



Sarıkum Gölü'nde (Sinop) Ötrofikasyona Neden Olan Bazı Besin Tuzlarının ve Fizikokimyasal Parametrelerin İncelenmesi

Zeynep HASANÇAVUŞOĞLU¹ ve Ayşe GÜNDOĞDU

How to cite: Hasançavuşoğlu, Z., & Gündoğdu, A., (2021). Sarıkum Gölü'nde (Sinop) ötrofikasyona neden olan bazı besin tuzlarının ve fizikokimyasal parametrelerin incelenmesi. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 115-129. <https://doi.org/10.33484/sinopfbd.912499>

Araştırma Makalesi

Sorumlu Yazar

Zeynep HASANÇAVUŞOĞLU
zeynepbozdogan@sinop.edu.tr

Yazarlara ait ORCID

Z. H.: 0000-0002-4564-012X
A. G.: 0000-0003-1323-1003

Received: 09.04.2021

Accepted: 29.09.2021

Öz

Sinop il sınırları içerisinde bulunan Sarıkum Gölü'nde ötrofikasyona neden olan bazı besin tuzlarının (amonyum, nitrit, nitrat, fosfat, silisyum) ve fiziko-kimyasal parametrelerin (pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen, tuzluluk, askıda katı madde, klorofil-a) su kalitesi yönünden incelenmesi ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma bir yıl boyunca mevsimsel olarak yapılmıştır. Çalışma sonuçları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ile Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmiştir. Sarıkum Gölü'nün su kalitesinin çözülmüş oksijen değeri sınıf II ve III, fosfat değeri sınıf III ve ötrofik olduğu, nitrit ve klorofil-a değerleri bakımından hipertrofik özellikte olduğu belirlenmiştir. Bu parametrelerin konsantrasyon düzeylerinin düşük veya yüksek olması nedeni ile göl ekosisteminin, özellikle tarımsal kirlilik baskısı altında olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ötrofikasyon, besin tuzları, fiziko-kimyasal parametreler, Sarıkum Gölü

Investigation of Some Nutrient Salts and Physicochemical Parameters Causing Eutrophication in Sarıkum Lake (Sinop)

¹Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Sinop, Türkiye

Abstract

It is aimed to examine and evaluate the nutrient salts (ammonium, nitrite, nitrate, phosphate, silicon) and some physico-chemical parameters (pH, temperature, dissolved oxygen, salinity, suspended solid, chlorophyll-a) that cause eutrophication in Sarıkum Lake, which is located in Sinop province, in terms of water quality. The study was carried out seasonally for a year. The results of the study were evaluated according to the Water Pollution Control Regulation and the Surface Water Quality Regulation. It has been determined that the current water quality of Sarıkum Lake has class II and III dissolved oxygen, phosphate values has III class and has hypertrophic properties in terms of nitrite and chlorophyll-a values. Due to the low or high concentration levels of these parameters, it has been determined that the lake ecosystem is under pressure especially of agricultural pollution.

Keywords: Eutrophication, nutrient, physicochemical parameters, Sarıkum Lake

Bu çalışma Creative Commons Attribution 4.0 International License ile lisanslanmıştır

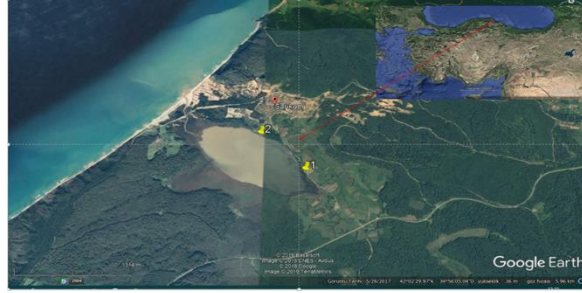
Giriş

Sulak alanlar ekolojik oluşumları açısından önemli fonksiyonlara sahiptir. Bataklık ya da sazlık olarak tanımlanan sulak alanlar özellikleri, yararları ve içerdikleri biyolojik çeşitlilik yönünden büyük bir öneme sahiptirler. Geniş çeşitliliğe sahip olmaları nedeni ile flora ve fauna için yaşam alanı sağlamakta, kirlenmiş suların temizlenmesi ile ilgili hidrolojik ve kimyasal döngülerde, önemli fonksiyonları bulunmaktadır. Sulak alanlar, karbondioksit ve su döngüsündeki önemi nedeniyle de önemli üretim alanlarıdır [1-3]. Sucul ekosistemi tehdit eden sorunlardan birisi de ötrofikasyondur. İnsan kaynaklı besin elementi girişi ile oluşan aşırı alg ve su bitkisi çoğalması olarak bilinen ötrofikasyon, günümüzde yüzeysel suların kalitesini etkileyen en önemli ve yaygın olaylardan biridir [4]. Ötrofikasyon; sucul sisteme deterjanlar, gübreler veya kanalizasyon yoluyla yapay veya doğal besleyici elementlerin eklenmesine ekosistemin tepkisidir [1]. Ayrıca su ekosistemlerinde evsel, endüstriyel ve tarımsal kirlenme sonucu oluşan ötrofikasyon ile ortamda azot ve fosfor gibi nutrient maddelerin çoğalması belirli alg türlerinin aşırı üremesine neden olmaktadır. Bu aşırı üreme göldeki oksijen dengesini bozmakta ve canlıların yaşamını olumsuz yönde etkilemektedir [5]. Sulak alanların ekolojik denge açısından önemli ve gerekli olduklarının anlaşılması üzerine, tabiatı koruma alanlarından olan Sarıkum Gölü'nde farklı incelemeler yapılmıştır. Karaduman [6], Sarıkum Gölü'nün su yüzeyi ve su tabanı ile ilgili çeşitli analizler yapmıştır. Öztürk [7] tarafından yapılmış olan çalışmada, Sarıkum Gölü çevresinde bulunan yüksek su bitkileri, sucul ekosistem ve gölde bulunan planktonik organizmaları tespit etmiş ve Byfield 1994 [8] yılında Sarıkum kumullarındaki florayı araştırmıştır. Akbulut 1996 [9] yılında bir ön araştırma olarak Sarıkum Gölü ve çevre su birikintilerinde bulunan makrobentik fauna üzerine çalışma yapmıştır. Ozaner 1998'de [10] bölgenin kumul alanları ve jeomorfolojisi hakkında incelemeler yaparken, aynı yıl içerisinde Ertan vd. göl ekosisteminin oluşmasında büyük önem taşıyan göçmen kuşların ve göl çevresinde sürekli olarak bulunan kuşların varlığını tespit etmişlerdir [11]. Yardım vd [12], Sarıkum Gölü'nde sıcaklık, tuzluluk, pH ve oksidasyon redüksiyon değerlerini ölçerek sediman, su kalitesi, makrobentik mollusca ve crustacea faunasını incelemişlerdir. Öztekin 2016 [13] yılında Sinop Sarıkum lagününde makro deniz çöpleri için sahil ve deniz tabanındaki çöplerin istasyonlar arası ve zamana bağlı olarak değişimleri, miktarları, dağılımları, kompozisyonlarını ve orjinlerini belirlemiş, Hasançavuşoğlu ise 2018'de [14] Sarıkum Gölü'nde ötrofikasyona neden olan kirleticilerin ve kaynaklarının durumunu araştırmıştır. Önemli su kaynaklarından olan göller etraflarındaki arazilerden süzülen drenaj suları ile veya gölü besleyen akarsular ile taşınan kirliliğe maruz kalmaktadır. Göllerin kirlilik unsurları açısından değerlendirilmesi önem teşkil etmektedir. Bu amaçla Türkiye'deki önemli sulak alanlardan biri olan Sarıkum Gölü'nde belirlenen istasyonlardan alınan su numunelerinde bazı besin tuzları ve fiziko-kimyasal parametrelerin mevsimsel olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışma Alanı

