



Su Kalitesi ve Kirliliğinin İyonik Bileşen İçeriği Tespiti İle Değerlendirilmesi [*]

Ayşegül EMİN GÜZEL^{1*} Ekrem MUTLU²

¹Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, 37150 Kastamonu, Türkiye.

²Kastamonu Üniversitesi, İç Su ve Deniz Balıkları Üretim, Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü, 37200 Kastamonu, Türkiye.

Geliş/Received: 16.11.2023

Kabul/Accepted: 05.12.2023

Yayın/Published: 31.12.2023

Atıf yapmak için: Emin Güzel, A. & Mutlu, E. (2023). Su Kalitesi ve Kirliliğinin İyonik Bileşen İçeriği Tespiti İle Değerlendirilmesi. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 8(4), 707-713. <https://doi.org/10.35229/jaes.1391913>

How to cite: Emin Güzel, A. & Mutlu, E. (2023). Evaluation of Water Quality and Pollution by Determination of Ionic Component Content. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 8(4), 707-713. <https://doi.org/10.35229/jaes.1391913>

*ID: <http://orcid.org/0000-0003-1600-368X>
ID: <http://orcid.org/0000-0002-6000-245X>

*Sorumlu yazar:
Ayşegül EMİN GÜZEL
Kastamonu University, Institute of Science and
Technology, Department of Materials Science
and Engineering, 37150 Kastamonu, Türkiye
✉: eminguzel.a@gmail.com

Öz: Bu çalışmada; Sinop ilinin Erfelek ilçesi sınırlarında bulunan Gümüşsuyu Göletinin su kalitesinin belirlenmesi, su kirliliğine sebep olan nedenlerin tespiti, göletin canlı yaşamına uygunluk durumunun belirlenmesi amacıyla Nisan 2018 – Mart 2019 tarihleri arasında aylık dönemler halinde göletin bütünü temsil eden dört istasyondan bir yıl boyunca alınan numunelerde, fiziksel ve kimyasal su parametrelerinin değişimleri irdelenmiştir. Bu amaçla; elektriksel iletkenlik (Eİ), askıda katı madde (AKM), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), fosfat (PO_4^{3-}), sülfat (SO_4^{2-}), sülfat (Na_2SO_3), klorür (Cl^-), sodyum (Na), potasyum (K), toplam alkalinite, toplam sertlik, kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-) ve amonyum azotu (NH_4^+) parametreleri için analizler yapılmıştır. Analiz sonuçları genel ortalamalar, mevsimsel ortalamalar ve standart sapma değerlerinin hesaplanması suretiyle incelenmiştir. Bu veriler ışığında Yüzey Suları Su Kalitesi Yönetim Yönetmeliği'nde belirtilen standartlara göre Gümüşsuyu Göleti'nin su kalitesi I. sınıf olarak tespit edilmiş ve gölet suyunun çok sert sular grubunda olduğu belirlenmiştir. Gümüşsuyu Göleti'nde şu an herhangi bir kirlilik problemi olmamakla birlikte, kirlilik baskısı altında olduğu görülmüştür. Bu durumun üzerinde gerekli hassasiyetin gösterilmemesi durumunda gelecekte, Gümüşsuyu Göleti'nin sucul ekosisteminde yaşayan canlılar için tehlike oluşturacağı ön görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Fiziko-kimyasal analiz, Gümüşsuyu göleti, iyonik bileşen, su kalitesi, su kirliliği.

Evaluation of Water Quality and Pollution by Determination of Ionic Component Content

Abstract: In this study, the samples were taken from four stations representing the whole pond in monthly periods between April 2018 and March 2019 to determine the water quality of Gümüşsuyu Pond, which is located in Erfelek district of Sinop province, to determine the causes of water pollution, to determine the suitability of the pond for life, for a year, the changes in physical and chemical water parameters were examined. For this purpose, analyses were made for the electrical conductivity (EI), suspended solids (SS), biological oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), phosphate (PO_4^{3-}), sulfate (SO_4^{2-}), sulfide (Na_2SO_3), chloride (Cl^-), sodium (Na), potassium (K), total alkalinity, total hardness, calcium (Ca), magnesium (Mg), nitrate (NO_3^-), nitrite (NO_2^-) and ammonium nitrogen (NH_4^+) parameters. Analysis results were examined by calculating general averages, seasonal averages, and standard deviation values. In light of these data, the water quality of Gümüşsuyu Pond was determined as Class I according to the standards specified in the Surface Water Quality Management Regulation, and the pond water was determined to be in the very hard water group. Although there is no pollution problem in Gümüşsuyu Pond at the moment, it has been observed that it is under pollution pressure. It has been concluded that if the necessary sensitivity is not shown in this situation, there will be a danger for the creatures living in the aquatic ecosystem of Gümüşsuyu Pond in the future.

Keywords: Gümüşsuyu pond, ionic component, physico-chemical analysis, water pollution, water quality.

[*] Bu çalışma Ayşegül Emin Güzel yüksek lisans tezinden üretilmiştir

This study was produced from Ayşegül Emin Güzel's master thesis.

GİRİŞ

Su; tüm canlıların yaşamını sürdürebilmesi için gerekli olan en temel madde olduğu için evrenselidir. Su; ekolojik sistem, ekonomik kalkınma, gıda üretimi, insan sağlığı ile tüm canlı organizmaların yaşamını sürdürebilmesi için elzem bir kaynaktır (Mutlu, 2021). Dörtte üçü sularla kaplı yeryüzünde; canlıların kullanabileceği tatlı su miktarı, bu suyun %03' ü kadar olup toplam su miktarının %1'den oldukça az olması nedeniyle oldukça dikkatli ve bilinçli bir şekilde korunması gerekli doğal kaynaklardır.

