiğinde kirlilik parametrelerinin bölgesel ve zamansal değişimlerinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Eber Gölü bir bütün olarak ele alınmalı, havzadaki noktasal ve yayılı kirlilik kaynaklar belirlenmeli ve kontrol altına alınmalıdır. Akarçay havzasında bulunan Eber Gölü sulak alanı Afyonkarahisar organize sanayi bölgesi içinde ve dışında yer alan birçok sanayi tesisinin atık su arıtma sistemlerinin olmaması, verimli çalıştırılmaması ve atık suların arıtılmadan Akarçay'a deşarj edilmesi, bunun yanında jeotermal suların kullanım sonrası ve havzadaki tüm yerleşmelerin atık sularının Akarçay'a boşaltılması hem Akarçay'da hem de Eber sulak alanında su kirliliği sorununu ortaya çıkarmış, bu durum Eber sulak alanında doğal hayatı olumsuz etkilemiştir. Akarçayın kirlilik yükü açısından rehabilite edilmesi ve kabul edilebilir seviyelere çekilmesi aynı zamanda Eber Gölü Havzası'nın ve bağlı bulunduğu diğer ekosistemlerin sağlığı açısından katkı sağlayacaktır. Bunun yanında su kalite değişimlerini izleme ve değerlendirme amacıyla modelleme çalışmalarının yapılması alınacak tedbirlerin belirlenmesinde önemli rol oynayacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma Numan Emre GÜMÜŞ 'ün doktora tezinin bir kısmıdır. Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünce SÜBAP-14201044 koduyla ve Tübitak-BİDEB tarafından desteklenmiştir. Çalışmamız International

Symposium on EuroAsian Biodiversity (23-27 May 2016, Antalya) sempozyumunda sözlü olarak sunulmuştur.

Kaynaklar

- Akkan T, Yazıcıoğlu O, Yazıcı R, Yılmaz M. 2018. Assessment of irrigation water quality of Turkey using multivariate statistical techniques and water quality index: Sıddıklı Dam Lake. *Desalin Water Treat.* 115:261-270.
[doi:10.5004/dwt.2018.22302](https://doi.org/10.5004/dwt.2018.22302)
- Akkan T, Mehel S, Mutlu C. 2019. Determining the level of bacteriological pollution level in Yağlıdere Stream, Giresun. *LimnoFish.* 5(2):83-88.
[doi: 10.17216/LimnoFish.450722](https://doi.org/10.17216/LimnoFish.450722)
- APHA 1985. Standard methods for the examination of water and wastewater, 16th ed. Washington DC: American Public Health Association 40 p.
- Aşıkutlu B, Akköz C, Öztürk BY. 2014. Çavuşçu Gölü'nün (Konya/Ilgın) bazı su kalite özellikleri. *Selçuk Üniv Fen Fak Fen Derg.* 39:1-9.
- Atıcı T, Obalı O, Çalışkan H. 2005. Su kirliliğinin ve fitoplanktonik alg florasının Bayındır Baraj Gölü'nde kontrolü. *EgeFAS.* 22(1-2):79-82.
- Atıcı T, Obalı O, Altındag A, Ahiska S, ve Aydın D. 2010. The accumulation of heavy metals (Cd, Pb, Hg, Cr) and their state in phytoplanktonic algae and zooplanktonic organisms in Beyşehir Lake and Mogan Lake, Turkey. *Afr J Biotechnol.* 9(4):475-487.
- Barlas M. 2011. Su kalitesi tayin yöntemleri. *Yüksek Lisans Ders Notları, Muğla* 28 s.
- Basyiğit B, Tekin-Özan S. 2013. Concentrations of some heavy metals in water, sediment, and tissues of pikeperch (*Sander lucioperca*) from Karataş Lake related to physico-chemical parameters, Fish Size, and Seasons. *Pol J Environ Stud.* 22(3):633-644.
- Bulut C, Atay R, Uysal K, Köse E. 2012. Çivril Gölü yüzey suyu kalitesinin değerlendirilmesi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi-C, Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji,* 2(1):1-8.
- Bulut C, Kubilay A. 2019. Eğirdir Gölü (Isparta/Türkiye) su kalitesinin mevsimsel değişimi. *EgeFAS.* 36(1):13-23.
[doi: 10.12714/egejfas.2019.36.1.02](https://doi.org/10.12714/egejfas.2019.36.1.02)
- Carlson RE, Simpson J. 1996. A coordinator's guide to volunteer lake monitoring methods. *North American Lake Management Society,* 96 p.
- DKMPGM 2008. Akşehir Eber gölleri sulak alan yönetim planı (2008-2012). T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü.
- Dişli M, Akkurt F, Alicılar A. 2004. Şanlıurfa Balıklıgöl Suyunun Bazı Kimyasal Parametrelerinin Mevsimlere Göre Değişiminin Değerlendirilmesi. *Gazi Üniv Mühendislik-Mimarlık Fak Derg.* 19(3):287-294.
- EC 2015. European Communities. Commission directive 2015 CD (EU) 2015/1787 of 6 October 2015 amending annexes II and III to council directive 98/83/EC on the quality of water intended for human

