



Investigation of Anionic Detergent Pollution in Sarikum Lake (Sinop)

Zeynep Hasançavuşoğlu^{1,a}, Ayşe Gündoğdu^{1,b,*}

¹Faculty of Fisheries, Sinop University, 57000 Aklıman/Sinop, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 20/05/2019 Accepted : 29/08/2019</p> <p>Keywords: Eutrophication Physico-chemical Sarikum Lake Sinop Black Sea Region</p>	<p>The study was aimed to determine the anionic detergent pollution level and some physico-chemical parameters (pH, salinity, dissolved oxygen, total dissolved substance, conductivity, temperature, phosphate, oxidation reduction potential) seasonally in Sarikum Lake, which is located in Sinop province between November 2016 and July 2017. According to one-year measurement data, the highest of anionic detergent concentration was 0.056 mg / L and the lowest value was 0.021 mg / L. The classification of the results was made in accordance with the Water Pollution Control Regulation (2008) and Surface Water Quality Regulation (2016). In the study, Water quality is equivalent to Class I (high quality) in terms of anionic detergent, pH and temperature values but are equivalent to Class II (a bit dirty) and III (dirty) in point of dissolved oxygen, total dissolved matter and phosphate phosphorus values. In addition, it is equivalent to Class IV (very dirty) with regard to conductivity value. Detergent pollution coming from the settlements of Sarikum Lake is observed to be low in contrast to expectations, while the high phosphorus value shows that the ecosystem living in the lake is exposed to agricultural pollution especially in terms of environmental resources.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(11): 1825-1833, 2019

Sarikum Gölü'nde (Sinop) Anyonik Deterjan Kirliliğinin Belirlenmesi[#]

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>[#]Çalışma Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tez "Sarikum Gölü'nde Ötrofikasyona Neden Olan Kirlenmeler ve Kaynakları" verilerinden üretilmiştir.</p> <p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 20/05/2019 Kabul : 29/08/2019</p> <p>Anahtar Kelimeler: Ötrofikasyon Fiziko-kimyasal Sarikum Gölü Sinop Karadeniz Bölgesi</p>	<p>Çalışmada Kasım 2016- Temmuz 2017 tarihleri arasında Sinop il sınırları içerisinde bulunan Sarikum Gölü'nde anyonik deterjan kirlilik düzeyi ve bazı fiziko-kimyasal parametrelerin (pH, tuzluluk, çözünmüş oksijen, toplam çözünmüş madde, iletkenlik, sıcaklık, fosfat, oksidasyon redüksiyon potansiyeli) mevsimsel olarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Bir yıllık ölçüm verilerine göre, anyonik deterjan konsantrasyonun, en yüksek değeri 0,056 mg/L ile en düşük değeri ise 0,021 mg/L aralığında olduğu saptanmıştır. Sonuçların sınıflandırılması Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (2008) ile Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (2016)'ne göre yapılmıştır. Çalışmada anyonik deterjan, pH, sıcaklık değerleri yönünden I. sınıf (Yüksek kaliteli) su kalitesinde; çözünmüş oksijen, toplam çözünmüş madde, fosfat fosforu değerleri açısından II. (kirlili) ve III. (kirlili) sınıf su, iletkenlik değeri açısından ise IV. sınıf (Çok kirlili) su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. Sarikum Gölü'nde belirlenen istasyonların yerleşim yerlerinden gelen deterjan kirliliği beklenenin aksine düşük değerde gözlemlenirken, fosfat fosforu değerinin ise yüksek çıkması gölde yaşayan ekosistemin çevresel kaynakları yönünden özellikle tarımsal kirliliğe maruz kaldığını göstermektedir.</p>

^a zeynepbozdogan@sinop.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-4564-012X> | aysegundogdu57@hotmail.com

^c <https://orcid.org/0000-0003-1323-1003>



Giriş

Dünyada ve ülkemizde doğal kaynakların başında gelen denizler, göller, akarsular, göletler ve barajlar gibi sulak alanlar çok önemli ekosistemleri barındırmaktadır. Sulak alanlar karbondioksit ve su döngüsündeki önemi nedeniyle içinde yaşayan su ürünleri ve çevresindeki bazı canlı gruplarının tüm yaşamını etkileyen önemli alanlardır (Findlay ve Sinsabaugh, 2003).

Son yıllarda teknolojinin gelişmesi ile birlikte endüstriyel, evsel, tarımsal, faaliyetlerin baskısı ve nüfus artışının meydana getirdiği düzensiz kentleşme kirlilik oluşturmaktadır. Tarımsal atık sular ile tarımsal topraklardan drenajla ve yağmur sularıyla gelen azot, fosfor ve deterjan miktarı her geçen gün artış göstermektedir. Ayrıca deterjanlar da yapılarındaki fosfatlar nedeniyle su ekosisteminde fosfor artışına sebep olmakta ve ekosistemlere zarar vermektedir (Vural ve Kumbur, 1982; Patin, 1985; Yıldız ve ark., 2000; Minareci ve ark., 2009a; Mutlu ve ark., 2013; Mutlu, 2019).

Deterjanlar, genellikle evlerde temizleme işlerinde, deri, kağıt, tekstil, kozmetik ve lastik endüstrilerinde, fotoğrafçılıkta, çamaşırhanelerde, süt ve meşrubat fabrikalarında şişe yıkama işlerinde kullanılırlar. Deterjanların içerisinde yüzey aktif özelliğe sahip olan organik maddeler bulunmaktadır. Deterjan aktif maddesi boşaltıldıkları alıcı sularda biyokimyasal reaksiyonlarla ayrışır ve bu ayrışma sırasında ortamdaki çözünmüş oksijeni tüketirler. Bu nedenle deterjanlar reaksiyonlar sırasında ani oksijen eksikliğine neden olabilmektedirler. En sık kullanılan yüzey aktif maddeler anyonik yüzey aktif maddelerdir ve dünya üretiminin yaklaşık %50'sini temsil etmektedirler. Deniz suyundaki deterjan derişimleri lethal dozun altında bulunsu bile birçok türün evrimindeki basamaklarda etkili olabilmektedir. Deniz suyundaki deterjan miktarının 0.1 gr/m³'ten fazla olması halinde organizmalara toksik etkiler yapacağı belirtilmektedir. Özellikle yumurta ve larvaların gelişmelerinde etkileri oldukça önemlidir (Egemen, 2000, Minareci, 2007).

Gündoğdu ve arkadaşlarının (Gündoğdu ve ark., 2018a) Sırankarağaçlar deresinde anyonik deterjan kirliliğini araştırdıkları çalışmada, deterjan konsantrasyonunun yüksek ve oksijen içeriğinin düşük olduğu bildirilmiş ve suda yaşayan hassas organizmalar için tehlikeli olabileceği vurgulanmıştır. Dere suyunun, özellikle anyonik deterjan ve doymuş oksijen açısından baskı altında olduğunu, dereyi tehdit eden kirlilik kaynaklarının öncelikle insan ve tarımsal faaliyetleri içeren çevresel faktörler olabileceğini belirtmişlerdir. Sinop'ta bulunan Karasu Deresi'nin anyonik deterjan konsantrasyonunun belirlendiği başka bir çalışmada ise anyonik deterjan konsantrasyonundaki değişim, yerleşim yerlerindeki nüfus artışı ve artan yağışlar nedeniyle kimyasalların karasal alanlardan nehir alanlarına geçmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Gündoğdu ve ark., 2018b). Gediz Nehrinde deterjan kirliliğinin araştırıldığı bir diğer çalışma sonucunda ise genel olarak evsel atık yükü fazla olan ve yerleşim yerlerine yakın istasyonlarda deterjan konsantrasyonlarının arttığı belirtilmiştir (Mineraci, 2007).

Deterjanlardan kaynaklanan fosfatın alıcı sulara başlıca etkisi ötrofikasyondur. Ötrofikasyon; sucul sisteme deterjanlar, gübreler veya kanalizasyon yoluyla özellikle fosfat gibi yapay veya doğal besleyici elementlerin eklenmesine ekosistemin tepkisidir (Findlay ve Sinsabaugh,

2003). Besleyici elementlerin artışı, alglerin çoğalmasına ve suda çözünmüş oksijenin azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca sularda alg fazlalığından meydana gelen görüntü kirliliğinin ortaya çıkmasına sebep olabilmektedirler. Alglerin biyokimyasal çevrimler sonucu tekrar parçalanması ile azot ve fosfor açığa çıkmakta ve bunlar tekrar çevrime dahil olmaktadır (Gündoğdu ve Erdem, 1995; Boztaş ve ark., 2012). Böyle bir ortamda; oksijenin azalması, renk değişimi, bulanıklık, dipte aşırı birikimler, canlı türü sayısında azalma, bozunma ve kokuşma gözlenmekte ve ortam giderek kullanılamaz hale gelmektedir (Egemen, 2000).