Dünya'da günümüzde su mevcudiyetinin geleceği ile ilgili yapılan çalışmalarda; hızlı artan dünya nüfusu, hızla gelişen teknoloji, sanayiye bağlı endüstriyel atıklar, sanayi suları, tarımsal gübreler, pestisitler ile arıtılmadan deşarj edilen kanalizasyon suları mevcut yüzey sularını tehdit etmektedir (Tokatlı vd., 2021). Yaşam için gerekli olan içme ve kullanma suyu; nehirler, göller, göletler ve baraj gölleri gibi yüzey suları ile yeraltı sularından elde edilmektedir (Şener & Şener, 2020). Günümüzde dünyada ve ülkemizde sürdürülebilir tatlı su kaynaklarına olan ihtiyaç, özellikle yüzey sularının kalitesi ve kirliliği açısından tatlı su kaynaklarının etkin şekilde izlenmesi, yönetimi ve gerekli tedbirlerin alınması için yetkili mercilere önerilerde bulunulması büyük önem verilmesi gereken zorunluluktur (Tokatlı, 2020).

Ülkemizde kullanma, sulama ve içme suyunun en önemli kaynağı; baraj gölleri, göller ve göletlerdir (Mutlu vd., 2021). Sulama göletleri ve baraj göllerinde izlenen su kalite parametreleri, doğal göllerdekine göre daha hızlı değişim göstermektedir. Bu hızlı değişimin sebebi, sulama göleti ve baraj gölleri çevresinde insan kaynaklı etkenlerin daha fazla bulunmasıdır. Bu sebeple ki yapılacak su kalitesi değerlendirmeleri, buralarda meydana gelebilecek su kirliliği ile kirliliğin derecelerini tespit etmek ve suyun anlık durumunu öğrenebilmek için önemlidir (Barlas, 1995). Bu sebeple; su kalitesi araştırmaları dünyanın çeşitli bölgelerindeki bir çok bilim insanının araştırma konusu olmuştur (Kutlu vd., 2015; Kurnaz vd., 2016; Angello vd., 2020; Ustaoglu & Aydın, 2020; Ustaoglu, 2021; Varol vd., 2022; Kükrer vd., 2022; Mutlu ve Uncumusaoğlu, 2022; Şimşek & Mutlu; 2023).

Bu güne kadar Gümüşsuyu Göleti'nin su kalitesinin kontrol değerlerinin detaylı olarak belirlenmesine dair fazla bir araştırma bulunmamaktadır. Bu amaçla; Sinop ili Gümüşsuyu Gölet'inden bir yıl boyunca aylık olarak göletin bütünü temsil eden dört nokta tespit edilerek örnekleme istasyonu olarak belirlenmiş ve en hassas su grubunu oluşturan göletten Nisan 2018 – Mart 2019 tarihleri arasında suyun bazı fiziko - kimyasal özellikleri incelenerek bazı ekolojik özellikleri

belirlenmeye çalışılmıştır. Analiz sonuçları Yüzey Su Kalitesi Yönetmeliğine göre göletin suyu sınıflandırılmış, canlı yaşamına uygunluk durumu belirlenmiş ve gelecekte yapılacak olan su kalitesi çalışmaları için bir veri oluşturulmuştur (Şekil 1.).



Şekil 1. Gümüşsuyu Göleti (Erfelek - Sinop) haritadaki yeri.

Figure1. Gümüşsuyu Pond (Erfelek - Sinop) location on the map.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada örnek seçilen Gümüşsuyu Göleti, Sinop iline 37 km, Erfelek ilçesine 13 km uzaklıktadır. Göletin bir bölümü oldukça sık ağaçlık alanlar ve büyük bölümü ise tarım arazileri ile çevrelenmiştir. Tarımsal sulama ve hayvansal sulama amaçlı olarak kullanılan gölet oldukça küçük sayılabilecek yüzey alanına sahiptir (ideal doluluğunda 0,18 km²). Su depolama hacmi 864 dam³'tür. Göletin ortalama derinliği 4,8 m olmakla birlikte en fazla 18 m derinliğe sahiptir. Su kaynağını çevre tepelerden gelen yağış ve kar suları ile göleti besleyen Keçi Deresi oluşturmaktadır. Göletin kuzeyinden gölete giriş yapan Keçi deresi, Sarıkum Gölü ile Gümüşsuyu Göleti'ni birbirine bağlar. Sarıkum Gölü, Sinop Merkez ilçesinin Sarıkum Köyü sınırlarında bulunur. Göletin su kalitesini belirleyebilmek amacıyla, bir yıl boyunca aylık periyotlar halinde dört istasyondan örnekler alınarak incelenmiş, fiziksel ve kimyasal parametrelerin analizleri yapılmıştır. İstasyonların seçimi yapılırken gölet suyunu etkileyebilecek çevresel faktörler dikkate alınmıştır. 1.İstasyon sık ağaçlık alanların bulunduğu, tarım arazilerinden en uzak kıyı bölgesine yakın seçilirken; 2.İstasyon, göletin en derin yeri, Keçi Deresinin gölete bağlandığı bölge ve tarım arazilerinin gölet ile direkt temas halinde olduğu göletin en özellikli bölgesinden seçilmiştir. 3.İstasyon, ormanlık alan ile tarım arazilerinin birleştiği bölgenin yakınından; 4.İstasyon ise göletin güneyinde ve en sığ kesimlerinde tarım arazilerinin olduğu bölgede seçilmiştir. Göletin asıl amacının sulama olması ve etrafının yerleşimden uzak tarım arazileriyle kaplı olması sebebiyle istasyonlar kıyıya yakın yerlerden tercih edilmiştir. Örnekler alınmadan 24 saat önce numune toplama kapları asitle yıkanmış ve ölçüm cihazları temizlenmiştir (Tepe vd., 2004). Örnekler alınırken kaplar

önce gölet suyuyla çalkalanmış daha sonra su yüzeyinin 15 cm altına daldırılmak suretiyle numuneler alınmıştır. Elektriksel iletkenlik, zaman aşımından etkilenebileceği için, yerinde arazi tipi HACH LARGE marka HQ40D model dijital multi-parametre cihazı ile ölçülmüştür. Diğer parametrelerin çalışılması için etiketlenen numuneler, 8 saat içinde laboratuvara getirilerek analizler için +4°C'ta saklanmıştır. Laboratuvarda muhafaza edilen numunelerin iyonik bileşim (NO₂, NO₃, NH₄, Cl, K, Na, Mg, Ca, SO₃, SO₄, PO₄) analizleri ise WTW 7600 UV-VIS (ultraviyole ve görünür ışık absorpsiyon) Spektrofotometre cihazı ile her bir örnek için kit protokolünde belirtilen dalga boylarında bir ışın demetinin örnekten geçmesi veya örnek tarafından yansıtılması sonrasında ışının azalması esasına bağlı olarak, her bir parametrenin konsantrasyonunun belirlenmesi ile tamamlanmıştır.