- consumption. European Council, Brussels, Belgium.
- Egemen Ö, Sunlu U. 1999. Su kalitesi. Ege Üniv. Su Ürünleri Fakültesi Yayınları Yayın No:14. İzmir:Ege Üniversitesi Basımevi 150 s.
- Elmacı A, Topaç FO, Teksoy A, Özengin N, Başkaya HS. 2010. Uluabat Gölü fizikokimyasal özelliklerinin yönetmelikler çerçevesinde değerlendirilmesi. Uludağ Üniv Mühendislik-Mimarlık Fak Derg. 15(1):149-157.
- EPA 2009. United States Environmental Protection Agency. Edition of the drinking water standards and health advisories; [Erişim Tarihi: 06 Ocak 2020]. Erişim Adresi <http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/pdfs/3051a.pdf>
- Garg R, Rao R, Uchchariya D, Shukla G, Saksena D, 2010. Seasonal variations in water quality and major threats to Ramsagar reservoir, India. AJEST. 4(2):061-076.
- Hütter AL. 1984. Laborbücher Chemie. Wasser und Wasseruntersuchung, 2ndEd. Aarau, Berlin: Verlag Moritz Diesterweg 148 p.
- İcaga Y 2007. Fuzzy evaluation of water quality classification, Ecol Indic. 7(3):710-718. doi: 10.1016/j.ecolind.2006.08.002
- Köse E, Cicek A, Uysal K, Tokath C, Emiroglu O, Arslan N. 2015. Heavy Metal accumulations in water, sediment, and some cyprinid species in Porsuk Stream (Turkey). Water Environ Res. 87(3):195-204. doi: 10.2175/106143015X14212658612993
- Mert R., Bulut S. Solak K. 2008. Apa Baraj Gölü'nün (Konya) bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırılması. Afyon Kocatepe Üniv Fen Bil Derg. 8(2):1-10.
- Moss B. 2004. Sığ ve derin göllerin ötrofikasyonu ve restorasyonu. Beklioğlu M. editör. Sığ göl sulak alanları, ekoloji, ötrofikasyon ve restorasyon. Ankara: ODTÜ. s.31-37.
- Mutlu E, Demir T, Kutlu B, Yanık T, 2013. Determination of water quality parameters in Sivas-Kurugöl Lake. TURJAF, 1(1):37-43. doi: 10.24925/turjaf.v1i1.37-43.2
- Noori R, Berndtsson R, Hosseinzadeh M, Adamowski JF, Abyaneh MR. 2018. A critical review on the application of the national sanitation foundation water quality index. Environ Pollut. 244:575-587. doi: 10.1016/j.envpol.2018.10.076
- OECD 1982. Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. Paris: Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD) 156 p.
- Özer Ç, Köklü R. 2019. Aşağı Sakarya nehri su kalitesinin sulama suyu açısından değerlendirilmesi. DACD, 5(2):237-246. doi: 10.21324/dacd.483146
- Öztürk BY, Akköz C. 2014. Investigation of water quality of Apa dam lake (Çumra-Konya) and according to the evaluation of PCA. Biodicon. 7(2):136-147.
- Parsons RT, Strickland JD. 1963. Discussion of spectrofotometric determination of marine plant pigments with revised equations for ascertaining chlorophyll and carotenoids. J Mar Res. 21(3):155-163. doi: 10.1016/0011-7471(65)90662-5
- Sağın MB, Şen D. 2018. Kabalar Göleti (Kastamonu)'nin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. Fırat Üniv Fen Bil Derg. 30(2), 37-43.