Ülkemizde uluslararası öneme sahip sulak alanlardan olan ve Tabiatı koruma alanları içerisinde bulunan Sarıkum Gölü; Sinop Yarımadasının batısında yer alır ve il merkezine 21 km uzaklıktadır. Gölün uzunluğu 2 km, genişliği 750 m, alanı 400 ha' dır. Esas olarak güneyden Dereönü ve doğudan da Keçi Deresi ile küçük akarsularla beslenen göl fazla sularını, kuzey kesiminde bulunan bir kanal ile denize ulaştırmaktadır. Bunlar mevsimlik akarsular olup, yazın kurumaktadırlar [15]. Kasım 2016 tarihinde başlanan bu çalışma, belirlenen noktalardan alınan su örneklerinde çeşitli fiziko-kimyasal özellikleri incelemek amacıyla sekiz kez örnekleme yapılmış ve arazi - laboratuvar çalışmaları mevsimsel olarak bir yıl devam etmiştir. Sarıkum Gölü'nü temsil edebilecek alanlardan, Göl ortası (1. İstasyon) ve Göl kıyısı (2. İstasyon) olarak iki istasyon belirlenmiştir. Çalışmaya ait istasyonlar ve koordinatları (Şekil 1) gösterilmiştir.



Şekil.1. Sarıkum Gölü araştırma istasyonları 1: $42^{\circ}01'07.70''K34^{\circ}55'16.90''D$; 2: $42^{\circ}00'47.80''K-34^{\circ}55'43.00''D$

Numunelerin tümü her analiz için farklı olan 1 ve 5 litrelik koyu renkli cam şişelere ve plastik su numune kaplarına konulmuştur. Analiz yapılırken numunenin herhangi bir fiziksel veya kimyasal değişime uğramaması için gerekli önlemler alınarak analizler yapılmıştır [16].

Fiziko-Kimyasal Analizler

Çalışmada, pH, sıcaklık ($^{\circ}C$), çözülmüş oksijen (ÇO : mg/L), tuzluluk (Psu: ppt: %0), Hanna Multiparametre cihazı ile arazide anlık ölçümleri yapılmıştır. Laboratuvarda gerçekleştirilen askıda katı madde (AKM), klorofil-*a* tayini ve besin tuzları analizleri; Amonyum (NH_4^+-N), Nitrit (NO_2^--N), Nitrat (NO_3^--N), Fosfat ($\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$), Silisyum (SiO_4^{2-}) olarak spektrofotometrik yöntemlerle Rayleigh UV-726 marka spektrofotometre cihazı ile standart metodlara göre Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde bulunan laboratuvarlarda yapılmıştır [17-21].

İstatistiksel Analizler

Çalışmada yapılan fiziko-kimyasal ve besin tuzları parametrelerinden elde edilen bulgular Minitab 17 paket istatistik programı kullanılarak istasyonlar arasında ve mevsimler arasında önemli farklılığın saptanması amacıyla varyans analizi 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. Mevsimsel olarak yapılan analizlerin konsantrasyonlar arası ilişkilerini değerlendirmek amacıyla korelasyon matrisleri oluşturularak korelasyon katsayılarının değerleri ($P < 0.05$, $P \leq 0.01$) istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($P > 0.05$ hariç).

Bulgular ve Tartışma

Arazi çalışmalarının yapıldığı Kasım 2016 – Ağustos 2017 yılları arasında 1 yıllık dönem boyunca gölün belirlenen istasyonlarından alınan su örneklerinde, mevsimsel olarak incelenen bazı besin tuzları ve fiziko-kimyasal parametrelerden elde edilen ölçüm ve analiz sonuçlarına; çift yönlü ANOVA (Tukey) testi (Tablo 1 ve 2) uygulanmış ve korelasyon matrisleri (Tablo 3) oluşturulmuştur. Sarıkum Gölü’nde mevsimsel olarak incelenen bazı besin tuzları ve fiziko-kimyasal parametrelerden elde edilen veriler değerlendirilmiş ve sınıflandırılması Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ile Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği kalite kriterleri sınıflarına göre yapılmıştır [22, 23]. Elde edilen sonuçlarda istasyonlar ve mevsimler dikkate alındığında grupların ortalama değerlerinin mevsimler arası ve istasyonlar arası istatistiksel farklılıkları (Tablo 1, 2) gösterilmiştir

Tablo 1. Sarıkum Göl’ü 1. istasyon bazı besin tuzları ve fiziko-kimyasal parametrelerin mevsimsel değişimi

Parametreler	Mevsimler			
	Sonbahar Ort \pm S.H	Kış Ort \pm S.H	İlkbahar Ort \pm S.H	Yaz Ort \pm S.H
pH	8.44 \pm 0.141 ^{aA}	8.33 \pm 0.191 ^{abA}	8.09 \pm 0.052 ^{bA}	8.66 \pm 0.069 ^{aA}
Sıcaklık (°C)	13.05 \pm 1.752 ^{bA}	7.45 \pm 0.956 ^{cA}	14.10 \pm 0.857 ^{bA}	27.2 \pm 0.009 ^{aA}
Çözünmüş oksijen (mg/L)	3.64 \pm 0.139 ^{bAB}	4.94 \pm 0.153 ^{aAB}	3.05 \pm 0.976 ^{bAB}	1.83 \pm 0.433 ^{bAB}
Tuzluluk (psu, ppt)	1.81 \pm 0.141 ^{ab}	1.2 \pm 0.572 ^{bB}	5.076 \pm 0.505 ^{aB}	4.68 \pm 0.228 ^{abB}
Askıda Katı Madde (mg/L)	0.02 \pm 0.002 ^{aAB}	0.04 \pm 0.015 ^{aAB}	0.04 \pm 0.015 ^{aAB}	0.01 \pm 0.001 ^{bAB}
Klorofil- <i>a</i> (μ g/L)	7.50 \pm 0.921 ^{aA}	7.63 \pm 1.399 ^{aA}	5.97 \pm 0.035 ^{aA}	12.06 \pm 0.691 ^{aA}
NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	0.24 \pm 0.013 ^{aAB}	0.04 \pm 0.018 ^{bAB}	< 0	0.01 \pm 0.014 ^{abAB}
NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	0.10 \pm 0.001 ^{bA}	0.17 \pm 0.005 ^{aA}	0.08 \pm 0.011 ^{bcA}	0.02 \pm 0.000 ^{cA}
NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	0.06 \pm 0.007 ^{aB}	0.02 \pm 0.009 ^{aB}	< 0	< 0
PO ₄ ⁻³ -P (mg/L)	0.27 \pm 0.013 ^{bC}	0.29 \pm 0.004 ^{aC}	0.12 \pm 0.013 ^{bC}	0.06 \pm 0.008 ^{cC}
Silisyum (mg/L)	1.90 \pm 0.002 ^{ab}	2.03 \pm 0.000 ^{aB}	1.23 \pm 0.002 ^{aB}	1.09 \pm 0.043 ^{bB}