İstatistiksel Analizler: Çalışma sonucu elde edilen veriler, istatistik analizleri yapılmak üzere SPSS-22 Statistic programına işlenmiştir. Programa işlenen veri grupları aralarındaki farklılıkların belirlenmesi amacıyla tek yönlü ANOVA testi ve veri grupları arasında varyans analizlerine göre farklılıklar olup olmadığının tespiti için de ortalamalar arasında, %95 güven aralığında olmak üzere, Tukey analiz testi uygulanarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Mevsimsel değişim sonuçları tablolar halinde sunulmuştur. Tukey test sonucunda istasyonlar arasında belirgin farklılıklar görülmemekle birlikte, farklı harfler her bir istasyon arasındaki mevsimsel farklılıkları ifade etmek üzere verilmiştir (P<0,05).

BULGULAR

Elektriksel iletkenlik sonbaharda (ortalama 313,96±9,85 S/cm) en yüksek seviyesinde, ilkbaharda ise en düşük seviyesinde (ortalama 224,47±5,07 S/cm) ölçüldü (Tablo 1). Askıda katı madde yine en yüksek sonbaharda (ortalama 4,26±1,08mg/L) en düşük ilkbaharda (1,98±0,14) ölçüldü (Tablo 2).

Table 1. Gümüşsuyu Göleti'nde EI'nin mevsimsel değişimi (p<0,05).

Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
İlkbahar	224,47 ^a ±5,07	217,56	231,72
Yaz	274,41 ^b ±34,49	231,01	316,88
Sonbahar	313,96 ^b ±9,85	299,68	325,74
Kış	225,42 ^a ±39,12	195,02	280,04

Table 2. Gümüşsuyu Göleti'nde AKM'nin mevsimsel değişimi (p<0,05).

Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
İlkbahar	1,98 ^b ±0,14	1,78	2,2
Yaz	3,73 ^a ±1,03	2,42	4,96
Sonbahar	4,26 ^a ±1,08	2,78	5,1
Kış	2,49 ^b ±0,26	2,14	2,78

Kimyasal oksijen ihtiyacı sonbaharda (ortalama 2,70±1,52 mg/L) en yüksek, ilkbaharda (ortalama 0,37±0,08 mg/L) en düşük seviyede ölçüldü (Tablo 3). Biyolojik oksijen ihtiyacı Ocak, Şubat, Mart, Nisan ve

Mayıs aylarında sıfır ölçüldü. En yüksek sonbaharda (ortalama 2,70±1,52 mg/L), en düşük ilkbaharda (ortalama 0,37±0,08 mg/L) ölçüldü (Tablo 4).

Table 3. Gümüşsuyu Göleti'nde KOİ'nin mevsimsel değişimi (p<0,05).

Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
İlkbahar	0,37 ^b ±0,08	0,26	0,48
Yaz	2,03 ^a ±1,25	0,88	3,74
Sonbahar	2,70 ^a ±1,52	0,62	3,8
Kış	0,54 ^b ±0,04	0,48	0,6

Table 4. Gümüşsuyu Göleti'nde BOİ'nin mevsimsel değişimi (p<0,05).

Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
İlkbahar	0,00 ^a ±0,00	0,00	0,00
Yaz	0,58 ^a ±0,51	0,10	1,30
Sonbahar	1,40 ^a ±0,88	0,20	2,04
Kış	0,05 ^b ±0,08	0,00	0,18

Klorür seviyesi en yüksek sonbaharda (ortalama 5,90±0,08 mg/L), en düşük ilkbaharda (ortalama 4,71±0,21 mg/L) ölçüldü (Tablo 5). Fosfat miktarı yıl boyunca dalgalanmalar göstermekle birlikte en yüksek sonbaharda (ortalama 0,032±0,014 mg/L), en düşük kış mevsiminde (ortalama 0,024±0,013 mg/L) ölçüldü (Tablo 6).

Table 5. Gümüşsuyu Göleti'nde klorürün mevsimsel değişimi (p<0,05).

Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
İlkbahar	4,71 ^c ±0,21	4,48	5,08
Yaz	5,77 ^{ab} ±0,08	5,66	5,90
Sonbahar	5,90 ^a ±0,08	5,76	6,02
Kış	5,49 ^b ±0,63	5,00	6,38

Table 6. Gümüşsuyu Göleti'nde fosfatın mevsimsel değişimi (p<0,05).

Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
İlkbahar	0,026 ^a ±0,011	0,12	0,38
Yaz	0,029 ^a ±0,010	0,16	0,41
Sonbahar	0,032 ^a ±0,014	0,15	0,50
Kış	0,024 ^a ±0,013	0,12	0,42

Sülfat sonbaharda en yüksek (ortalama 36,59±4,61 mg/L), ilkbaharda en düşük (ortalama 28,81±6,25 mg/L) seviyede ölçüldü (Tablo 7). Sülfid sonbaharda en yüksek (ortalama 0,57±0,23 mg/L), kış mevsiminde en düşük (ortalama 0,18±0,06 mg/L) seviyede ölçüldü (Tablo 8). Yıllık ortalaması 0,37 ± 0,22 mg/L olarak hesaplanmıştır.