Bu çalışma Sinop il sınırları içerisinde yer alan Sarıkum Gölü ve göle kaynak oluşturan derelerin su örneklerinde anyonik deterjan kirliliği ve bazı fiziko-kimyasal parametre ölçümleri yapılarak, yerleşim ve tarımsal alanlara yakın olan gölün durumunun belirlenmesi ve kirliliğin oluşum kaynaklarının tespit edilmesinin sonucu olarak gerekli çözüm önerilerinde bulunulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışma, Kasım 2016 ve Ağustos 2017 tarihleri arasında bir yıl boyunca mevsimsel olarak planlanmıştır. Sarıkum Gölü'nün su kalitesini belirlemek amacıyla; göle su kaynağı sağlayan derelerden, Sarıkum Gölü'nden ve deniz bağlantı kanaldan olmak üzere farklı özelliklere sahip 7 istasyondan su örnekleri alınmış ve bazı fizikokimyasal ölçümler yapılmıştır. Su örneklerinde; pH, tuzluluk, çözünmüş oksijen (ÇO), toplam çözünmüş madde (TDS), iletkenlik, sıcaklık, fosfat fosforu (PO₄⁻³-P), oksidasyon redüksiyon potansiyeli (ORP) ve anyonik deterjan analizleri yapılmıştır.

Araştırma Bölgesinin Özellikleri

Sarıkum Gölü; Sinop Yarımadasının batısında ve il merkezine 21 km uzaklıktadır. Karaduman'ın (1993) verdiği bilgilere göre, önceki yıllarda ortalama 160 cm olarak ölçülen göl derinliği, 1993'te 100 cm olarak tespit edilmiştir. Ayrıca Sarıkum Tabiatı Koruma Alanı, 102 hektarı göl ve 82 hektarı bataklık olmak üzere, toplam 184 hektarlık bir sahayı kaplamaktadır. (Yılmaz, 2005). Ülkemizde uluslararası öneme sahip sulak alanlardan olan ve Tabiatı koruma alanları içerisinde bulunan bir göldür. Küçük akarsularla beslenen gölün fazla suları denize dökülmektedir (ÇŞİM, 2012). Sarıkum Gölü, esas olarak güneyden Dereönü ve doğudan da Keçi Deresi ile beslenmektedir. Bunlar mevsimlik akarsular olup, yazın kurumaktadırlar. Göl fazla sularını, kuzey kesiminde bulunan bir kanal ile denize ulaştırmaktadır. Göl çevresinde yerleşim yerlerinin bulunması, bilinçsizce yapılan tarımsal faaliyetlerin etkileri ve evsel atıkların zaman zaman göl çevresine bırakılması sonucu, gölde kirliliğin giderek artmasına ve tür çeşitliliğinin azalmasına neden olabileceği kaygısını yaratmaktadır. Göl'ün su kalitesinin ve etkilerini belirleme çalışmalarında, anyonik deterjan ve fiziko-kimyasal açıdan değerlendirilmesi suyun o anki durumu hakkında bilgi vermesi açısından oldukça önemlidir. Göl ve çevresindeki istasyonlar belirlenirken, göle derelerden gelen deşarj noktaları ve denizden kanal yoluyla bağlantısı olan noktalar göz önüne alınarak örnekleme istasyonları (Şekil 1, Çizelge 1) belirlenmiştir (Hasançavuşoğlu, 2018).

Ölçülen Fizikokimyasal Parametreler

Çalışmada, pH, tuzluluk (PSU, ppt), ÇO (mg/L), TDS(mg/L), iletkenlik ($\mu\text{s}/\text{cm}$), sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$), ORP (mV), Hanna Multiparametre cihazı ile arazide anlık ölçümleri yapılmış diğer fizikokimyasal parametreden PO_4^{3-}P mg/L analizi (spektrofotometrik yöntemle) atık sularda Standart Metodlara göre yapılmıştır (TSE, 2005; APHA, 1965; APHA, 1981; Egemen ve Sunlu, 1996).

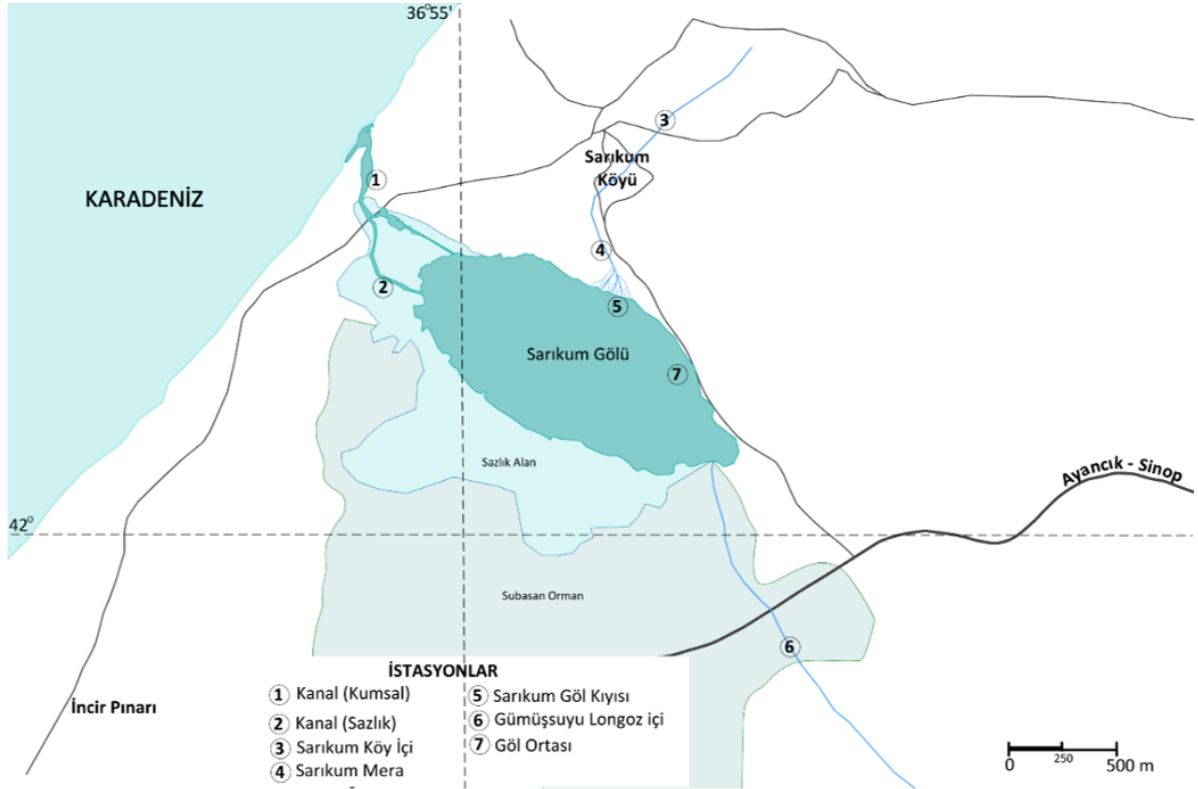
Anyonik Deterjan Tayini

Metilen mavisi ve etken maddeleri (MBAS) olarak anyonik yüzey aktif maddenin toplam konsantrasyonlarının miktarını belirlemek amacıyla kolorimetrik Metilen mavisi yöntemi ile yapılmıştır (Leithe, 1973). Su numunesi, fosfat tamponu (Na_2HPO_4 , pH = 10), H_2O_2 nötr metilen mavisi ve kloroform karışımı ayırma hunisi içerisinde çalkalanmıştır. İki faza ayrılan çözeltide kloroform fazı, ikinci bir ayırma hunisinde bulunan su ve asidik metilen mavisi karışımına alınmıştır. İşlem ikinci kez kloroform ilave edilerek tekrarlanmıştır. Asitli çözeltiden elde edilen kloroform fazı bir cam pamuğundan süzülerek balon joje içerisinde toplanmıştır. Absorbans ölçümleri spektrofotometre cihazı

(Shimadzu, UV1800) yardımıyla 652 nm de yapılarak kayıt edilmiştir. Sodyum sülfosüsinik asit dioktil esteri ($\text{C}_{20}\text{H}_{37}\text{NaO}_7\text{S}$) standart çözeltilerinden yararlanılarak kalibrasyon grafiği çizilmiş ve örneklerin konsantrasyonları hesaplanmıştır (APHA, 1981; Egemen ve Sunlu, 1996).