a, b, c harfleri sütunlar (Mevsimler) arasındaki farklılığı; A, B, C harfler ise satırlar (İstasyonlar) arasındaki farklılığı ifade etmektedir. S.H: Standart Hata

Tablo 2. Sarıkum Göl'ü 2. istasyon bazı besin tuzları ve fiziko-kimyasal parametrelerin mevsimsel değişimi

Parametreler	Mevsimler			
	Sonbahar Ort ± S.H	Kış Ort ± S.H	İlkbahar Ort ± S.H	Yaz Ort ± S.H
pH	7.94±0.006 ^{aA}	8.25±0.277 ^{abA}	8.18±0.006 ^{bA}	9.21±0.133 ^{aA}
Sıcaklık (°C)	12.50±0.967 ^{bA}	7.20±0.921 ^{cA}	14.62±0.762 ^{bA}	27.02±0.153 ^{aA}
Çözünmüş oksijen (mg/L)	2.95±0.052 ^{bAB}	5.06±0.185 ^{aAB}	3.46±0.808 ^{bAB}	3.61±0.445 ^{bAB}
Tuzluluk (psu, ppt)	2.60±0.035 ^{aB}	1.34±0.673 ^{bB}	5.26±0.193 ^{aB}	4.45±0.107 ^{abB}
Askıda Katı Madde (mg/L)	0.02±0.006 ^{aAB}	0.03±0.000 ^{aAB}	0.02±0.009 ^{aAB}	0.02±0.007 ^{bAB}
Klorofil- <i>a</i> (µg/L)	18.63±5.880 ^{aA}	6.88±3.381 ^{aA}	2.54±0.159 ^{aA}	6.57±2.683 ^{aA}
NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	0.30±0.014 ^{aA}	0.01±0.013 ^{bA}	0.06±0.007 ^{bA}	0.00±0.011 ^{abA}
NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	0.08±0.005 ^{bA}	0.17±0.001 ^{aA}	0.06±0.006 ^{bcA}	0.03±0.002 ^{cA}
NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	< 0	0.06±0.002 ^{aB}	0.03±0.020 ^{bB}	< 0
PO ₄ ⁻³ -P (mg/L)	0.21±0.005 ^{bc}	0.28±0.003 ^{ac}	0.08±0.013 ^{bc}	0.07±0.013 ^{cc}
Silisyum (mg/L)	2.02±0.019 ^{aB}	1.94±0.008 ^{aB}	1.49±0.010 ^{aB}	0.93±0.002 ^{bB}

a, b, c harfleri sütunlar (Mevsimler) arasındaki farklılığı; A, B, C harfler ise satırlar (İstasyonlar) arası farklılığı ifade etmektedir. S.H: Standart Hata

Çift yönlü ANOVA test sonuçlarına göre istasyonlar 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, klorofil-*a* değerinin ise mevsimler ($_{mev}$) arasındaki farklılıkların ($F_{mev}=2.71$; $P_{mev}=0.051$; $P > 0.05$) önemsiz olduğu istasyonlar ($_{ist}$) arası farklılığın ($F_{ist}=6.62$; $P_{ist}=0.000$; $P < 0.05$) anlamlı olduğu saptanmıştır. Çalışmada belirlenen fiziko-kimyasal parametre (pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, tuzluluk, AKM, klorofil-*a* tayini, NH₄⁺-N, NO₂⁻-N, NO₃⁻-N, PO₄⁻³-P ve SiO₄⁻²) değerleri arasındaki korelasyon Tablo 3'te gösterilmiştir. Sıcaklık ($_{sic}$) ve tuzluluk ($_{tuz}$) değerleri ile PO₄⁻³ ($r_{sic} = -0.834$, $P < 0.05$; $r_{tuz} = -0.961$; $P < 0.01$), NO₂⁻ ($r_{sic} = -0.881$; $r_{tuz} = -0.845$; $P \leq 0.01$) ve SiO₄⁻² ($r_{sic} = -0.872$; $r_{tuz} = -0.850$; $P \leq 0.01$) arasındaki korelasyonun istatistiksel açıdan önemli ve ters orantılı ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ÇO ile sıcaklık ($r_{sic} = -0.711$; $P < 0.05$) değerleri arasında ters orantılı bir ilişki elde edilmiş olmasına rağmen, ÇO ile PO₄⁻³ ($r = 0.724$; $P < 0.05$) ve NO₂⁻ ($r = 0.874$; $P < 0.01$) değerleri arasında pozitif bir ilişki olduğu saptanmıştır. Karkamış Baraj Gölü'nde yapılan çalışmada ÇO ile PO₄⁻³ ve NO₂⁻ arasındaki korelasyon katsayıları belirlenmiş ve pozitif (PO₄⁻³ $r = 0.0092$; NO₂⁻ $r = 0.1292$) ilişki bulunmuştur [24]. Bu durum gazların sudaki çözünürlüğünün sıcaklıkla ters orantılı olması ve kimyasal maddelerin çözünürlüğünün ise sıcaklıkla artmasıyla ilişkilendirilebilir. Üstelik fosfat ve nitrit iyonları oksijenin mevcut olduğu ortamlarda oksidasyon ürünleri olarak bulunabilirler, aksi takdirde indirgenme reaksiyonu ile farklı ürünlere dönüşebilirler. Ayrıca NO₂⁻ sularda NH₄⁺ ile NO₃⁻ arasındaki geçiş formudur. Su ortamlarında NO₂⁻'in bulunması, genellikle sulara organik madde karışığının bir göstergesidir. NH₄⁺'in oksidasyonu