Table 7. Gümüşsuyu Göleti'nde sülfatın mevsimsel değişimi (p<0,05).

Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
İlkbahar	28,81 ^b ±6,25	19,88	35,18
Yaz	31,00 ^{ab} ±4,89	25,32	38,62
Sonbahar	36,59 ^a ±4,61	29,98	41,24
Kış	29,83 ^b ±5,80	23,50	37,24

Table 8. Gümüşsuyu Göleti'nde sülfidin mevsimsel değişimi (p<0,05).

Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
İlkbahar	0,23 ^b ±0,12	0,08	0,42
Yaz	0,51 ^a ±0,13	0,36	0,72
Sonbahar	0,57 ^a ±0,23	0,28	0,90
Kış	0,18 ^b ±0,06	0,08	0,28

Sodyum miktarı en yüksek yaz mevsiminde (ortalama 68,00±8,70 mg/L), en düşük sonbaharda (ortalama 43,36±0,66 mg/L) ölçüldü (Tablo 9). Potasyum

yaz mevsiminde en yüksek (ortalama 13,09±2,12 mg/L), kış mevsiminde en düşük (ortalama 6,60±0,64 mg/L) seviyede ölçüldü (Tablo 10).

Tablo 9. Gümüşsuyu Göleti'nde sodyumun mevsimsel değişimi (p<0,05).
Table 9. Seasonal variation of sodium in Gümüşsuyu Pond (p<0,05).

Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
İlkbahar	61,85 ^a ±11,45	48,62	76,68
Yaz	68,00 ^a ±8,70	58,62	79,62
Sonbahar	43,36 ^b ±0,66	42,14	44,26
Kış	45,35 ^b ±1,15	43,98	46,74

Tablo 10. Gümüşsuyu Göleti'nde potasyumun mevsimsel değişimi (p<0,05).

Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
İlkbahar	8,97 ^b ±1,78	7,62	11,44
Yaz	13,09 ^a ±2,12	10,24	15,08
Sonbahar	7,29 ^a ±1,10	6,62	8,88
Kış	6,60 ^a ±0,64	5,86	7,42

Toplam sertlik en yüksek ilkbaharda (ortalama 309,40±9,85 mg/L), en düşük sonbaharda (ortalama 282,18±9,79 mg/L) ölçüldü (Tablo 11). Toplam alkalinite en yüksek ilkbaharda (ortalama 312,22±10,84 mg/L), en düşük sonbaharda (ortalama 284,17±10,08 mg/L) ölçüldü (Tablo 12).

Tablo 11. Gümüşsuyu Göleti'nde TS'nin mevsimsel değişimi (p<0,05).

Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
İlkbahar	309,40 ^a ±9,85	296,94	322,36
Yaz	302,04 ^a ±12,44	291,14	320,10
Sonbahar	282,18 ^b ±9,79	270,88	295,30
Kış	286,65 ^b ±2,82	282,96	291,26

Tablo 12. Gümüşsuyu Göleti'nde TA'nın mevsimsel değişimi (p<0,05).

Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
İlkbahar	312,22 ^a ±10,84	298,46	326,25
Yaz	302,77 ^a ±13,63	285,86	321,43
Sonbahar	284,17 ^b ±10,08	271,86	297,21
Kış	288,34 ^b ±3,20	283,88	293,65

Magnezyum ilkbaharda en yüksek (ortalama 68,54±3,66 mg/L), sonbaharda en düşük (ortalama 54,29±2,47 mg/L) seviyesinde ölçüldü (Tablo 13). Gölette kalsiyum en yüksek ilkbaharda (ortalama 71,30±4,28 mg/L), en düşük sonbaharda (ortalama 54,99±2,52 mg/L) ölçüldü (Tablo 14).

Tablo 13. Gümüşsuyu Göleti'nde magnezyumun mevsimsel değişimi (p<0,05).

Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
İlkbahar	68,54 ^a ±3,66	63,64	72,84
Yaz	62,61 ^b ±5,18	57,02	70,06
Sonbahar	54,29 ^b ±2,47	51,3	57,2
Kış	59,27 ^b ±2,45	56,00	62,06

Tablo 14. Gümüşsuyu Göleti'nde kalsiyumun mevsimsel değişimi (p<0,05).

Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
İlkbahar	71,30 ^a ±4,28	65,58	76,48
Yaz	64,93 ^b ±7,24	57,64	75,62
Sonbahar	54,99 ^b ±2,52	51,80	58,12
Kış	60,57 ^b ±2,66	57,20	64,01

Nitrit en yüksek yaz mevsiminde (ortalama 0,00014±0,00003 mg/L), en düşük kış mevsiminde (ortalama 0,00003±0,00003 mg/L) ölçüldü (Tablo 15). Gölette nitrat en yüksek yaz mevsiminde (ortalama

6,87±0,56 mg/L), en düşük kış mevsiminde (ortalama 1,03±0,02 mg/L) ölçüldü (Tablo 16). Amonyum azotuna Mart ayında rastlanmadı. En yüksek yaz mevsiminde (ortalama 0,00058±0,00019 mg/L), en düşük kış mevsiminde (ortalama 0,00013±0,00010 mg/L) ölçüldü (Tablo 17).

Tablo 15. Gümüşsuyu Göleti'nde nitritin mevsimsel değişimi (p<0,05).

Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
İlkbahar	0,00006 ^b ±0,00003	0,00002	0,00010
Yaz	0,00014 ^a ±0,00003	0,00010	0,00018
Sonbahar	0,00012 ^a ±0,00004	0,00007	0,00018
Kış	0,00003 ^b ±0,00003	0,00000	0,00008

Tablo 16. Gümüşsuyu Göleti'nde nitratın mevsimsel değişimi (p<0,05).

Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
İlkbahar	2,72 ^c ±0,72	1,82	3,67
Yaz	6,87 ^a ±0,56	6,10	7,67
Sonbahar	4,36 ^b ±1,63	2,14	5,76
Kış	1,03 ^d ±0,02	0,98	1,06

Tablo 17. Gümüşsuyu Göleti'nde AA'nın mevsimsel değişimi (p<0,05).

Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
İlkbahar	0,00022 ^a ±0,00025	0,0000	0,0007
Yaz	0,00058 ^a ±0,00019	0,0003	0,0009
Sonbahar	0,00029 ^b ±0,00010	0,0001	0,0005
Kış	0,00013 ^b ±0,00010	0,0000	0,0003

TARTIŞMA VE SONUÇ

Endüstriyel veya tarımsal faaliyetlerin sonucu olarak kirlenen su kaynaklarının ıslahı ve henüz kirletilmemiş tabii su kaynaklarının korunabilmesi için, su kalitesi izleme ve değerlendirme çalışmalarının yapılması, bu çalışmaların ışığında gerekli önlemlerin alınması sürdürülebilirlik açısından oldukça büyük önem arz etmektedir.

Gümüşsuyu Göleti'nde toplam alkalinite ve toplam sertlik en yüksek seviyesine sonbaharda ulaşmıştır. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğine göre, bu parametreler için yıl boyunca çok da büyük değişimlerin görülmediği gölet suyu sert sular sınıfındadır (Sert Sular: 250-350 mg/L CaCO₃). Kullanım açısından sert su sakıncalı olmamakla birlikte sert suların, su ortamında bulunabilen bazı zehirli maddelerin etkinliğini artırdığı bilinmektedir (Göksu, 2003).

Saf suyun iletkenliği yoktur. Bilindiği gibi suda elektrik akımlarının iletilmesi serbest elektronların varlığına bağlıdır. Dolayısıyla suda iletkenlik olması veya mevcut iletkenliğin artışı suda bulunan çözünmüş madde miktarı ile alakalıdır (Pulatsü & Topçu, 2012). Gölette elektriksel iletkenlik en yüksek sonbaharda ölçüldü. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğine göre 400 µs/cm altında elektriksel iletkenliğe sahip sular I. sınıf su kalitesindedirler.

Gölette askıda katı maddenin en yüksek seviyesi sonbaharda ölçüldü. Bu seviye kirlilik oluşturan değerler oldukça altındadır. Gölette askıda katı madde miktarının bu derece düşük olması, ölü bitki ve hayvan kalıntılarında

kaynaklanan, partikül kirliliğine veya pH yükselmesine sebep olabilecek derecede büyük bir bulaşım olmadığını göstermektedir (Mutlu & Güzel, 2019).

Kimyasal oksijen ihtiyacı, sudaki organik madde miktarının tamamını okside etmek için gerekli oksijen miktarıdır. Sudaki oksijeni tüketen maddeler üç gruptur. Bunlar karbon içeren maddeler, oksitlenebilen azot ve oksitlenebilen kimyasal bileşiklerdir (Chapman, 1996). Kimyasal oksijen ihtiyacını hesaplamak için gereken oksijen miktarı kullanılır. Gümüşsuyu Gölet’inde ölçülen kimyasal oksijen ihtiyacı Yüzey Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği’nde verilen referans değerinin çok altındadır ve bu parametreye göre gölet I. sınıf su kalitesi özelliğindedir.

Organik maddelerin aerobik koşullarda parçalanabilmesi için gerekli oksijen miktarı ise biyolojik oksijen ihtiyacı olarak tanımlanmaktadır. Yetiştiricilik yapılan suların organik kirlenmesinin ölçüsü olarak değerlendirilir (Atay & Pulatsü, 2000). Gölette Ocak, Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs ayları bu parametrenin sıfır olarak ölçüldüğü aylardır. Biyolojik oksijen ihtiyacının en yüksek olduğu sonbaharda bulunan değer kirlilik için belirlenen referans değerinin çok altındadır. Böylece göletin organik madde kirliliğine maruz kalmadığı görülmektedir. Yüzey Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği’ne göre Gümüşsuyu Gölet’i BOİ bakımından I. sınıf su kalite özelliğindedir.

Amonyak, oldukça geniş endüstriyel kullanım alanına sahiptir. Gübre ve hayvan yemi olarak tarımsal faaliyetlerde, temizlik maddelerinin üretiminde ya da işlenmiş gıda üretiminde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Doğal sulara amonyak, serbest halde veya tuz halinde bulunabildiği gibi daha çok amonyum azotu (NH₄) formunda bulunur. Su içerisinde meydana gelen fiziko-kimyasal olaylar sonucu veya mikroorganizma faaliyetlerinin sonucu olarak ortaya çıkar. Amonyak sularındaki en zehirli azot bileşiğidir (Pulatsü & Topçu, 2012). Yüzey Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğine göre 0,2 mg/L’den düşük konsantrasyonlar I. sınıf su kalitesine sahip sulardır. Gölette en yüksek yaz mevsiminde ölçülen amonyum azotu miktarı bu seviyenin çok altındadır.

Nitrat azotunun suda kolay çözünüyor olması sucül ekosistemler için tehlike arz etmektedir. Nitrat, diğer azot bileşiklerinden daha az zararlı etkiye sahip olmasına rağmen, yüksek konsantrasyonlara ulaştığında sudaki canlıları olumsuz etkileyebilir. İyi bir besin maddesidir ve ötrofikasyona yol açabilir (Mutlu vd., 2017). Yüzey Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğine göre nitrat seviyesinin 5 mg/L’den az olduğu sular I. sınıf sulardır. Yaz mevsiminde azotlu gübre kullanımına bağlı olarak gölette nitrat seviyesinin bu sınırı aştığı düşünülmekle beraber, gölet

suyu bu parametre açısından II. sınıf sular kategorisinde yer almaktadır.