İstatistiksel Analizler

Arazi çalışmalarında su kalitesini belirlemek ve değerlendirmek için incelenen fizikokimyasal parametreler sonucunda elde edilen bulguların aritmetik ortalamaları, standart hataları Excel programında hesaplanmış, İstatistiksel analizlerin yapılmasında ise Minitab 17 Paket istatistik programı kullanılarak, pH, tuzluluk, ÇO, TDS, iletkenlik, sıcaklık, PO_4^{3-}P , ORP ve anyonik deterjan konsantrasyonlarının istasyonlar arasında ve mevsimler arasında önemli farklılık gösterip göstermediğinin saptanması amacıyla varyans analizi (Two-way ANOVA) yapılmıştır. Anlamlı farklılıkların hangi istasyonlarda ve mevsimlerde olduğunun belirlenmesi amacıyla da "Tukey Testi" uygulanarak katsayılarının değerleri $P < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1 Sarıkum Gölü çalışma alanı ve örnek alma istasyonları, Karadeniz Bölgesi-Sinop (Hasançavuşoğlu, 2018)
Figure 1 Sarıkum Lake Study area and sampling stations, Black Sea Region-Sinop (Hasançavuşoğlu, 2018)

Çizelge 1 Sarıkum Gölü İstasyonlar ve Koordinatları

Table 1 Sarıkum Lake Stations and Coordinates

İstasyon No	İstasyon Adı	Koordinatları	
1. İst	Kanal Kumsal	42°01'26,70"N	34°54'31,60"E
2. İst	Kanal Sazlık	42°01'15,90"N	34°54'32,10"E
3. İst	Sarı Kum Köy İçi	42°01'22,39"N	34°55'26,06"E
4. İst	Sarı Kum Mera	42°01'17,80"N	34°55'19,80"E
5. İst	Sarı Kum Göl Kıyısı	42°01'07,70"N	34°55'16,90"E
6. İst	Gümüşsuyu Longoz İçi	42°00'10,77"N	34°55'47,02"E
7. İst	Sarı Kum Göl Ortası	42°00'47,80"N	34°55'43,00"E

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada, belirlenen pH, sıcaklık, iletkenlik, tuzluluk, ÇO, PO₄³⁻-P parametrelerin ölçümleri istasyonlarda anlık olarak yerinde yapılırken, anyonik deterjan analizi

laboratuvarda yapılmıştır. Arazi çalışmalarının yapıldığı 1 yıllık periyot boyunca gölün sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz aylarındaki değişimleri araştırılmıştır. Çalışmada elde edilen ölçüm ve analiz sonuçları aşağıda Çizelge 2, 3, 4 'te, verilmiştir.

Çizelge 2 Sarıkum Gölünün Mevsimsel Anyonik Deterjan (mg/L) ortalama değerleri, standart hataları (X±SD).

Table 2 Monthly mean and standard deviation (X±SD) values of Anionic Detergent (mg/L) and minimum, maximum values in Sarikum Lake

Parametre	İST	Mevsimler			
		Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
Anyonik deterjan (mg/L)	1	0,033±0,009 ^{aB}	0,023±0,002 ^{aB}	0,021±0,001 ^{aB}	0,022±0,001 ^{aB}
	2	0,056±0,012 ^{aA}	0,055±0,000 ^{aA}	0,047±0,003 ^{aA}	0,046±0,002 ^{aA}
	3	0,047±0,009 ^{aA}	0,045±0,001 ^{aA}	0,043±0,005 ^{aA}	0,042±0,004 ^{aA}
	4	0,047±0,008 ^{aA}	0,052±0,003 ^{aA}	0,051±0,002 ^{aA}	0,044±0,004 ^{aA}
	5	0,049±0,007 ^{aA}	0,049±0,001 ^{aA}	0,043±0,001 ^{aA}	0,050±0,007 ^{aA}
	6	0,046±0,003 ^{aA}	0,055±0,003 ^{aA}	0,046±0,002 ^{aA}	0,044±0,003 ^{aA}
	7	0,056±0,007 ^{aA}	0,047±0,000 ^{aA}	0,048±0,003 ^{aA}	0,056±0,006 ^{aA}

İST: İstasyonlar; a, b, c (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; A, B, C (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir, İstasyonlar arası (P<0,05), mevsimler arası (P>0,05) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3 Sarıkum Gölü Mevsimlik pH, Tuzluluk (PSU), ÇO (mg/L), TDS (mg/L), İletkenlik (µs/cm), Ortalama Değerleri, Standart Hataları (X±SD)

Table 3 Monthly Mean and Standard Deviation (X±SD) Values for pH, Salinity (PSU), ÇO (mg/L), TDS (mg/L), Conductivity, of water sample in Sarikum Lake

Parametre	İST	Mevsimler			
		Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
pH	1	8,62±0,04 ^{aA}	8,285±0,217 ^{abA}	8,215±0,026 ^{bA}	8,315±0,032 ^{aA}
	2	8,635±0,043 ^{aA}	8,26±0,260 ^{abA}	8,19±0,012 ^{bA}	8,39±0,023 ^{aA}
	3	8,215±0,061 ^{abC}	7,90±0,035 ^{abBC}	7,80±0,017 ^{bBC}	7,915±0,009 ^{abC}
	4	8,275±0,043 ^{abAB}	8,375±0,043 ^{abAB}	8,115±0,020 ^{abAB}	8,23±0,017 ^{aAB}
	5	8,435±0,141 ^{aA}	8,33±0,191 ^{abA}	8,09±0,052 ^{bA}	8,66±0,069 ^{aA}
	6	8,01±0,040 ^{aC}	8,01±0,087 ^{abC}	7,90±0,035 ^{bC}	7,66±0,000 ^{aC}
	7	7,94±0,006 ^{aA}	8,25±0,277 ^{abA}	8,18±0,006 ^{bA}	9,21±0,133 ^{aA}
Tuzluluk (PSU)	1	15,825±0,800 ^{aA}	1,365±0,650 ^{bA}	10,505±2,543 ^{aA}	5,515±0,875 ^{abA}
	2	15,725±0,546 ^{aA}	1,34±0,618 ^{bA}	10,3±2,731 ^{aA}	6,34±0,779 ^{abA}
	3	0,215±0,009 ^{aB}	0,2±0,000 ^{bB}	0,225±0,009 ^{aB}	0,117±0,054 ^{abB}
	4	0,215±0,003 ^{aB}	0,205±0,003 ^{bB}	0,225±0,003 ^{aB}	0,21±0,012 ^{abB}
	5	1,815±0,141 ^{aB}	1,2±0,572 ^{bB}	5,075±0,505 ^{aB}	4,685±0,228 ^{abB}
	6	0,395±0,026 ^{aB}	0,265±0,078 ^{bB}	0,565±0,026 ^{aB}	0,58±0,017 ^{abB}
	7	2,60±0,035 ^{aB}	1,345±0,673 ^{bB}	5,265±0,193 ^{aB}	4,455±0,107 ^{abB}
ÇO (mg/L)	1	4,325±0,465 ^{bA}	5,015±0,217 ^{aA}	3,945±0,632 ^{bA}	4,165±0,315 ^{bA}
	2	3,585±0,153 ^{bAB}	5,035±0,222 ^{abAB}	3,66±0,687 ^{bAB}	3,43±0,075 ^{bAB}
	3	3,35±0,052 ^{bAB}	4,5±0,052 ^{aAB}	3,545±0,580 ^{abAB}	3,875±0,061 ^{bAB}
	4	3,49±0,052 ^{bAB}	4,835±0,066 ^{aAB}	3,48±0,889 ^{abAB}	3,05±0,040 ^{bAB}
	5	3,64±0,139 ^{bAB}	4,945±0,153 ^{aAB}	3,05±0,976 ^{bAB}	1,83±0,433 ^{bAB}
	6	2,265±0,309 ^{bB}	5,295±0,228 ^{aB}	3,115±1,215 ^{bB}	1,055±0,084 ^{bB}
	7	2,95±0,052 ^{bAB}	5,06±0,185 ^{aAB}	3,46±0,808 ^{abAB}	3,61±0,445 ^{abAB}
TDS(mg/L)	1	1287±61,776 ^{bA}	1280±596,114 ^{bA}	3290±1193,383 ^{aA}	4899±728,039 ^{aA}
	2	1312±24,249 ^{bA}	1262±566,669 ^{abAB}	3076±1065,211 ^{aAB}	5593±639,415 ^{abAB}
	3	222±6,351 ^{bB}	210±0,866 ^{bB}	228±8,660 ^{aB}	226±4,330 ^{aB}
	4	227±3,464 ^{bB}	209±1,732 ^{bB}	228±2,887 ^{aB}	220±11,839 ^{aB}
	5	1709±122,110 ^{bA}	1137±528,853 ^{bA}	4490±404,434 ^{aA}	4233±200,629 ^{aA}
	6	403±24,537 ^{bB}	271±75,633 ^{bB}	544±38,394 ^{aB}	586±17,032 ^{aB}
	7	2409±30,600 ^{bA}	1259±618,919 ^{bA}	4667±160,503 ^{aA}	4025±92,665 ^{aA}
İletkenlik (µs/cm)	1	25530±1351 ^{aAB}	2556±1191,65 ^{abAB}	17615±3951,9 ^{aAB}	10007,3±1600,7 ^{abAB}
	2	41845±8524 ^{aA}	2518±1132,18 ^{bA}	17268,3±4250,1 ^{aA}	11178±1282,8 ^{abA}
	3	443±12,124 ^{aC}	419±1,732 ^{bC}	457,3±17,6 ^{aC}	449±9,815 ^{abC}
	4	472±16,743 ^{aC}	414±5,196 ^{bC}	461±4,61 ^{aC}	438,3±23,3 ^{abC}
	5	3341±201,207 ^{abC}	2273±1059,4 ^{bcC}	9041,3±790,1 ^{abC}	8635,3±546,4 ^{abC}
	6	807±48,497 ^{aC}	528,3±144,6 ^{bC}	1083,3±74,1 ^{aC}	1171±34,6 ^{abC}
	7	4688±135,39 ^{abC}	2514±1238,9 ^{bcC}	9350±330,2 ^{abC}	7992,3±194,8 ^{abC}