sonucunda NO₂⁻ oluştuğundan, sularda ÇO miktarının azalmasına neden olabilmektedir [24]. Suyun asit veya baz özelliğinin bir göstergesi olan pH, canlı yaşamını etkileyen önemli faktörlerden biridir ve herhangi bir şekilde kirletilmemiş olan göl sularının pH değeri 6–9 arasında değişmektedir. Birçok balık türü pH 6.5-8.5 aralığında olan sularda iyi bir gelişim gösterirken [25, 26], pH'ı 10.8'den yüksek ve 5.0'dan düşük sular sazangiller (özellikle sazan) için öldürücü etki yaratmaktadır [27]. Sarıkum Gölü'nde yapılan fiziko-kimyasal ölçümlerin sonuçlarına göre suyun en yüksek pH değeri 9.21 ile 2 no'lu istasyonda yaz mevsiminde, en düşük değeri ise sonbahar mevsiminde 7.94 ile yine 2 no'lu istasyonda (Tablo 2) olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen veriler göl suyunun hafif bazik pH değerine sahip olduğunu göstermektedir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği kalite kriterleri açısından, örnekleme süresince ölçülen pH değerlerine göre II. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir (Tablo 4). Sinop ili Sırankarağaçlar Deresi'nde yapılmış olan çalışmada pH değeri 7.57 [28]; Doğu Karadeniz Havzası akarsularında gerçekleştirilen çalışmada pH değeri 7.78 [29]; Gaga Göl'ünde gerçekleştirilmiş çalışma sonunda pH değeri 8.28 [30] olarak tespit edilmiştir. Farklı bölgelerde nehir ve göllerde yapılmış olan çalışmalarda pH değerlerinin çalışma sonuçlarımızla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Su sıcaklığı, sucul ortamlarda çözülmüş oksijen ve birçok fiziksel su özelliklerini doğrudan değiştirirken sucul canlıların maksimum yaşam koşullarını ve birçok biyokimyasal süreci etkileyen bir parametredir [31]. Bu nedenle su sıcaklığı su kalitesi çalışmalarında incelenen önemli fiziksel parametrelerin başında gelir. Sarıkum Gölü'nde seçilen istasyonların sıcaklığı ise 7.20 - 27.17 °C arasında değişmektedir (Tablo 1-2). Gölün bir yıllık sıcaklık değerleri incelendiğinde, yaz aylarında su sıcaklığının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre gölün su kalitesi [22] I. Sınıftır (Tablo 4). Sinop Sarıkum Gölü'nde gerçekleştirilmiş çalışma sonucu ortalama sıcaklık değeri 17.1 °C [8]; Giresun ili Çanakçı Deresi'nde yapılmış çalışmada ise sıcaklık 13 °C [32] olarak belirlenmiştir. Daha önce yapılmış olan çalışmalarda sıcaklık değerleri, çalışma sonuçlarımızla paralellik göstermektedir. Ölçülen sıcaklık farklılıkları gölde yaşayan sucul canlıları olumsuz yönde etkileyecek düzeyde olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 3. İstasyonlardaki fiziko-kimyasal ve besin tuzları parametrelerinin arasındaki korelasyon

	pH	Sıcaklık	Ç.O	Tuzluluk	AKM	Klorofil-a	Amonyum	Nitrit	Nitrat	Fosfat
Sıcaklık	0.746*									
Ç.O	-0.091	-0.711*								
Tuzluluk	0.211	0.679	-0.697							
AKM	-0.347	-0.667	0.632	-0.398						
Klorofil -a	-0.217	0.079	-0.397	-0.238	-0.273					
Amonyum	-0.395	-0.263	-0.136	-0.383	-0.242	0.613				
Nitrit	-0.410	-0.881**	0.874**	-0.845**	0.711*	-0.116	0.019			
Nitrat	-0.189	-0.587	0.631	-0.582	0.160	-0.413	0.127	0.624		
Fosfat	-0.410	-0.834 *	0.724*	-0.961**	0.549	0.137	0.398	0.905**	0.631	
Silisyum	-0.639	-0.872**	0.577	-0.850 **	0.342	0.270	0.588	0.792*	0.571	0.909**

P>0.05; *P<0.05; **P≤0.01

Sucul canlılar için yaşamsal önemi olan çözülmüş oksijen konsantrasyonu, su ortamında organik madde miktarının ve kirlenme düzeyinin bir ölçüsüdür [33].

Çözünmüş 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 [34]. Sarıkum Gölü'nde su seviyesi farklılık gösterdiğinden dolayı istasyonlardan alınan su örneklerinde çözünmüş oksijen değerlerinde de farklılık görülmektedir. Yaptığımız araştırma sonuçlarına göre ÇO miktarı en yüksek 5.06 mg/L kış mevsiminde 2 no'lu istasyonda (Tablo 2) en düşük değer ise 1.83 mg/L olarak 1 no'lu istasyonda (Tablo 1) yaz mevsiminde olduğu ve ÇO miktarı mevsimsel olarak farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Oksijen çözünürlüğü sıcaklık ile ters orantılı olduğu için kış aylarında çözünmüş oksijen değeri daha yüksek değerler almış olması olağandır. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne [22] göre ölçülen ÇO II (az kirlenmiş) ve III. (kirlenmiş) sınıf su kalite kriterlerine uymaktadır (Tablo 4). Bu durumda her iki su kaynağının çözünmüş oksijen değerlerinin düşük olduğunu ve su ekosistemini olumsuz etkileyebileceği fikrini güçlendirmektedir. Trabzon Uzun Göl'de yapılmış çalışmada çözünmüş oksijen değerlerinin 3.72-13.13 mg/L [35]; Ordu Ulu Göl'deki çözünmüş oksijen miktarının ise 8.4-11.3 mg/L aralığında olduğu [34]; Zonguldak Dereköy Gölet'inde gerçekleştirilen çalışmada çözünmüş oksijen miktarının 10.24 mg/L olduğu [36] saptanmıştır.

Gölün çevresindeki tarımsal alanlarda kullanılan doğal ve suni gübrelerin, evsel atık suların gölün fiziko-kimyasal yapısında etkili olduğu, göle kaynak oluşturan deniz bağlantı kanalından deniz suyunun göl suyuna karışması nedeni ile tuzluluk miktarında artış olduğu belirlenmiştir. Sarıkum Gölü'nde ölçülen tuzluluk değerlerine bakıldığında en yüksek değer ilkbahar mevsiminde 2 no'lu istasyonda 5.26 psu en düşük değer ise kış mevsiminde 1 no'lu istasyonda 1.2 psu olarak ölçülmüştür (Tablo 2). 2 nolu istasyonun tuzluluk değerinin yüksek çıkmasının nedeni; seçilen bu istasyonun göle deniz bağlantı kanalı olan bölgeye daha yakın olmasıdır. Bu kanalın dönem dönem açılarak göle deniz suyu taşınması sonucu, gölün tuzluluk değerinde artışa neden olduğu saptanmıştır. AKM suda partikül halinde bulunan organik ve inorganik maddelerin miktarı hakkında bilgi verir ve kirlilik çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır [37]. AKM alıcı su ortamlarına evsel ve endüstriyel atık sularla da taşınır. Bunun sonucunda suyun bulanıklığı artar, ışık geçirgenliği azalır ve bu etkiler fotosentez olayını yavaşlatır, aynı zamanda sedimantasyon 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 [34].