Sularda mikrobiyolojik kirlenme varsa bunun önemli bir göstergesi de nitrittir. İçme sularına nitrit karışması tehlikelidir (MEB, 2011). Nitratlara benzemekle birlikte daha tehlikelidirler. Yüksek konsantrasyonlarının uzun süreli tüketilmesi septisemiye sebebiyet vermektedir (Pulatsü & Topçu, 2012). Dezenfektanlar oksidasyonunun yapılması için kullanılabilir. Gölette ölçülen en yüksek nitrit miktarı yaz mevsiminde ölçüldü. Gölet suyu nitrit bakımından Yüzey Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğine göre I. sınıf su kalitesindedir.

Jips minerallerinden doğaya karışan ve bir tuz bileşiği olan sülfat, doğal suların yapısında değişen miktarlarda bulunabilir. Parçalanmış sülfür bileşikler, sanayi atıkları ve yağışlar sonucu yüzey sularına sülfat girişi gerçekleşir. Oksijensiz ortamda hidrojen sülfiti oluşturur ve bakteriler için oksijen kaynağı haline gelir (Chapman, 1996). Sülfür bileşikler sularda kötü koku, kötü tat, korozyon ve toksisiteye de sebep olabilen önemli kirlenmelerdendir (Güler & Çobanoğlu, 1997). Sülfitin yer altı sularına girişi volkanik gazlar ve kükürtlü minerallerin ayrışmasıyla olur. Yüzey sularında oluşumu ise dip sedimentinde, tabakalaşmaya uğramış göl ve rezervuarlardaki organik maddelerin anaerobik bakteriyel çürümeye uğraması sonucudur. Gölette en yüksek sonbaharda tespit edilen sülfat ve sülfid değerleri tehlike sınırının çok altında kalmaktadır.

Fosfor doğal olarak kayaların yapısında bulunmakla beraber bu kayaların aşınması veya erozyon sonucu su ve toprağın yapısına karışır. Bitkisel canlılar için önemli bir besin maddesi olması yanında, hayvansal canlıların da kas ve iskelet sistemlerinin yapı taşlarından olması bakımından önemlidir. Doğal suların yapısında organik ve inorganik formlarda bulunur. Suda fosfor miktarının artışı pH derişimine veya suyun tampon özelliğinin değişmesine neden olacağından sucül yaşamı olumsuz etkileyecektir. Bununla birlikte kompleks fosfatların karbonat gibi maddelere etkimesi sonucu su sertliğinde azalmalar görülmektedir. Bu durumun olumsuz yanı ise bazı toksik kimyasalların etkinliğinin artmasına neden olmasıdır (Bilen & Sezen, 1993). İnsan kaynaklı etkenler (atık besinler, gübreleme, endüstriyel atıklar, deterjanlar vb.) sularda fosfor artışına neden olmaktadır (Uncumusaoglu & Mutlu, 2019). Özellikle işlenmiş fosfat kaynağı olan deterjanların ve gübrelerin yüksek oranda suya giriş yapması sonucu sularda ötrofikasyon gözlenmektedir (MEB, 2011).

Gölette yıl içerisinde gözlenen fosfat miktarına bakıldığında, yağmurların sık olduğu aylarda fosfat miktarının arttığı gözlenmektedir. Bu durumun yağmurların tarım arazileri ve tepelerden gölete fosfatı taşınması sebebiyle olduğu düşünülmektedir (Mutlu vd.,

2016a). Fosfat miktarının sonbaharda en yüksek seviyesine (ortalama $0,032\pm 0,014$ mg/L) ulaştığı görülmektedir. Yüzey Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğine göre bu miktar göletteki su kalitesini II. sınıfa almaktadır.

Sodyum, magnezyum, potasyum, klorür ve kalsiyumun düşük konsantrasyonları canlılık için gerekli ve yararlıdır. Bununla birlikte bunların yüksek konsantrasyonları canlı sağlığını tehdit eder ve kirletici özelliklere sahiptir.

Sodyum, su içerisinde daha çok NaCl halinde bulunmaktadır ve sucul bitkisel organizmaların gelişimleri için önemlidir (Mutlu vd, 2013). Gölette en yüksek sodyum yaz mevsiminde ölçüldü. Yüzey Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğine göre sodyum için gölet I. sınıf su kalitesindedir.

Potasyum da yine besin elementlerindedir ve inorganik tuzlar sınıfındadır. Suyun tat özellikleri almasını sağlar. Bitkisel organizmalar için gelişimde önemli rol oynayan elementlerdendir. Su içerisinde çoğunlukla sülfatlı bileşikler formunda bulunmaktadır (Mutlu vd., 2016b). Diğer besin elementlerinde olduğu gibi konsantrasyonunun fazla olması durumunda ötrofikasyon gözlenebilir. Potasyum Gümüşsuyu Göleti'nde en yüksek yaz mevsiminde ölçüldü.

Kalsiyum bütün canlıların yaşamı için önemlidir. Sularda doğal olarak ve bol miktarlarda bulunur. Suya sertliğini veren elementtir. Hayvansal organizmalarda iskelet sistemlerinin gelişiminin en önemli unsurudur. Su ortamında kalsiyumun varlığı, sucul organizmalar için toksik etkisi olan maddelerin nötralizasyonu için önemlidir (Atay & Pulatsü, 2000). Sert sularda bulunan 80 – 100 mg/L arası kalsiyum miktarı normal olarak kabul edilmektedir. Bu sebeple sucul canlılar için ideal ortamın sağlanması açısından kalsiyumun önerilen en yüksek değeri 75 mg/L'dir (Mutlu vd., 2013). Gümüşsuyu Göleti sert sular sınıfında yer almaktadır. Kalsiyum miktarı ilkbaharda (ortalama $71,30\pm 4,28$ mg/L) en yüksek değerinde ölçüldü.