İST: İstasyonlar; a, b, c (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; A, B, C (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir, İstasyonlar arası ve mevsimler arası (P<0,05) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4 Sarıkum Gölü mevsimlik Sıcaklık (°C), PO₄³⁻-P (mg/L), ORP (mV) ortalama değerleri, standart hataları (X±SD)
 Table 4 Monthly Mean and Standard Deviation (X±SD) Values for, Temperature, PO₄³⁻-P (mg/L), ORP (mV) of Water Sample in Sarıkum Lake

Parametre	İST	Mevsimler			
		Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
Sıcaklık (°C)	1	15,29±0,04 ^{ba}	7,375±0,967 ^{ca}	13,905±0,580 ^{ba}	26,04±0,127 ^{aa}
	2	15,335±1,059 ^{ba}	7,64±1,062 ^{ca}	14,055±0,777 ^{ba}	27,41±0,196 ^{aa}
	3	15,905±0,332 ^{ba}	12,4±0,087 ^{ca}	14,35±0,185 ^{ba}	18,305±0,066 ^{aa}
	4	16,41±1,282 ^{ba}	12,555±0,014 ^{ca}	14,835±0,038 ^{ba}	22,61±0,075 ^{aa}
	5	13,055±1,752 ^{ba}	7,455±0,956 ^{ca}	14,065±0,857 ^{ba}	27,175±0,009 ^{aa}
	6	10,805±2,029 ^{ba}	6,34±0,699 ^{ca}	12,115±1,048 ^{ba}	24,945±0,436 ^{aa}
	7	12,505±0,967 ^{ba}	7,205±0,921 ^{ca}	14,62±0,762 ^{ba}	27,025±0,153 ^{aa}
PO ₄ ³⁻ -P (mg/L)	1	0,109±0,028 ^{bc}	0,370±0,004 ^{ac}	0,027±0,004 ^{bc}	0,041±0,007 ^{cc}
	2	0,075±0,022 ^{bc}	0,364±0,005 ^{ac}	0,037±0,004 ^{bc}	0,060±0,006 ^{cc}
	3	0,225±0,006 ^{bb}	0,516±0,005 ^{ab}	0,400±0,009 ^{bb}	0,215±0,008 ^{cb}
	4	0,529±0,015 ^{ba}	0,651±0,010 ^{aa}	0,491±0,009 ^{ba}	0,303±0,017 ^{ca}
	5	0,272±0,013 ^{bc}	0,298±0,004 ^{ac}	0,123±0,013 ^{bc}	0,064±0,008 ^{cc}
	6	0,110±0,005 ^{bc}	0,187±0,004 ^{ac}	0,111±0,005 ^{bc}	0,062±0,009 ^{cc}
	7	0,213±0,005 ^{bc}	0,285±0,003 ^{ac}	0,086±0,013 ^{bc}	0,072±0,013 ^{cc}
ORP(mV)	1	104,85±24,624 ^{ba}	144,75±0,722 ^{abA}	138,2±1,617 ^{aA}	77,15±4,013 ^{ca}
	2	73,6±30,484 ^{baB}	98,05±2,165 ^{abAB}	113±7,506 ^{aAB}	77,8±2,021 ^{caB}
	3	85,2±9,411 ^{baB}	135,5±3,608 ^{abAB}	117,5±2,598 ^{aAB}	70,6±0,231 ^{caB}
	4	101,85±17,465 ^{baB}	93,55±6,726 ^{abAB}	127,45±5,398 ^{aAB}	65,2±9,064 ^{caB}
	5	78,4±20,958 ^{baB}	118,35±29,358 ^{abB}	138,4±10,854 ^{aB}	86,3±77,423 ^{caB}
	6	120,5±18,475 ^{ba}	159,8±17,147 ^{abA}	152,05±48,064 ^{aA}	48,25±15,329 ^{ca}
	7	84,7±20,380 ^{baB}	71,55±5,514 ^{abAB}	119,75±3,839 ^{aAB}	8,9±17,032 ^{caB}

İST: İstasyonlar; a, b, c (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; A, B, C (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arasındaki farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası ve mevsimler arası (P<0,05) olduğu belirlenmiştir ancak sıcaklık değerlerinde ise sadece İstasyonlar arası (P>0,05), olduğu belirlenmiştir.

Sarıkum Gölü'nün su kalitesi, anyonik deterjan ve fizikokimyasal verileri ile değerlendirilmiş, sınıflandırılması Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ile Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği kalite kriterleri sınıflarına göre yapılmıştır (SKKY, 2008; YSKY, 2016). Elde edilen sonuçlarda istasyonlar ve mevsimler dikkate alındığında grupların ortalama değerlerinin mevsimler arasında ve istasyonlar arasında istatistiksel farklılıkları Çizelge 2- 4'de gösterilmiştir. Çift yönlü Anova test sonuçlarına göre; anyonik deterjan konsantrasyonlarının istatistiksel açıdan mevsimler (mev) arasındaki farklılıkların (F_{mev}=1,95; P_{mev}=0,129; P>0,05) önemsiz olduğu istasyonlar (ist) arası farklılığın (F_{ist}=15,33; P_{ist}=0,000; P<0,05) önemli anlamlı olduğu saptanmıştır. pH (F_{ist}=7,37; P_{ist}=0,000; F_{mev}=4,18; P_{mev}=0,009), tuzluluk (F_{ist}=10,73; P_{ist}=0,000; F_{mev}=5,48; P_{mev}=0,003), ÇÖ (F_{ist}=3,20; P_{ist}=0,008; F_{mev}=20,56; P_{mev}=0,000), TDS (F_{ist}=20,32; F_{mev}=17,81; P_{ist-mev}=0,000), iletkenlik (F_{ist}=13,06; F_{mev}=7,22; P_{ist-mev}=0,000), ORP (F_{ist}=3,00; P_{ist}=0,011; F_{mev}=18,82; P_{mev}=0,000), PO₄³⁻-P (F_{ist}=63,43; F_{mev}=71,85; P_{ist-mev}=0,000) mg/L parametrelerinin ise istasyonlar arası ve mevsimler arası farklılığın (P<0,05) anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklığın ise istasyonlar arası farklılığın (F_{ist}=1,71; P_{ist}=0,131; P>0,05) önemsiz, mevsimler arası (F_{mev}=149,43; P_{mev}=0,000; P<0,05) önemli olduğu belirlenmiştir.