Tablo 4. Sarıkum Gölü'nün su kirliliği kontrolü yönetmeliği ve yerüstü su kalitesi yönetimi yönetmeliği verilerine göre sonuçları

Su Kalite Parametreleri	Su Kalitesi Sınıfları					Mevsimsel Ortalama Değerleri	
	I (Yüksek Kalite)	II (Az kirli)	III (Kirli)	IV (Çok kirli)			
pH*	6.5-8.5	6.5-8.5	9	6-9 dışında	8.39±0.11	II	
Sıcaklık (°C)*	≤ 25	≤ 25	30	>30	15.39±0.80	I	
ÇO (mg/L) **	>8	6	3	>3	3.57±0.40	II-III (Ötrofik)	
Amonyum (mg NH ₄ ⁺ -N)*	0.2	1	2	>2	0.08±0.01	I	
Nitrit (mg NO ₂ ⁻ -N/L) **	0.002	0.01	0.05	>0.05	0.09±0.00	IV Hipertrofik	
Klorofil- <i>a</i> (µg/L)	<1 Oligotrofik	1 Mezotrofik	3 Ötrofik	>3Hipertrofik	8.47±1.89	Hipertrofik	
Fosfat TP (µg/L)**	0.05	0.16	0.65	>0.65	0.17±0.02	III Ötrofik	

*pH, sıcaklık, ÇO, amonyum azotu, nitrit azotu, fosfat fosforu, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği [22] **Nitrit azotu, fosfat fosforu, klorofil-*a*, Yerüstü su kaynaklarının genel kimyasal ve fizikokimyasal parametreler açısından sınıflarına göre kalite kriterleri, Karadeniz kıyı suları ötrafikasyon ve göl, gölet ve baraj gölleri ötrafikasyon kriterleri [23]

Su ürünleri yetiştiriciliğinde kabul edilebilir AKM sınır değer 10 mg/L 'dir [36]. Sarıkum Gölü'nde AKM değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük değeri 0.013 mg/L ile 1 no'lu istasyonda yaz mevsiminde, en yüksek değeri 0.04 mg/L ile yine 1 no'lu istasyonda ilkbahar mevsiminde olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu değerlerin Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'de [22] belirtilen ötrofikasyon kontrolü sınır değerlerinin (5-15 mg/L) altında olduğu, belirlenen istasyonda AKM yüksek değerlerde olmadığını ortaya koymaktadır. Sarıkum Gölü'nde Klorofil-*a* (µg/L) değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük değeri 2.54 µg/L ile 2 no'lu istasyonda ilkbahar mevsiminde, en yüksek değeri 18.63 µg/L ile 2 no'lu istasyonda sonbahar mevsiminde olduğu belirlenmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada klorofil-*a* değeri Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'ne göre hipertrofik göl [23] sınıfında yer aldığı (Tablo 4) tespit edilmiştir. Göllerde ölçülen ortalama toplam fosfat derişimi ile ortalama klorofil-*a* derişimi arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır [21]. Çalışmada klorofil-*a* değerinin NH₄⁺, PO₄⁻³ ve SiO₄⁻² arasındaki ilişki pozitif iken, NO₂⁻ ve NO₃⁻ ile negatif bir ilişkinin olduğu belirlenmiş olup, bu farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olmadığı sonucuna varılmıştır (P<0.05; Tablo 3). Bulut ve Kubilay [38], Isparta Eğirdir Gölü'nde yaptıkları çalışma da klorofil-*a* değerlerini 2.31 (µg/L) olduğunu; Hakverdioğlu'nun [39] Boraboy Gölü'nde (Amasya) yapmış olduğu çalışma sonucunda 0-9.48 (µg/L) aralığında olduğunu bulmuşlardır. Yapılan çalışmaların bölgesel farklılıklardan dolayı değerlerin değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. İnorganik azot ve azot bileşikler sularda çözünmüş gaz halinde, çözünmüş veya asılı organik bileşik ve mineral şeklinde bulunabilir. Doğal sularda yaygın bulunan azotlu bileşikler, amonyum azotu, nitrit ve nitrattır. Bu bileşikler ölçülerek suyun kalitesi hakkında karar verilebilmektedir. Bu azotlu maddelerin kaynağı yağmur suyu ile taşınan atmosferik azot ve toprak yapısında bulunan nitrat tuzları olabildiği gibi; tarımsal etkinlikler sırasında topraktan yıkanan evsel ve endüstriyel atıklardan suya karışan

bileşikler de olabilir. Ayrıca azot bağlayan mavi- yeşil alg türlerinin atmosferik azotu bağlaması da söz konusudur [40, 34].

Amonyum ve nitrat iyonları birçok yüksek bitkiler ve algler tarafından doğrudan alınabilir. Amonyum, alg büyümesini hızlandırmasının yanında suda oksijen tüketimini artırması ile sucul ortamı etkilemektedir [41]. Oksijenin tükenmesi halinde, sucul yaşamın önemli bir bölümünün ani ölümüne ve ortamda uzun süreli anaerobik durumların ortaya çıkmasına neden olduğu belirlenmiştir [21]. İstasyonlardan alınan su örneklerinin analizleri sonucunda; amonyum azotu tüm mevsimlerde değişken olup elde edilen veriler incelendiğinde en düşük değeri 0.00 mg/L ile 1 no'lu istasyonda ilkbahar mevsiminde, en yüksek değeri 0.3004 mg/L ile 2 no'lu istasyonda sonbahar mevsiminde olduğu bulunmuştur. Amonyum, birçok alg ve yüksek yapılı bitki tarafından direkt olarak ve sucul canlıların atık maddesi olarak tekrar organizmalar tarafından alınabilmektedir. [42]. Dolayısıyla sonbahar ve kış mevsiminde yağın yağış ve erimeye başlayan kar suları oksijen miktarını artırarak sudaki amonyak miktarını düşürmektedir. Tablo 4'de görüldüğü üzere oksijenle amonyak arasında negatif bir ilişki vardır. Ateş ve Ertan'ın [43], Isparta Paragözü Kaynağı'nda yaptıkları çalışmada Amonyum değerini <0.006 mg/L 'nin altında, Dinçer'in [32] Giresun Çanakçı Deresi'nde yaptığı çalışmada ise 0.67 mg/L olduğu belirlenmiştir. Çalışmada elde edilmiş verilere göre Sarıkum Gölü suyunun amonyum azotu değerleri bakımından Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre kalite sınıfı I'dir (Tablo 4).