Magnezyum yer kabuğunda zengin bulunmakla birlikte oldukça aktif bir elementtir ve doğada serbest olarak bulunmaz. Magnezyum karbonat olarak kayaların, kayaçların, minerallerin, kireç taşlarının ve dolomit kayalarının yapısında bulunabilir. Suda çözünmesi kolaydır. Bu sebeple sucul ortama rahat karışır. Magnezyum normal suların yapısında 5- 60 mg/L ve sert suların yapısında 60 – 100 mg/L arası miktarlarda bulunmaktadır (Mutlu vd., 2013). Magnezyum Gümüşsuyu Göleti'nde ilkbaharda ortalama $68,54\pm 3,66$ mg/L ile en yüksek seviyesinde ölçülmüştür. Gümüşsuyu Göleti'nin kalsiyum ve magnezyum bakımından sucul canlıların gelişimine uygun olduğu görülmektedir.

Klorür iyonunun sularda görülmesi tatlı su kaynakları ile tuzlu su kaynaklarının karışması sonucunda

olur. Klorür sularda kalsiyum klorür, magnezyum klorür veya sodyum klorür olarak görülür (Geldiay & Kocataş, 1998). “Sularda tabii olarak bulunan anyonlardan biri olan klorürün su canlıları için 400 mg/L'nin üzerindeki değerleri toksik etki yapar” (Bulut vd., 2009). Gölette klorür en yüksek sonbaharda ortalama $5,90\pm 0,08$ mg/L olarak ölçüldü. İlkbaharda ise eriyen karların ve yağışların göl suyunu seyreltmesi sonucu olarak klorür seviyesinin düşüş gösterdiği düşünülmektedir.

Sonuç olarak Gümüşsuyu Göleti'nde yapılan çalışma ile elde edilen veriler incelenmiş, Yüzey Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'nde yer alan Kıta İçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri tablosu ile karşılaştırılmıştır. Gümüşsuyu Gölet'inin su kalitesi, fosfat miktarına göre II. sınıf, diğer parametrelere göre ise I. sınıf sular seviyesindedir. Sertlik durumuna bakıldığında çok sert sular sınıfındadır. Ancak, sert suların yetiştiricilik açısından bir engel teşkil etmediği bilinmekle birlikte, su bünyesinde bulunan bazı toksik maddelerin etkinliğini artırabileceğinden takibi önerilmektedir. Emin vd. (2020)'nin su kalitesinin belirlenmesinde kullandığı sitotoksikite testleri SWQRM'a göre riskli görünen değerlerin hücre canlılığına etkisinin olmadığını hatta hücre canlılığını desteklediğini göstermiştir. Gölet suyunun Sitotoksik analizlerle incelenmesini de uygun görmekteyiz. Bununla birlikte elde edilen veriler ışığında Gümüşsuyu Göleti'nde henüz bir kirlilik tehlikesi görülmemiştir. Göletteki mevcut fiziko-kimyasal yapının sucul organizmalar, sulama ve evsel kullanım için elverişli olduğu söylenebilir. Ne var ki içme suyu niteliğinde olup olmadığının tespiti için yapılacak mikrobiyolojik analizlere ihtiyaç vardır.

Tespit edilen bu mevcut iyilik halinin korunabilmesi, bundan sonraki süreçlerde su kalitesinin takibinin düzenli yapılması ve gerekli durumlarda müdahale edilmesi ile mümkün olacaktır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, laboratuvar çalışmalarındaki desteklerinden dolayı Kastamonu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne, su örneklerini toplamada verdiği destekten dolayı Kastamonu Doğa Koruma ve Milli Parklar Müdürlüğü'ne teşekkür etmektedir.

KAYNAKLAR

Angello, Z.A., Tränckner, J. & Behailu, B.M. (2020). Spatio-temporal evaluation and quantification of pollutant source contribution in Little Akaki River, Ethiopia: conjunctive application of Factor Analysis and multivariate receptor model. *Polish Journal of Environmental Studies*, 30(1), 23-34. DOI: [10.3390/w13050584](https://doi.org/10.3390/w13050584)