Suların asitlik özelliğinin bir göstergesi olan pH, sudaki canlı yaşamı üzerinde oldukça etkili olduğundan, pH doğal sulara kimyasal ve biyolojik sistemler için önemli bir faktör olarak değerlendirilmektedir (Egemen, 2011). Sarıkum Gölü'nde yapılan fiziko-kimyasal ölçümlerin sonuçlarına göre suyun mevsimsel ortalama pH değeri 8,23 olarak tespit edilmiştir. Bu durum göl suyunun hafif bazik pH değerine sahip olduğunu göstermektedir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği kalite kriterleri açısından, örnekleme

süresince ölçülen pH değerlerine göre I. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Sınıf I kalitesindeki sular, yüksek kaliteli sulardır ve içme suyu potansiyeli yüksek, Alabalık ve hayvan yetiştiriciliği gibi birçok amaç ile kullanıma uygundur (Çizelge 3; SKKY, 2008, YSKY, 2016). Su kalitesi ve kirlilik düzeyinin belirlenmesi ile ilgili farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda pH değerlerini; Serdar (2015) Doğu Karadeniz havzası akarsularında 6,30-8,87, Gedik ve ark. (2010) Fırtına Deresinde 6,88-7,61 (7,16±0,0121), Dinçer (2014) Çanakçı Deresinde 7,92 olarak tespit etmişlerdir. Yardım ve ark. (2008)'ı, Sarıkum Gölü'nde yaptıkları çalışmada suyun pH değerini 5-9,7 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Farklı bölgelerde ve aynı bölgelerde yapılan çalışmalarda pH değerlerinin çalışma sonuçlarımızla paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

Sarıkum Gölü'nde ölçülen tuzluluk değerlerine bakıldığında en yüksek değer sonbahar mevsiminde 1 no'lu istasyonda 15,825 psu en düşük değer ise yaz mevsiminde 3 no'lu istasyonda 0,117 psu olarak ölçülmüş, yıllık ortalama tuzluluk değerleri ise 3,46 psu olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada en yüksek değer 1 no'lu istasyonda olduğu tespit edilmiştir. Bu istasyondaki tuzluluk değerinin yüksek çıkmasının sebebi Sarıkum Gölü'ne denizle bağlantı sağlayan kanalın olmasıdır. Bu kanalın rüzgarlar, yağışlar, dalgalar aracılığıyla ara ara açılması ve göle tuzlu su girişi sağlayarak gölün tuzluluk oranını değiştirmesidir. Fakioğlu (2014), çalışmasında ölçülen en düşük ve en yüksek tuzluluk değerleri 0,1-10,4 ppt değerleri arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Bat ve ark. (2000), Sırakaraağaçlar deresinde ortalama tuzluluk değerlerini 0- 9,9 (%0), Yardım ve ark. (2008)'nın bildirdiğine göre; Sarıkum Gölü'nde tuzluluk değerinin 1-15 (%0) olduğunu, Gedik (2011) ise Rize sahillerinde tuzluluk değerinin 15,43-17,68 ppt olduğunu belirtmişlerdir.

ÇO konsantrasyonu suyun kirlenme derecesini, sudaki organik madde konsantrasyonunu ve suyun kendi kendini ne derece temizleyebileceğini ifade eder (Akbulut ve Yıldız, 2001). Yaptığımız araştırma sonuçlarına göre ÇO miktarı en yüksek 5,295 mg/L kış mevsiminde 6 no'lu istasyonda en düşük değer ise 1,055 mg/L olarak 6 no'lu istasyonda yaz mevsiminde olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre ÇO miktarı mevsimsel olarak farklılık göstermiş ve ortalama miktarı 3,7 mg/L olarak tespit edilmiştir. SKKY (2008)'e göre ölçülen ÇO II. (Az kirli) ve III. (Kirli) sınıf su kalite kriterlerine uymaktadır. Mevsimler arası farklılığın sebebi ise; belirlenen 6 no'lu istasyonun her zaman değişken bir debide olması, evsel nitelikli atık suların arıtılmadan deşarj edilmesi ve çevredeki suların birleşerek göle taşınması olarak yorumlanmıştır. Sucul canlılar için yaşamsal önemi olan çözünmüş oksijen, sıcaklığa ve bitkilerin fotosentez hızına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Suyun oksijen tutma kapasitesi ise sıcaklık, basınç ve su içinde erimiş halde bulunan tuzlara bağlı olarak değişmektedir. Taş (2011) Gaga Gölü'nde ortalama 9,92 mg/L, Verap ve ark. (2002) Uzungöl'de 3,72 - 13,13 mg/L olarak tespit ederken, Batı Karadeniz Bölgesi göllerinde ÇO değeri 5,1 - 10,3 mg/L olarak belirlenmiştir (Özbek ve Sarı, 2007). Yaptığımız çalışmanın sonuçları ile daha önce yapılan çalışma sonuçları arasında önemli farklılıklar gözlenmektedir. Bunun en önemli sebebi bölgesel farklılıklar olmakla birlikte, seçilmiş istasyonların çevrelerindeki yerleşim alanlarının nüfus yoğunluğunun ve endüstriyel faaliyetlerinin az ya da çok olmasıyla açıklanabilir.

Çalışma kapsamında TDS değeri en yüksek 5593 mg/L ile 2 no'lu istasyonda yaz mevsiminde, en düşük TDS değeri 209 mg/L ile 4 no'lu istasyonda kış mevsiminde belirlenmiştir. SKKY (2008)'e göre ölçülen mevsimsel ortalama 1747,8 mg/L olan TDS değerinin II. (Az kirli) ve III. (Kirli) sınıf su kalitesi aralığında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). TDS miktarının mevsimsel olarak farklı değerlerde olması; sıcaklık, yağışlar, tarımsal, evsel kökenli kirleticilerin neden olduğu düşünülebilir. TDS değeri Kıvrak ve ark. (2012), Akar Çayı'nda 292 -1680 mg/L arasında, Dinçer (2014) Çanakçı Deresinde ortalama 91 mg/L, Gedik ve ark. (2010) Fırtına Deresinde ortalama 14,20-42,10 mg/L olarak tespit etmişlerdir, Karşılaştırma yapılan çalışmalarda benzerlikler belirlenmiştir.

Suların elektriksel iletkenliği su içerisinde mevcut olan tuzların çeşidine, miktarına ve suyun sıcaklığına çalışmaları boyunca ölçülen elektrik iletkenliği en yüksek sonbahar ayında 2 no'lu istasyonda 41845 μ S/cm (Çizelge 3) ve en düşük ise 414 μ S/cm olarak kış mevsiminde 4 no'lu istasyonda ölçülmüştür. Yıllık ortalama iletkenlik değeri ise 6553,418 μ S/cm olarak tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz ortalama değerlere göre, YSKY (2016)'nin belirtilen değerlerinin üzerinde IV. sınıf (Çok kirli) su kalite kriterlerinde olduğu tespit edilmiştir. Sarıkum Gölü'nde iletkenlik ölçüm sonuçları çalışma boyunca tüm istasyonlarda dalgalanmalar göstererek çok farklı değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Göl ile deniz bağlantısı olan 2 no'lu Kanal (Sazlık) istasyonunda elektriksel iletkenlik en yüksek düzeydedir. Bu istasyonda iletkenliğin artma sebebi ise deniz suyundan gelen tuzluluk miktarı ile iletkenlik arasında doğru orantılı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Er (2016) Suat Uğurlu Baraj Gölünde 333-1562 μ S/cm aralığında, Serdar (2015) Doğu havza akarsularının yıllık ortalama elektriksel iletkenlik değeri 0,183 mS/cm, Fakioğlu (2014),

Akgöl Lagününde 595-15062 μ S/cm arasında, Ünlü ve ark. (2008) Hazar Gölü'nde değerlerinin ortalama 2260 μ mhos/cm, Taş ve ark. (2010) Ulugöl'ün İletkenlik değerlerini 160-242 μ S/cm olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalarda iletkenlik değerleri farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu sonuçların farklı olması zaman ve mevsim farklılıkları ile tuzluluk, sıcaklık, su içeriği, toprak tipi, içerdiği kimyasal madde miktarı, çözünme hızı ve biyolojik yapı farklılıklarının olmasıyla açıklanabilir.