Nitrit, amonyumun nitrata dönüşümünde biyolojik oksidasyon ara ürünüdür. Nitrit azotu değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük değeri 0.027 mg/L ile 1 no'lu istasyonda yaz mevsiminde, en yüksek değeri 0.178 mg/L ile 2 no'lu istasyonda kış mevsiminde olduğu belirlenmiştir. Kış mevsiminde artan çözünmüş oksijen miktarına bağlı olarak nitrifikasyon ve denitrifikasyon olaylarının artması kararsız bir form olan nitrit miktarını doğrudan etkilemektedir. Nitritin çoğunlukla doğal sularda ve balık çiftliklerindeki konsantrasyonu düşüktür [20]. Çalışma sonucunda nitrit değerleri; Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre kalite sınıfları Tablo 4 'deki gibi olup hipertrofik özellik göstermektedir. Bu durum; evsel, hayvansal, tarımsal atıkların sulama kanalı veya yağmur yüzey suları ile göle taşınarak ortamda etkili olduğunu ve çevresel kirliliği göstermektedir. Nitritin çoğunlukla temiz ve doğal sularda konsantrasyonu düşüktür, fakat organik pollusyonun fazla ve oksijen miktarının düşük olduğu yerlerde yüksek konsantrasyonlara ulaştığı bilinmektedir [21]. Oksijence zengin sularda nitrat çok yaygın olup, yüzey sularında nitrat miktarı genellikle düşüktür ve derinlik arttıkça nitrat miktarı artar [21]. Nitrat azotu değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük değeri 0.00 mg/L ile 1 no'lu istasyonda ilkbahar mevsiminde, en yüksek değeri 0.066 mg/L ile 2 no'lu istasyonda kış mevsiminde olduğu bulunmuştur. Nitrat azotu algal büyümeyi sınırlayabilen veya arttırabilen önemli bir faktördür. Fitoplanktonun yoğun bir şekilde gelişmesini sağlayan nitrat azotunun sulardaki normal değerleri 1-10 mg/L'dir [40]. Serdar'ın 2015 yılında [29] Doğu Karadeniz Havzası akarsularında gerçekleştirdiği çalışma sonucu nitrat değerini 0.685 mg/L; Mutlu ve Paruğ ise 2018 yılında [36]

Zonguldak Dereköy Göleti'nde gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda nitrat değerini 6.65 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Oligotrofik sularda azot miktarı düşük, ötrofik sularda ise oldukça yüksektir. Bir araştırmada *Nitrosococcus* bakterilerinin sayısındaki artışın nitrit oluşumu üzerine etkisi test edilmiştir. Artış gösteren bakteri değerine karşın nitrit konsantrasyonlarında da aynı paralellikte artış kaydedilmiştir. Azalan bakteri değerlerine bağlı olarak nitrit miktarlarında azalma gözlenmiştir. Nitrifikasyon olayında bir sonraki süreç nitritten nitrat oluşumudur. Ortamda bulunan nitrit, *Nitrobacter*'ler tarafından nitrata dönüştürülmektedir. Bu dönüşümde ortamdaki nitrit değerlerinin azalması ve nitrat değerlerinin artışının sonucu olarak değerlendirilmiştir [44]. Nitrit değerleri ile nitrat değerleri arasında ters bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Nitrifikasyon bakterileri zorunlu aerob organizmalardır [45,46]. Bu nedenle nitrifikasyon olayı ancak oksijenin var olduğu ortamlarda gerçekleşebilir [47,48]. Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen değerler evsel ve tarımsal atıkların göle karıştığını ve amonyağın nitrite yükselttiğini ancak ortamdaki oksijen yetersizliğinden nitrat oluşumunun yetersiz olduğunu ve meydana gelen nitrat kirliliğinin yüksek derecede olmadığını göstermektedir.

Sularda fosfat kaynakları tarımsal, evsel ve endüstriyel atıklar olup, azot ile birlikte ötrofikasyona etki etmektedir [49, 50]. Fosfat değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde ortalama değerleri 0.176 mg/L bulunurken, en düşük değeri 0.064 mg/L ile 1 no'lu istasyonda yaz mevsiminde, en yüksek değeri 0.297 mg/L ile 1 no'lu istasyonda kış mevsiminde olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada belirlemiş olduğumuz verilerin Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre kalite sınıfları Tablo 4 'te gösterildiği gibi olup fosfat değerleri açısından III. Sınıf (kirli) su kalitesinde olduğu ve gölün ötrofik özellik gösterdiği belirlenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda; Ateş ve Ertan'ın [43] Isparta Pınargözü Kaynağı'nda $PO_4^{3-}P$ değerini <0.05 mg/L olduğunu; Minareci vd.'ne [51] göre, Manisa'nın Gediz Nehrinde $PO_4^{3-}P$ değerlerini 0.0044 -0.248 mg/L aralığında olduğunu, Gündoğdu vd.'nin 2018 yılında [52] Sinop Karasu Nehri'nde yapmış oldukları çalışmada ise 0.122-0.974 mg/L aralığında olduğunu tespit etmişlerdir. Sarıkum Gölü'nde yapmış olduğumuz çalışma sonucunda elde ettiğimiz $PO_4^{3-}P$ değerlerinin belirtilen değerlerin üstünde bulunması, su kaynağında çevreden gelen ve su kalitesini olumsuz etkileyen faktörlerin olması ihtimalini güçlendirmektedir.

Silisyum da diğer besleyici elementlerde olduğu gibi mevsimlere, derinliğe ve bölgelere bağlı değişimler gözlenir. Mevsimsel değişimler özellikle yüzey sularında dikkati çeker [21]. Silisyum değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük değeri 0.93 mg/L ile yaz mevsiminde 2 no'lu istasyonda, en yüksek değeri 2.03 mg/L ile kış mevsiminde 1 no'lu istasyonda olduğu belirlenmiştir. Buna neden olarak; kışın biyolojik faaliyetlerin azalmasıyla silisyum değerlerinde artışların olmasıyla açıklanabilir. Ayrıca Silisyumun göl suyundaki varlığı; karasal kaynaklı girdilerden meydana geldiği ve bu girdinin oluşmasına neden olan etkenlerden birincisi sulama sularının suya geçişi ikincisi ise yıllık yağış miktarının etkisidir. Sinop ili yaz ile kış mevsimlerinde yağış miktarlarındaki farklılığın yaklaşık iki kat

olması yağışların bu bölgede etkili olduğunun göstergesidir (Tablo 5). Taş'ın [30] Ordu Gaga Gölü'nde yapmış olduğu çalışmada Si değerini 4.25 mg/L olarak, Serdar'ın [29] Doğu Karadeniz Havzası akarsularında gerçekleştirdiği çalışmada Si değerini 16.06 mg/L olarak saptamışlardır. Araştırmalarda elde edilen Silisyum değerlerinin farklılığı; çalışma bölgelerinin karasal yapı özelliklerinin ve yağış miktarlarının değişkenliği Tablo 5'te gösterildiği gibi açıklanabilir.

Tablo 5. Sinop ili 1991-2020 yılları arası iklim verileri (sıcaklık-yağış)

İklim Verileri	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
Sıcaklık(°C)	16.77	7.70	11.53	22.8
Yağış (mm)	83.97	77.40	43.97	37.27

Sinop ili sıcaklık ve yağış değerleri [53]

Sarıkum Gölü'nde yapılan fiziko-kimyasal parametre değerlerine bakıldığında; göle kaynak oluşturan derelerin taşımış olduğu su kirliliği, yerleşim yerlerinden gelen evsel ve tarımsal atıkların genellikle organik içerikli oldukları, göle fazla besin maddesi girişi sağlayarak su ortamındaki bazı algleri önemli derecede artırdığı ve ötrofik kirliliğe sebep oldukları gözlenmiştir.