- Atay, D. & Pulatsü, S. (2000).** *Su kirlenmesi ve kontrolü*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1513, Ders Kitabı, 292 s., Ankara.
- Aydın Uncumusaoglu A. & Mutlu E. (2019).** Evaluating Spatial and Temporal Variation in Tuzaklı Pond Water Using Multivariate Statistical Analysis. *Polish Journal of Environmental Studies*, 28(5), 3861, 2019. DOI: [10.15244/pjoes/99103](https://doi.org/10.15244/pjoes/99103)
- Barlas, M. (1995).** Akarsu kirlenmesinin biyolojik ve kimyasal yönden değerlendirilmesi ve kriterleri. *Doğu Anadolu Bölgesi I-II Su Ürünleri Sempozyumu*, 465-479 s., Erzurum, Türkiye.
- Bilen, S. & Sezen, Y. (1993).** Toprak Reaksiyonunun Bitki Besin Elementleri Elverişliliği Üzerine Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (2), Retrieved from <https://dergipark.org.tr/pub/ataunizfd/issue/3009/41745>
- Bulut, C., Atay, R. & Uysal, K., (2009).** Eğirdir Gölü'nde fizikokimyasal parametrelerin mevsimsel değişimi ve limnolojik açıdan değerlendirilmesi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi* 10(2), 447- 454.
- Chapman, D., (1996).** *Water Quality AssWater QualityGuide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring- Second Edition*. UNESCO/WHO/UNEP,651,Cambridge. DOI: [10.4324/NOE0419216001](https://doi.org/10.4324/NOE0419216001)
- Emin, N., Mutlu, E. & Güzel, A.E. (2020).** Determination the effectiveness of the cytotoxic analysis on the water quality assessments. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(2), 478-483. DOI: [10.24925/turjaf.v8i2.478-483.3221](https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i2.478-483.3221)
- Geldiyar, R. & Kocataş, A., (1998).** *Deniz ekolojisine giriş*. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitapları Serisi No:31,562s, İzmir.
- Göksu, M.Z.L. (2003).** *Su kirliliği* (Ders Kitabı). Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:7, s.232, Balcalı-Adana.
- Kurnaz, A., Mutlu, E. & Uncumusaoglu, A. A. (2016).** Determination of water quality parameters and heavy metal content in surface water of Çiğdem Pond (Kastamonu/Turkey). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(10), 907-913. DOI: [10.24925/turjaf.v4i10.907-913.942](https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i10.907-913.942)
- Kutlu, B., Sesli, A., Tepe, R. & Mutlu, E. (2015).** Assessment of Physico-chemical Water Quality of Birecik Dam, Şanlıurfa, West East Region, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(7), 623-628. DOI: [10.24925/turjaf.v3i7.623-628.423](https://doi.org/10.24925/turjaf.v3i7.623-628.423)
- Kukrer, S., Tunc, I.O., Erginal, A.E., Bay, Ö. & Kılıç, Ş. (2022).** Distribution, sources and ecological risk assessment of metals in Kura river sediments along a human disturbance gradient. *Environmental Forensics*, 23(5-6), 491-501. DOI: [10.1080/15275922.2021.1940378](https://doi.org/10.1080/15275922.2021.1940378)
- Mutlu, E., Yanık, T. & Demir T. (2013).** Karagöl (Hafik-Sivas)'ün su kalitesinin incelenmesi. *Alinteri Ziraat Bilimleri Dergisi*, 24, 35-45
- Mutlu, E., Demir, T., Yanık, T. & Sutan, N.A. (2016a).** Determination of environmentally relevant water quality parameters in Serefiye Dam-Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25, 12a, 5812-5818.
- Mutlu, E., Kutlu, B., Demir, T. (2016b).** Assessment of Cinarli Stream (Hafik -Sivas) water quality via physico-chemical methods. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 4(4), 267-278, 2016.
- Mutlu, E., Kutlu, B., Demir, T. & Yanık, T. (2017).** Assessment of metal concentrations and physicochemical parameters in the waters of Lake Tecer. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 18(1), 1-10, DOI: [10.17475/kastorman.302185](https://doi.org/10.17475/kastorman.302185)
- Mutlu, E., & Güzel, A.E. (2019).** Evaluation of some physicochemical water quality parameters of Gümüşsuyu Pond (Sinop-Erfelek). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(sp3), 72-77, 2019. DOI: [10.24925/turjaf.v7isp3.72-77.3220](https://doi.org/10.24925/turjaf.v7isp3.72-77.3220)
- Mutlu, E. (2021).** Determination of seasonal variations of heavy metals and physicochemical parameters in Kildir Pond (Yıldızeli-Sivas). *Fresenius Environmental Bulletin*, 30(6), 5773-5780.
- Mutlu, E., Arslan, N. & Tokatlı, C. (2021).** Assessing water quality of Boyalı Dam Lake (Sinop, Turkey) by using ecological and statistical indicators. *Acta Scientiarum Polonorum: Formatio Circumiectus*, 20(1). DOI: [10.15576/ASP.FC/2021.20.1.77](https://doi.org/10.15576/ASP.FC/2021.20.1.77)
- Mutlu, E. & Uncumusaoglu, A. A. (2022).** Assessment of spatial and temporal water pollution patterns in Aydos River (Turkey) by using water quality index and multivariate statistical methods. *Desalination Water Treat*, 246, 196-211. DOI: [10.5004/dwt.2022.28030](https://doi.org/10.5004/dwt.2022.28030)
- Pulatsü, S. & Topçu, A. (2012).** *Balık üretiminde su kalitesi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:1591, Ders Kitabı: 543, s.90, Ankara. Şener, Ş. & Şener, E. (2020). Özel çevre koruma bölgelerinde su kalite değerlendirmesi: Belek (Antalya, Türkiye) Örneği. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 6(2), 100-110. DOI: [10.17216/limnofish.689997](https://doi.org/10.17216/limnofish.689997)
- Şimşek, A. & Mutlu, E. (2023).** Assessment of the water quality of Bartın Kışla (Kozcağız) Dam by using geographical information system (GIS) and water quality indices (WQI). *Environmental Science and Pollution Research*, 30(20), 58796-58812. DOI: [10.1007/s11356-023-26568-3](https://doi.org/10.1007/s11356-023-26568-3)
- Tepe, Y., Mutlu, E., Ateş, A. & Başusta, N. (2004).** Samandağ Karamanlı Göleti (Hatay) su kalitesi. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 2(3), 408-414
- Tokatlı, C. (2020).** Ergene nehir havzası su kalitesinin çok değişkenli istatistik analizler kullanılarak değerlendirilmesi. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 6(1), 38-46. DOI: [10.17216/limnofish.524036](https://doi.org/10.17216/limnofish.524036)
- Tokatlı, C., Mutlu, E. & Arslan, N. (2021).** Assessment of the potentially toxic element contamination in water of Şehriban Stream (Black Sea Region, Turkey) by using statistical and ecological indicators. *Water Environ. Res.* 93, 2060-2071. DOI: [10.1002/wer.1576](https://doi.org/10.1002/wer.1576)
- Ustaoglu, F. & Aydın, H. (2020).** Health risk assessment of dissolved heavy metals in surface water in a subtropical rivers basin system of Giresun (north-eastern Turkey). *Desalination and water treatment*, 194, 222-234. DOI: [10.5004/dwt.2020.25900](https://doi.org/10.5004/dwt.2020.25900)
- Ustaoglu, F. (2021).** Ecotoxicological risk assessment and source identification of heavy metals in the surface sediments of Çömlekci stream, Giresun, Turkey. *Environmental Forensics*, 22(1-2), 130-142. DOI: [10.1080/15275922.2020.1806148](https://doi.org/10.1080/15275922.2020.1806148)
- Varol, M., Ustaoglu, F., & Tokatlı, C. (2022).** Ecological risks and controlling factors of trace elements in sediments of dam lakes in the Black Sea Region (Turkey). *Environmental Research*, 205, 112478. DOI: [10.1016/j.envres.2021.112478](https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112478)