Su sıcaklığı, sucul ortamlarda çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, vb, birçok fiziksel su özelliklerini doğrudan değiştirirken sucul canlıların optimal yaşam koşullarını ve bir çok biyokimyasal süreci etkileyen bir parametredir (UNEP, 2008). Bu nedenle su sıcaklığı su kalitesi çalışmalarında öncelikle incelenen önemli fiziksel parametrelerden birisidir. Sarıkum Gölü'nde ölçümlerin sonuçlarına göre suyun sıcaklığı 6,34–27,4°C aralığındadır (Çizelge 4). Sarıkum Gölü'nde seçilen istasyonların yıllık ortalama sıcaklığı ise 15,41°C olarak belirlenmiştir. SKKY (2008)'e göre ölçülen sıcaklık değerleri açısından I. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Çalışma süresi boyunca belirlenen sıcaklık değerleri, mevsimsel hava sıcaklıkları değişimine bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Taş ve ark. (2010) Suat Uğurlu Baraj Gölü'nde 8,0-27,0°C aralığında, Dinçer (2014) Çanakçı yıllık ortalama sıcaklık değerini 13°C, Maman (2016) Köyceğiz- Dalyan Lagün sisteminde yapmış olduğu çalışmada 9,0–31,3°C aralığında ve yıllık ortalama sıcaklığı ise 20,5°C, Yardım ve ark. (2008)'in Sarıkum Gölü'nde sıcaklık değerini 8,0-27,9°C olarak belirlemiştir. Yaptığımız çalışmada belirtilen istasyonlardaki yıllık sıcaklık değerleri, geçmiş yıllarda yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Doğal sularda toplam fosfor yoğunluğu; bölgenin jeolojik yapısının kimyasal içeriğine, suya karışan organik madde miktarına, evsel atığın özelliğine ve içeriğinde deterjan olup olmadığına ve sudaki organik metabolizmaya bağlıdır. Göllerde ve akarsularda çözünmüş inorganik fosfat, çözünmüş organik fosfat ve organik partiküller fosfat şeklinde bulunur (Taş, 2011). Çalışmada elde edilen verilere göre en yüksek $PO_4^{3-}P$ değeri, kış mevsiminde 4 no'lu istasyonda 0,651 mg/L en düşük değer ise ilkbahar ayında 1 no'lu İstasyonda 0,027 mg/L, ortalama $PO_4^{3-}P$ değeri ise yıllık 0,224 mg/L olarak ölçülmüştür (Çizelge 4). $PO_4^{3-}P$ 'nin en yüksek değerinin 4 no'lu istasyonda olmasının başlıca nedeni, köyün içinden geçen Sarıkum Deresinin tarımda sulama suyu olarak kullanıldıktan sonra deşarj edildiği noktadan örnekleme yapılmış olmasıdır. Yapılan çalışmalar sonucunda seçilen istasyonlarda SKKY (2008)'e göre değerlendirildiğinde ortalama $PO_4^{3-}P$ bakımından II. (Az kirli) ve III. (Kirli) sınıf su kalitesi aralığında olduğu belirlenmiştir. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifine göre, toplam $PO_4^{3-}P$ değeri 0,01-0,07 mg/L aralığında (EC, 2000) öngörülmektedir. Çalışmada, Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifinin doğal sularda belirttiği $PO_4^{3-}P$ değerlerini aştığı belirlenmiştir. Bu durum Sarıkum Gölü'nde aşırı kirlenme olduğunu gösteren önemli bir bulgudur. Gönügür ve ark. (1995) Sinop körfezinde fosfat miktarını 18,44-184,45 μ g/L, Taş ve ark. (2010), Ulugöl'de ortalama 0,010 mg/L, Maman (2016) yıllık ortalama orto-fosfat değeri ise 0,125 mg/L, Gedik ve ark. (2010) Fırtına deresinde ortalama $PO_4^{3-}P$ değerini 0,12 \pm 0,008 mg/L olarak hesaplamışlardır. Çalışma sonucunda elde ettiğimiz $PO_4^{3-}P$ verilerinin (SKKY, 2008; EC, 2000)'de belirtilen değerlerin üstünde

olması, Sarıkum Gölü'nün tarımsal faaliyetlere, sudaki organik faaliyetlere, kentsel atıkların içeriğindeki deterjanlara ve türevlerine bağlı olarak göle kaynak oluşturan suların taşıdığı kirlilik ve parçalanma ürünlerinin etkilerinin nedenleri olarak gösterilebilir.

Sarıkum Gölü'nde yapılan bir diğer çalışmada ORP'dir. Bir çözeltinin veya su ortamının oksitlenme ve indirgenme gücü mili volt (mv) değeri ile belirlenir ve suyun kalitesinin yorumlamada etkilidir. ORP değeri pozitif ise suyun okside olabileceğini ve çürütücü (bozucu) etkisinin olduğunu, negatif ise antioksidan güce sahip olduğunu göstermektedir (Gündoğdu, 2015). Çalışmamız boyunca ORP; en yüksek değeri kış mevsiminde 6 no'lu istasyonda 159,8 mV olarak, en düşük değer yaz mevsiminde 5 no'lu istasyonda -86,3 mV olarak, ortalama değerin ise 94,24 mV olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). ORP değerinin mevsimsel değişimlerinde bazı istasyonlarda pozitif değer alırken bazı istasyonlarda negatif değer aldıkları bulunmuştur. ORP değerinin yaz mevsiminde düşük olması sıcaklığa bağlı olarak su miktarındaki azalmaya ve ÇO miktarının düşük olmasına bağlı olduğu söylenebilir. ORP değerlerindeki mevsimsel değişimlerin nedeni olarak su kaynaklarının ÇO değerlerinde değişime bağlı olarak yükseltgenme indirgenme olaylarının arttığı düşünülebilir. Dinçer (2014), Çanakçı Deresinde -94,18 mV, Şengün (2013), Aksu Deresinde -93,1 mV, Türkoğlu ve ark. (2004), Çanakale Boğazında 285,0-354,0 mV aralığında tespit etmişlerdir.

Anyonik deterjanlar, genel temizleme işlerinde kullanılan ve içerisinde esas temizleyici olarak kullanılan alkil sülfat veya alkil aril sulfonat tipindeki anyonik yüzey aktif maddeler ve temizleme işlemlerine yardımcı diğer maddeler bulunan toz, granül, yumuşak kıvamlı veya sıvı haldeki karışımlardır, Deterjan kirliliği sularındaki biyolojik aktiveyi etkilemesi açısından önemlidir (Egemen, 2011). Doğal sulara her geçen gün artış gösteren deterjanın; insan sağlığı açısından tehlike yaratmaması için atık suların biyolojik ve kimyasal arıtmadan geçirildikten sonra alıcı su ortamına bırakılmasının gerekliliği belirtilmiştir (Gündoğdu ve Erdem, 1995). Sarıkum Gölü'nde anyonik deterjan için yapılan analizler de elde edilen bulgulara göre, en yüksek değer 0,056 mg/L ile 2 no'lu istasyonda sonbahar mevsiminde, en düşük değeri ise 0,021 mg/L ile 1 no'lu istasyonda ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir (Çizelge 2). Anyonik deterjanın mevsimsel ortalama değeri ise 0,045 mg/L olarak saptanmıştır. SKKY (2008)'e göre değerlendirildiğinde ortalama anyonik deterjan

bakımından I. sınıf (Yüksek kaliteli) su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Doğal su kaynaklarının su kalitesinin belirlenmesine yönelik çalışmalarda anyonik deterjan konsantrasyonları; Gündoğdu ve Erdem (1995) Sinop sahilinde ortalama 0,71-1,10 mg/L, Gedik (2011) Rize sahilinde 28,80 µg/L, Bayram ve Önsoy (2011) Harşit Çayında yıllık ortalama 0,054 ve 0,128 mg/L, Çakır (2013) Büyük Menderes Nehrinde 0,015-0,596 mg/L olarak bulunmuştur. Deterjan kirliliğinin sulara biyolojik aktiviteyi etkilediği, organizmalara toksik etkiler yarattığı ayrıca deterjan kirliliğinin azaltılabilmesi için parçalanabilirliği çok olan deterjanların kullanılması gerektiği bildirilmiştir. Çalışmamız daha önceki çalışmalar ile benzerlik göstermiş olup yerleşim yerlerinden gelen deterjan kirliliği beklenenin aksine düşük değerde olduğu tespit edilmiştir.