- Sawyer CN, McCarty PL, Parkin GF. 2003. Chemistry for environmental engineering and science. fifth ed. New York: McGraw-Hill Inc. 152 p.
- Singh KP, Mohan D, Singh VK, Malik A. 2005. Studies on distribution and fractionation of heavy metals in Gomti river sediments—a tributary of the Ganges, India. J Hydrol. 312(1):14-27. doi: 10.1016/j.jhydrol.2005.01.021
- SKKY (Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği) 2015. Yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik. Yayımlandığı resmi gazete: Tarih 15 Nisan 2015, Resmi gazete no: 29327
- Şener Ş, Davraz A, Karagüzel R. 2013. Evaluating the anthropogenic and geologic impacts on water quality of the Eğirdir Lake, Turkey. Environ Earth Sci. 70(6):2527-2544. doi: 10.1007/s12665-013-2296-0
- Tanyolaç J. 2009. Limnoloji (Tatlısu Bilimi). Ankara: Hatipoğlu Yayınevi, 297 s.
- Taş B. 2006. Derbent Baraj Gölü (Samsun) su kalitesinin incelenmesi. Ekoloji, 15(61):6-15.
- Taş B. 2011. Gaga gölü (Ordu, Türkiye) su kalitesinin incelenmesi. Karadeniz Fen Bilimleri Derg. 1(3):43-61.
- Tekin-Özan, S, Aktan N. 2012. Relationship of heavy metals in water, sediment and tissues with total length, weight and seasons of Cyprinus carpio L., 1758 from Işikli Lake (Turkey). Pak J Zool. 44(5):1405-1416
- Tepe Y. 2009. Reyhanlı Yenişehir Gölü (Hatay) su kalitesinin belirlenmesi. Ekoloji 18(70):38-46.
- Tepe R, Kutlu B. 2019. Examination water quality of Karkamış Dam Lake. TURJAF. 7(3), 458-466. doi: 10.24925/turjaf.v7i3.458-466.2409
- Thomann RV, Mueller JA. 1987. Principles of surface water quality modeling and control. New York: Harper & Row 644 p.
- TSE -TS 266 2005. İnsani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelik, sular-içme ve kullanma suları: Türk Standartları. Ankara.
- Uncumusaoğlu AA, Akkan T. 2017. Assessment of water quality of Yağlıdere Stream (Turkey) using multivariate Statistical techniques. Pol J Environ Stud. 26(4):1715-1723. doi: 10.15244/pjoes/68952
- Uslu O, Türkmen A. 1987, Su Kirliliği ve Kontrolü. Ankara: TC Başbakanlık, Çevre. Gnl. Müd. Yayınları, 364 s.
- Ünlü A, Çoban F, Tunç MS. 2008. Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik-kimyasal

- parametreler açısından incelenmesi. Gazi Üniv Müh Mim Fak Derg. 23(1):119-127.
- WHO (World Health Organization) 2017. Guidelines for drinking- water quality; [Erişim Tarihi: 06 Ocak 2020]. Erişim Adresi <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254637/9789241549950-eng.pdf?sequence=1>
- Yabanlı M, Turk N, Tenekecioglu E, Uludag R. 2011. Bafa Gölü'ndeki toplu balık ölümleri üzerine bir araştırma. Sakarya Üni Fen Bil Enst Derg. 15(1):36-40.
- Yasan AB. 2007. Eber (AFYON) Gölü'nün trofik statüsünün tespiti. [Yüksek Lisans Tezi]. Ankara Üniversitesi, 71 s.