Sonuç

Ülkemiz için son derece önemli sulak alanlardan biri olan Sarıkum Gölü'nde yapılan bu çalışmada; bölgede özellikle gölün yakın çevresinde tarım alanlarında gübre kullanılmaktadır. Sonbahar mevsiminde artan yağışlarla birlikte kimyasal maddeler karasal alanlardan göl suyuna taşınmakta ve göle karışan azotlu bileşiklerle (nitrit, nitrat ve fosfat) ve klorofil-*a* gibi parametrelerin konsantrasyon düzeylerinin artışına neden olmaktadır. Ayrıca kış mevsiminde hava sıcaklığının düşmesi organizma faaliyetlerinin yavaşlaması ile kimyasal maddelerin canlılar tarafından kullanım oranının azalması göl suyunda kimyasal madde birikimine ve suyun kirlenmesine neden olduğunun göstergesidir. Sarıkum Gölü'nde yapılan bu çalışmada elde edilen veriler değerlendirildiğinde, derinlik açısından sığ olarak tanımlayabileceğimiz bu gölde, fiziko-kimyasal parametrelerden azotlu bileşik değerleri yüksek bulunmuştur. İki farklı istasyonda yapılan çalışmada göl ortasında bulunan 1. istasyonun deniz ile bağlantı kanal yolunun açık olduğu dönemlerde göle tuzlu suyun girmesi, göl etrafında bulunan derelerden gelen kirliliğin etkisinde olması, evsel atıkların göle deşarj edilmesi ve tarımsal sulamalarla gelen azotlu kirliliğe maruz kalması bu iki istasyonda çözünmüş oksijen, klorofil-*a*, fosfat gibi değerlerin birbirinden farklı görülmesindeki nedenler arasında sayılabilir. Bu değerlerin yüksek görülmesinde etkili olabilecek diğer faktörler (örneğin gölün biyolojik canlı kompozisyonu açısından da incelenmesi) göz ardı edilmeksizin, gelecekte sediment kalite değişimlerinin izlenmesi ve değerlendirmesi gerekmekte ve bu sulak alanda ötrofikasyonda en etkili faktörün ortaya çıkarılmasıyla gölün sürekliliğinin sağlanabilmesi ve su kalitesinin korunması açısından önem arz etmektedir. Bu çalışmadaki fiziko-kimyasal analizler gölde ileride yapılacak çalışmalara bir destek verisi oluşturacaktır.

Teşekkür Çalışma, “Sarıkum Gölü’nde Ötrofikasyona Neden Olan Kirleticiler ve Kaynakları” adlı Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tez verilerinden üretilmiştir. Katkılarından dolayı Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’ne teşekkür ederiz.

Fon/Finansman bilgileri Herhangi bir kurum ve/veya kuruluş tarafından desteklenmemiştir.

Etik Kurul Onayı ve İzinler Çalışma, etik kurul izni ve herhangi bir özel izin gerektirmemektedir.

Çıkar çatışmaları/Çatışan çıkarlar Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Yazarların Katkısı Çalışmada 1. yazar %60 oranında, 2.yazar %40 oranında katkı sağlamıştır. Tüm yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamıştır.

Kaynaklar

- [1] Findlay, S., & Sinsabaugh, R. L. (2003). Aquatic Ecosystems: Interactivity of Dissolved Organic Matter. San Diego. Academic Press, an imprint of Elsevier Science.https://books.google.com.sl/books/about/Aquatic_Ecosystems_Interactivity_of_Diss.html?hl=fr&id=ZHNT2ZFqtI4C&utm_source=gb-gplus-shareAquatic
- [2] Katip, A., & Karaer, F. (2011). Uluabat Gölü su kalitesinin Türk mevzuatına ve uluslararası kriterlere göre değerlendirilmesi. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering and Architecture*, 16 (2), 25-34.
- [3] Lai, X.J., Huang, Q., & Jiang J.H. (2012). Wetland inundation modeling of Dongting Lake using two dimensional hydrodynamic model on unstructured grids, *Procedia Environmental Sciences*, 13, 1091-1098.
- [4] Smith, V.H., & Schindler, D.W. (2009). Eutrophication science: where do we go from here? *Trends in ecology & evolution*, 24(4), 201-207. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.11.009>
- [5] Forsberg, C. (1998). Which policies can stop large scale eutrophication. *Water Science and Technology*, 7 (3), 193-200.
- [6] Karaduman, H. (1993). Sinop Milli Parklar ve Av-Yaban Hayatı Başmühendisliği görev alanı içinde bulunan Sarıkum Gölü’ nün Türkiye–Finlandiya ortak proje kapsamına alınması ile ilgili bilgileri içerir rapor. Sinop.
- [7] Öztürk, M. (1994, Temmuz 6-8). *Bir Doğa Koruma Alanı Olan Sarıkum Gölü (Sinop) Makroskobik ve Mikroskobik Algleri*. 12. Ulusal Biyoloji Kongresi. Edirne, Türkiye.
- [8] Byfield, A. J. (1994). *Sarıkum Dunes*. Türkiye’nin kuzey kumullarının korunmasına yönelik rapor. Doğal Hayatı Koruma Derneği.
- [9] Akbulut, M. (1996). *Sinop İli Sarıkum Gölü ve çevre su birikintilerindeki makrobentik fauna üzerine bir ön araştırma*. (Tez no. 56395) [Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi].
- [10] Ozaner, F.S. (1998). Sinop batısındaki ekosistemler ilginç yer şekillerinin jeomorfolojisi, Ekoturizm yönünden önemi. Tübitak, Yer Deniz Atmosfer Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu, Ankara.
- [11] Ertan, A., Kılıç, A., & Kasperek, M. (1989). Türkiye’nin Önemli Kuş Alanları, İstanbul. Doğal Hayatı Koruma Derneği.