Anyonik deterjan değeri mevsimsel olarak değerlendirildiğinde; 1 no'lu istasyonda 0,021-0,033 mg/L arasında en düşük konsantrasyonlarda değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 2). Bu istasyonun Sarıkum Gölünün denizle bağlantı sağlayan kanalda olması ve kanalın rüzgarlar yağışlar, dalgalar aracılığıyla ara ara açılması, göle deniz suyu girişinin sağlanması deterjan konsantrasyonunun azalma nedeni olarak gösterilebilir. 1 no'lu istasyonun (diğer 6 istasyondan) istatistiksel farklılığının önemli (P<0,05) olduğu tespit edilmiştir. Diğer istasyonlarda ise anyonik deterjan konsantrasyonu 0,042-0,056 mg/L arasında değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. İstasyonlar arasında farklılık olmasına rağmen, istatistiksel açıdan önemli (P>0,05) olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 2). Göl çevresinde yerleşim alanının bulunması nedeni ile istasyonların (1 no'lu hariç) çevreden etkilenme derecelerinin birbirine yakın olduğu sonucuna varılmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda; Minareci ve ark. (2009b), Karaçay'da (Manisa) yapmış oldukları çalışmada anyonik deterjan değerlerini 0,071-1,122 mg/L; Minareci ve ark. (2008), Manisa organize sanayi bölgesindeki arıtma sisteminin Gediz Nehrine etkisini incelerken anyonik deterjan değerlerini 0,217-0,577 mg/L; Gündoğdu ve ark. (2018a; 2018b), anyonik deterjan kirliliğinin araştırıldığı iki ayrı çalışmada (Sinop-Karadeniz Bölgesi) deterjan konsantrasyonunun minimum ve maksimum değerlerini Sırakaraağaçlar Deresinde 0,02-0,98 mg/L arasında, Karasu Deresinde ise 0,01-0,99 mg/L arasında tespit etmişlerdir. Çalışma sonuçları ile diğer çalışma sonuçları arasındaki değerlerin farklılığı araştırma alanlarının çevresel faktörlerine, çalışma yılındaki iklimsel koşullara göre değişim gösterebilmektedir.

Çizelge 5 Su kirliliği kontrolü yönetmeliği ve yerüstü su kalitesi yönetmeliği fizikokimyasal parametreler açısından sınıflarına göre kalite kriterleri ve Sarıkum Gölü Sonuçları (SKKY, 2008; YSKY, 2016)

Table 5 Result of physicochemical parameters of Sarıkum Lake according to inland water resources classes Water Pollution Control Regulation (WPCR, 2008) and Surface Water Quality Regulation (SWQR, 2016)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalitesi Sınıfları				Sarıkum Gölü
	I (Yüksek Kalite)	II (Az kirli)	III (Kirli)	IV (Çok kirli)	
pH*	6,5-8,5	6,5-8,5	9	6-9 dışında	I
Sıcaklık(°C)*	≤25	≤25	30	>30	I
ÇO (mg/L) *	>8	6	3	>3	II-III (Ötrofik)
TDS (mg/L)**	500	1500	5000	>5000	II-III
İletkenlik(µS/cm) **	<400	1000	3000	>3000	IV
PO ₄ ⁻³ -P TP (mg/L)**	0,05	0,16	0,65	>0,65	II-III Hipertrofik
Deterjan (mg/L)*	0,05	0,2	1	>1,5	I

* pH, Sıcaklık, ÇO, TDS, iletkenlik, Anyonik Deterjan (Metilen Mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri) (SKKY, 2008), ** İletkenlik PO₄⁻³ -P (YSKY, 2016).

Sarıkum köyü sınırları içerisinde bulunan Sarıkum Gölü çevresindeki yerleşim yerlerinin atık suları, denizle bağlantılı kanal ve dereler yoluyla arıtılmaksızın doğrudan deşarj edilmesi gölde kirlenmeye neden olmaktadır. Gölün su kalitesi, mevsimlere bağlı olarak değişmektedir. Çalışma sonuçları dikkate alındığında, Göle taşınan kimyasal maddelerin miktarında gün geçtikçe bir artışın olması ve bazı tedbirlerin alınmaması durumunda kirlenme probleminin artabileceği ve sucul canlılar için olumsuz koşulların daha vahim sonuçlar yaratabileceği olasıdır.

Sonuç

Dünya genelinde suya olan önemin artmış olması, toplumların çevreye karşı daha duyarlı ve bilinçli hareket etmesine katkı sağlamaktadır. Bu bilinçle Sarıkum Gölü'nde yapılan çalışmada elde edilen bulgular; Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne (SKKY, 2008) göre, pH, sıcaklık, anyonik deterjan değerleri yönünden I. sınıf (Yüksek kaliteli) su; ÇO, TDS ve PO₄³⁻-P değerleri açısından II. ve III. sınıf su kalitesinde olduğu ve YSKY'ne (2016) göre iletkenlik, IV. sınıf (Çok kirli) su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, sıcaklık ve TDS miktarlarındaki artış ve yağış miktarlarındaki azalma yaz aylarında ötrofikasyonun meydana geldiğini ve Sarıkum Gölü'nün kirlilik düzeyinin Ötrofikten Hipertrofiğe doğru artış gösterdiği fikrini desteklemektedir. Ayrıca anyonik deterjan ve fizikokimyasal parametre değerlerinin değişimine; yağışların, sıcaklığın, buharlaşmanın etki ettiği, çevresel etkilerden de tarımsal faaliyetlerin, kentsel temizlik malzeme ve türevlerinin etkisinin olduğu aşıkardır (Çizelge 5; SKKY, 2008; YSKY, 2016). Sarıkum Gölü'nün bulunduğu alanda ve yakın çevresinde herhangi bir endüstriyel kaynaklı kirleticinin bulunmaması, sanayi tesisinin olmaması, göl çevresinde geçim kaynağının sadece tarım ve hayvancılık olduğu düşünüldüğünde, bu alanda yapılan tarımsal faaliyetlere bağlı fosfat gibi nütrient kaynaklı kirleticilerin, gölde problem oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Elde edilen veriler göz önüne alındığında Gölün doğal özelliklerinin devamlılığı, tatlı su ve deniz suyu oranının dengede olabilmesiyle ilişkilidir. Dolayısıyla Ülkemizde kimyasal gübre kullanımı konusunda denetim ve uygulama çalışmalarının yetersiz kalması, ne yazık ki bu tür kirlilik problemlerinin artmasına neden olmaktadır. Gerek çalışma alanının çevresindeki tarım arazileri gerekse ülkemizdeki diğer tarım arazilerinde gübre kullanımına ilişkin çalışmaların yapılarak, çeşitli idari yaptırımların uygulanmasını gerektirmektedir. Sinop Sarıkum Köyü bölge halkının evsel ve tarımsal atıkları deşarjı hakkında bilinçlendirilmesinin yanı sıra, günlük faaliyetleri sürdürürken doğayı korumanın gerekliliği ve bilinçsizce kirlenmesinin doğru olmadığı anlatılmalıdır. Önemli sulak alanlarından biri olan Sarıkum gölünde fiziko-kimyasal açıdan değerlendirilmesinin yapılması; çalışmanın gelecekte kaynak olmasının yanı sıra, gölün doğal özelliklerinin korunması, sürdürülebilirliğinin sağlanması ve gerekli önlemlerin alınması açısından büyük önem arz etmektedir.

Kaynaklar

- Akbulut A, Yıldız, K. 2001. Mogan Gölü (Ankara) planktonik Bacillariophyta üyeleri ve dağılımları. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 14 (4): 1081- 1093.
- APHA. 1965. Standard methods for the examination of water and waste water. 19th edition. American Public Health Association Inc., New York, 1193 pp.
- APHA. 1981. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15th ed.; APHA (American Public Health Association): Washington, D.C, USA, 85-99, 773-779, 786-828pp.
- Bat L, Akbulut M, Çulha M, Sezgin M. 2000. The Macrobenthic Fauna of Sırakaraağaçlar Stream flowing into Black Sea at Aklıman Sinop. Turkish Journal of Marine Sciences, 6(1): 71-86. Erişim: [20.10.2017].
- Bayram A, Önsoy H. 2011. Harşit Çayı (Giresun - Tirebolu) tarafından Karadenize taşınan kirleticilerin belirlenmesi. 7. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, Trabzon, ss: 545-555. Erişim: [20.10.2017].
- Boztaş D, Dere T, Tayhan N, Yıldırım N, Danabaş D, Yıldırım NC, Önal AÖ, Danabaş S, Ergin C, Uslu G, Ünlü E. 2012. Uzunçayır Baraj Gölü (Tunceli) Fizikokimyasal Özellikleri ve Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi,2(2):93-106. Erişim: [20.10.2017].
- Çakır M. 2013. Büyük Menderes Nehri'nde deterjan ve bor kirliliğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, 76 s.
- ÇŞİM. 2012. Sinop Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü 2011 Yılı İl Çevre Durum Raporu Hazırlayan Çed Hizmetleri ve Çevre İzin Şube Müdürlüğü, Sinop. Erişim: [20.05.2019].
- Diğer S. 2014. Çanakçı deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun, 73. Erişim: [20.10.2017].
- EC. 2000. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC: European Commission), Report No: 30. European, pp:327. Erişim: [20.10.2017].
- Egemen Ö, Sunlu U. 1996. Su Kalitesi, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No 14, II Baskı, İzmir, ss:153.
- Egemen Ö. 2000. Çevre ve Su Kirliliği, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No:42, Bornova – İzmir, ss: 120.
- Egemen Ö. 2011, Su Kalitesi, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir, 150 s.
- Er CB. 2014. Kilis İçme Sularının Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri, Yüksek Lisans, Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kilis, ss: 50. Erişim: [20.10.2017].
- Er B. 2016. Su Çerçeve Direktifine Göre Suat Uğurlu Baraj Gölünün Ötrofik Durumunun Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 119 s.
- Fakıoğlu Y. E. 2014. Akgöl Lagünü (Silifke/Mersin) Su Kalitesi ve Alg Florasının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, 138 s.
- Findlay S, Sinsabaugh RL. 2003. Aquatic Ecosystems: Interactivity of Dissolved Organic Matter, San Diego : Academic Press, an imprint of Elsevier Science, XX, 512 p, ISBN: 0122563719 Erişim: [20.05.2019].
- Gedik K, Verep B, Ertuğrul T, Fevzioglu S. 2010. Fırtına Deresi (Rize)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi, Ekoloji, 19 (76): 25-35. Erişim: [20.10.2017].
- Gedik K. 2011. Rize sahilinde bazı kirleticilerin mevsimsel ve hacimsel dağılımı Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 87 s.
- Gönlüğü G, Öztürk M, Gündoğdu A, Öztürk M. 1995. Sinop Körfezi'nde bazı nütrientlerin ve fizikokimyasal parametrelerin aylık değişimleri. II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 11-13 Eylül 1995, Ankara., 624-638.