- [12] Yardım, Ö., Şendoğan, E., Bat, L., Sezgin, M., & Çulha, M. (2008). Sarıkum Gölü (Sinop) makrobentik mollusca ve crustacea faunası, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 25(4), 301-309.
- [13] Öztekin, A. (2016). *Deniz stratejisi çerçeve direktifi kapsamında Sinop Sarıkum lagünü deniz çöplerinin durumu: Bir örnek çalışma. (Tez no.434236) [Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi].*
- [14] Hasançavuşoğlu, Z. (2018). *Sarıkum Gölünde Ötrofikasyona Neden Olan Kirleticiler ve Kaynakları. (Tez no. 523534) [Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi].*
- [15] ÇŞİM. (2012). Sinop Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü 2011 Yılı İl Çevre Durum Raporu Hazırlayan Çed Hizmetleri ve Çevre İzin Şube Müdürlüğü, Sinop.https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/s-nop_-cdr2017-20181219143935.pdf
- [16] APHA., AWWA., & WEF. (1995). Standart Methods For the Examination of Water and Wastewater, 19 th Edition, Washington, USA.
- [17] TSE. (2005). İçme ve Kullanma Suları Standartları. Türk Standartları Enstitüsü. http://www.opalsu.com.tr/mevzuat/HavuzsularinininozonlanmasiTSE_11899.pdf
- [18] APHA. (1965). Standard methods for the examination of water and waste water. 19th edition, American Public Health Association Inc, New York.
- [19] APHA. (1981). (American Public Health Association). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15th edition, Washington, 85-99, 773-779, 786- 828.
- [20] Egemen, Ö., & Sunlu, U. (1996). *Su Kalitesi*. Ege Üniversitesi Basımevi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.
- [21] Egemen, Ö. (2011). *Su Kalitesi*. Ege Üniversitesi Basımevi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.
- [22] SKKY. (2008). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. 2 Şubat 2008-26786 Sayılı Resmî Gazete, Ankara. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=7221&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
- [23] YSKY. (2016). Yerüstü su kalitesi yönetimi yönetmeliği, 10 Ağustos 2016- 29797 Sayılı Resmî Gazete, Ankara. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/08/20160810-9.htm>.
- [24] Tepe, R., & Kutlu, B. (2019). Examination water quality of Karkamış Dam Lake. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(3), 458-466. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i3.458-466.2409>
- [25] Arrignon, J. (1976). *Aménagement Ecologique et Piscicole des Eaux Douces*. Bordas, Paris.
- [26] Dauba, F. (1981). Etude comperative de la fauna des poissons dans les ecosytemes de deux reservoirs: Luzech (Lut) et Chastang (Dordogone). *Journal of Fisheries Sciences*. Thèse Doe. 3ème cycle, INP Toulouse, 109, 179.
- [27] Svobodá, Z., Lloyd, R., Máchová, J., & Vykusová, B. (1993). Water quality and fish health, FAO, EIFAC technical paper, No:54.
- [28] Gündoğdu, A., Gültepe, E., & Çarlı, U. (2018). Sırakaraağaçlar Deresinde (Sinop-Karadeniz Bölgesi) Anyonik Deterjan Kirliliğinin Araştırılması. *Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(7), 909-922. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i7.909-922.1891>
- [29] Serdar, S. (2015). *Doğu Karadeniz Havzası Akarsularının Fizikokimyasal Su Kalitesi Mevsimsel Değişimlerinin Belirlenmesi. (Tez no. 409960) [Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi].*

[30] Taş, B. (2011). Gaga Gölü (Ordu, Türkiye) Su Kalitesinin İncelenmesi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi. *The Black Sea Journal of Sciences*, 2 (1), 43-61.

[31] UNEP, (2008). (United Nations Environment Programme). Water Quality for Ecosystem and Human Health. 2nd edition. Global Environment Monitoring System (GEMS) Water Programme, ISBN: 92-95039, 51-7.

[32] Dinçer, S. (2014). *Çanakçı Deresi su kalitesi ve kirlilik düzeyinin belirlenmesi*. (Tez no. 380603) [Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi].

[33] Ünlü, A., Çoban, F., & Tunç, M. S. (2008). Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23, 119-127.

[34] Taş, B., Candan, A.Y., Can, Ö., & Topraka, S. (2010). Ulugöl (Ordu)' nun bazı fiziko kimyasal özellikleri. *Journal of Fisheries Sciences*, 4 (3), 254-263. <https://doi: 10.3153/jfscm.2010027>

[35] Verep, B., Çelikkale, M. S., & Düzgüneş, E. (2002). Uzungöl'ün bazı limnolojik ve hidrografik özellikleri, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 19 (1-2), 233-240.

[36] Mutlu, E., & Paruğ Ş.Ş. (2018). Dereköy Göleti'nin (Kilimli-Zonguldak) bazı su kalitesi parametrelerinin incelenmesi. *Menba Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*.4(2), 20-28.

[37] Taşdemir, M., & Göksu, Z. L. (2001). Asi nehrinin (Hatay, Türkiye) bazı su kalite özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18 (1-2), 55-64.

[38] Bulut, C., & Kubilay, A. (2018). Eğirdir Gölü su kalitesinin trofik durum indeksleriyle belirlenmesi. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, *Acta Aquatica Turcica*, 14(4), 324-338. <http://dx.doi.org/10.22392/egirdir.415073>

[39] Hakverdioğlu, T. (2017). *Borabay Gölü (Taşova-Amasya) Trofik Seviyesinin Belirlenmesi*. (Tez no. 496577) [Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi].

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

[41] Haralambous A, Maliou E, Malamis M, (1992). The use of zeolite for amonium uptake. *Water Science and Technology*, 25(1), 139-145.

[42] Cirik, S., & Cirik, Ş. (1999). *Limnoloji*. Ege Üniversitesi Basımevi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.

[43] Ateş, H., & Ertan, Ö.O. (2017). Pınargözü Kaynağı (Yenişarbademli, Isparta- Türkiye)'nın fiziko-kimyasal özellikleri ve epilitik algler. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 13(2), 211-219. <http://dx.doi.org/10.22392/egirdir.303829>

[44] Kuenen, J. G., & Robertson, L. A. (1988). *Ecology of Nitrification and Denitrification in the Nitrogen and Sulphur Cycles*, Cambridge, Cambridge University Press, 512 p.

[45] Schlegel, H.G. (1985). *Allgemeine Mikrobiologie*. Thieme Verlag, Newyork. 571 p.

[46] Ingraham, J. L., Stainer, R. S., & Adelberg, E. A. (1974). Gram-Negative Bacteria: The Chemoautotrophs and Methylophs. In: *The Microbial World*, London, Prentice Hall.

[47] Büyükişık, B., & Erbil, Ö. (1987). İzmir İç Körfezi'nde nutrient dinamikleri üzerine araştırmalar. *Doğa, Müh. ve Çevre Dergisi*, 11(3), 379-395.

[48] Sivri, N., Karaçam, H., & Feyzioğlu, M. (1998). Doğu Karadeniz Bölgesi'nde (Sürmene Koyu) nitrifikasyon bakterilerinin aktivitesi. *Turkish Journal of Biology*, 22, 299-306.

[49] Uslu, O., & Türkmen, A. (1987). *Su Kirliliği ve Kontrolü*. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları.

[50] Boran, M., & Sivri, N. (2001). Trabzon (Türkiye) il sınırları içerisinde bulunan Solaklı ve Sürmene Dereleri'nde nutrient ve askıda katı madde yüklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18(3-4), 343-348.

[51] Minareci, O., Öztürk, M., Egemen, Ö., & Minareci, E. (2009). Detergent and phosphate pollution in Gediz River. *Turkey. African Journal of Biotechnology*, 8(15), 3568-3575. <https://doi.10.5897/AJB09.167>

[52] Gündoğdu, A., Gültepe, E., & Çarlı, U. (2018). Determination of anionic detergent concentration of Karasu Stream in Sinop (Turkey). *Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology*, 6(1), 112-123. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i1.112-123.1661>

[53] Anonim, (2020). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H>