- Gündoğdu A, Erdem M. 1995. Sinop ili sahilinde anyonik deterjan kirliliğinin araştırılması. II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 11-13 Eylül 1995, Ankara, 611-624. Erişim: [20.10.2017].
- Gündoğdu A. 2015. Sularda (ORP) oksidasyon-redüksiyon potansiyelinin pH ve metallerle ilişkisi. Ekoloji sempozyumu (Sinop Üniversitesi), 6-9 Mayıs 2015, Sinop, s.275.
- Gündoğdu A, Gültepe E, Çarlı U. 2018a. Sırakaraağaçlar Deresinde (Sinop-Karadeniz Bölgesi) Anyonik Deterjan Kirliliğinin Araştırılması. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(7): 909-922. DOI: Erişim: [20.05.2019].
- Gündoğdu A, Gültepe E, Çarlı U. 2018b. Determination of Anionic Detergent Concentration of Karasu Stream in Sinop (Turkey). Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(1): 112-123. DOI: Erişim: [20.05.2019].
- Hasançavuşoğlu Z. 2018 Sarıkum Gölünde Ötrofikasyonu Neden Olan Kirliticiler ve Kaynakları. Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 116 s.
- Karaduman H. 1993. Sinop Milli Parklar ve Av-Yaban Hayatı Başmühendisliği Görev Alanı İçinde Bulunan Sarıkum Gölü'nün Türkiye -Finlandiya Ortak Proje Kapsamına Alınması ile İlgili Bilgileri İçerir Rapor.Sinop.
- Kıvrak E, Uygun A, Kalyoncu H. 2012. Akarçay'ın (Afyonkarahisar) Su Kalitesini Değerlendirmek İçin Diyatome İndekslerinin Kullanılması. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 12: 27-38. Erişim:[20.10.2017].
- Leithe W. 1973. The analysis of organic pollutants in water and waste water. Translator: STS, Inc., Consulting technical editor: Nina McClelland, Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, Michigan, USA, pp: 213.
- Özbek M, Sarı HM. 2007. Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı göllerin Hirudinea (Annelida) Faunası, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 24 (1-2): Erişim:[20.05.2019].
- Maman SZ. 2016. Köyceğiz dalyan lagün sisteminin su kirliliğinin belirlenmesi ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak haritalandırılması. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Minareci O. 2007. Gediz nehrinde deterjan kirliliğinin araştırılması. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Manisa, ss: 105.
- Minareci O, Öztürk M, Egemen Ö. Minareci E. 2008. Manisa Organize Sanayi Arıtım Tesisinin, Gediz Nehrinde Deterjan Kirliliğine Olan Etkilerinin Belirlenmesi. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 4 (1): 65 – 72.
- Minareci O, Öztürk M, Egemen Ö. Minareci E. 2009a. Detergent and phosphate pollution in Gediz river, Turkey. African Journal of Biotechnology, 8(15): 3568-3575. DOI: 10.5897/AJB09.167. Erişim:[20.05.2019].
- Minareci O, Minareci E, Öztürk M. 2009b. Karaçay'da (Manisa) Deterjan, Fosfat ve Bor Kirliliğinin Araştırılması. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences (Su Ürünleri Dergisi), 26 (3): 171-177. Erişim: [20.10.2017].
- Mutlu E, Yanık T, Demir T. 2013. Horohon Deresi (Hafik-Sivas) Su Kalitesi Özelliklerinin Aylık Değişimleri/Horohon Stream (Hafik-Sivas) Water Quality Characteristics and Monthly Variations. Alınları Zirai Bilimler Dergisi, 25 (2): 45 -57.
- Mutlu E. 2019. Evaluation of spatio-temporal variations in water quality of Zerveli stream (northern Turkey) based on water quality index and multivariate statistical analyses. Environmental Monitoring and Assessment, June 2019, 191:335.
- Patin SA. 1985. Ekologo-toksikologicheskie aspekty zagryazneniya morskoi sredy (Ecologo-toxicological Aspects of Pollution of Marine Environment), Leningrad: Gidrometeoizdat.
- Serdar S. 2015. Doğu Karadeniz Havzası Akarsularının Fizikokimyasal Su Kalitesi Mevsimsel Değişimlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, 134 s.
- SKKY. 2008. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY). Değişik Tablo 1: RG-13/2/2008-26786. Mevzuat Bilgi sistemi, Resmi Gazete: 31.12.2004, Sayı: 25687. Erişim: [05.04.2018].
- Şengül F, Türkman A. 1998. Su ve Atıksu Analizleri. TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, İzmir, ss: 152.
- Şengün E. 2013. Aksu Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun, ss: 66.
- Taş B, Candan AY, Can Ö, Topkara S. 2010. Ulugöl (Ordu)'ün bazı fizikokimyasal özellikleri. Journal of FisheriesSciences.com, 4(3): 254-263. Erişim: [20.05.2019].
- Taş B. 2011.Gaga Gölü (Ordu, Türkiye) Su Kalitesinin İncelenmesi, Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi / The Black Sea Journal of Sciences, 2,1, 43-61. Erişim: [20.05.2019].
- TSE. 2005. İçme ve Kullanma Suları Standartları. Türk Standartları Enstitüsü (TSE). Erişim: [20.10.2017].
- Türkoğlu M, Yenici E, İşmen A, Kaya S. 2004. Çanakale Boğazı'nda Nutrient ve Klorofil-*a* Düzeylerinde Meydana Gelen Aylık Değişimler, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 21 (1-2): 93-98. Erişim: [20.05.2019].
- Ünlü A, Çoban F, Tunç MS. 2008. Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından incelenmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23 (1): 119-127. Erişim: [20.05.2019].
- Verep B, Çelikkale MS, Düzgüneş E. 2002. Uzungöl'ün bazı limnolojik ve hidrografik özellikleri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 19 (1-2): 233-240. Erişim: [20.10.2017].
- Vural N, Kumbur H.1982. Detergents and fraction of detergents in Ankara Stream and quantitative analysis of metals (in Turkish). Doğa Bilim Dergisi, (6): 61-67
- Yardım Ö, Şendoğan E, Bat L, Sezgin M, Çulha M. 2008. Sarıkum Gölü (Sinop) Makrobentik Mollusca ve Crustacea Faunası. E. Ü. Su Ürünleri Dergisi, 25(4): 301-309. Erişim: [20.05.2019].
- Yıldız K, Sipahioğlu Ş, Yılmaz M. 2000. Çevre Bilimi, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara, 51, 52, 104-106, 111.
- Yılmaz C. 2005. "Sarıkum Gölü Ekosistemi (Sinop)", TURQUA - Türkiye Kuvaterner Sempozyumu V, (02-03 Haziran 2005), Bildiriler Kitabı, (Editörler: O. Tüysüz - M. K. Erturaç) , İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü Yayını, (219-226), İstanbul.
- YSKY. 2016, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği, Resmi Gazete Sayı: 29797. Erişim: [04.04.2018].