

Küçüksu Göleti'nin (Taşköprü-Kastamonu) Su Kalitesinin İncelenmesi

Ekrem MUTLU¹, Arzu AYDIN UNCUMUSAOĞLU^{2*}¹Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Kastamonu.²Giresun Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Giresun.

*Sorumlu Yazar Tel.: +90 454 310 10 00 / 4089

E-posta: arzu.a.uncumusaoglu@gmail.com

Geliş Tarihi: 04.12.2016

Kabul Tarihi: 04.04.2017

Öz

Bu çalışma Ekim 2015 ile Eylül 2016 tarihleri arasında Küçüksu Gölet'inde (Taşköprü, Kastamonu) belirlenen üç istasyonda aylık örnekleme ile gerçekleştirilmiştir. Gölet içme suyu ve sulama suyu ihtiyacını karşılamak için yapılmıştır. Bu çalışmanın temel amaçları, Küçüksu Gölet'inde fizikokimyasal parametreler ve ağır metal içeriğinin aylık ve mevsimsel değişimini gözlemlemek, su kalitesi özelliklerini ve sucul yaşam açısından uygunluk seviyesini belirlemek ve ayrıca su kalitesini Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğine göre sınıflandırmaktır. Toplam 21 fizikokimyasal parametre ve 7 ağır metal incelenmiştir. Küçüksu Gölet'i su kalitesi Yüzeysel Su Kalitesi Yönetim Yönetmeliği (YSKYY)'nin kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre SINIF I-III olarak bulunmuştur. Fiziksel ve kimyasal analizlerin bulguları karşılaştırıldığında, bu göletin bir oligotrof karakterde olduğu görülür. Bu sonuçlar açısından, Küçüksu Gölet'i suyu genellikle sucul organizmalar için uygundur. Bu su kaynağının kirlilik baskısı altında olduğu, daha da kirlenmemesi, su kalitesinin korunması açısından periyodik olarak düzenli olarak izlenmesinin gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tatlı su, gölet, su kirliliği, ağır metal, Hiyerarşik Küme Analizi (HKA).

Abstract

This study was carried out by monthly sampling between October 2015 and September 2016 in three stations determined in a Küçüksu Pond (Taşköprü, Kastamonu). Küçüksu Pond was built to meet the needs of drinking water and irrigation water. The main aims of this study were to observe the seasonal, monthly variations of physicochemical parameters and heavy metal content, to determine the water quality properties and the suitability level in terms of aquatic life, and also to classify the quality of water in accordance with the Surface Water Quality Management Regulation (SWQMR) criteria at Küçüksu Pond. In total, 21 physicochemical parameters and 7 heavy metals were investigated for water quality. The water quality in Küçüksu Pond was found to be Class I-III according to SWQMR. When the findings of physical and chemical analyzes are compared, it is seen that this pond has an oligotroph character. In terms of these results, Küçüksu Pond water is generally suitable for aquatic organisms. This water source is under pollution pressure, it is reached to the result that it should be regularly monitored periodically for the protection of the water quality.

Keywords: Fresh water, pond, water pollution, heavy metal, Hierarchical cluster analysis (HCA)

Giriş

İnsanlığın varoluşundan bu yana yaşamın devamlılığı açısından en önemli doğal kaynak olan su, medeniyetlerin yerleşim yerleri, yaşam

tarzları, geçinme şekilleri ve hatta yaşam huzurları için belirleyici bir etkidir. Su, hem kendi yapısı hem de içerisinde bulunduğu bileşik-

ler ve mineraller ile tüm biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşmesini sağlamaktadır. Ayrıca bazı canlılar için de bir yaşam ortamıdır (Akın ve Akın, 2007).

Nüfus artışıyla birlikte artan su ve gıda ihtiyacını karşılayabilmek için talep doğrultusunda hızlı ürün miktarının artırılması gerekmektedir. Bu ihtiyacın karşılanması için artan enerji ihtiyacı ile birlikte kimyasal gübre ve ilaç kullanımını da artmaktadır. Noktasal veya noktasal olmayan kirlilik kaynaklarından gelen organik ve inorganik maddeler, besleyici tuzlar, mikroorganizmalar, askıda katı maddeler, atık ısı, deterjanlar, pestisitler, ağır metaller, yağ ve petrol türevleri ve radyoaktivite kirleticilerinin alıcı ortamını su oluşturmaktadır (Ellis vd., 1989; Aydın Uncumusaoğlu ve Akkan, 2017). Atık sular nehir, göl ve deniz gibi alıcı ortamlara ulaştığında, su sütununun ve sedimentin biyolojik ve fizikokimyasal yapısında önemli değişikliklere sebep olmaktadır (Taş, 2006). Bu kirleticiler yağışlar ve sulama suları ile çevrelerinde bulunan sucul ekosistemlere karışması önemli boyutlarda sucul ekosistemde kirliliğine neden olmakta veya kirliliğin artmasına neden olmaktadır (Mutlu ve Aydın Uncumusaoğlu, 2016; Causepe vd., 2004; Küçükıyılmaz vd., 2017). Bu kirleticiler sucul ekosistem canlıları için toksik etki yarattığı gibi aynı zamanda da besin zinciri yolu ile insan sağlığı için de tehdit oluşturmaktadır (Balcı vd., 2009). Aşırı su kullanımını ve kirlilik nedeni ile su kaynakları kalitesi tehdit altında olup miktarında da azalmalar olmuştur. Çevresel sorunların tespiti, tanımlanması, önlem alınması ve çözüm bulunması yönündeki araştırmalar hız ve önem kazanmıştır. Dünyada olduğu gibi su azlığı çeken ülkemizdeki suların kirlenmesi de bu şekilde devam ederse, 25-30 yıl sonra yarattığı sorunların geri dönüşümünün olanaksız duruma

dönüşeceği hesaplanmaktadır (Akın ve Akın, 2007). Ayrıca, kentlerimizde nüfusun giderek hızlı bir şekilde artması sonucunda kaynak ve yeraltı suları bu ihtiyaçları karşılayamamaktadır bu yüzden, büyük bir kısmı akarsu, baraj, göl ve göletlerden arıtma yapılarak temin edilmeye çalışılmaktadır (Özgüler, 1997; Polat ve Akkan, 2016).

Göletler genellikle, akarsu yataklarına çekilen bentlerle ya da setlerle oluşturulmaktadır. Genel olarak göletler içme suyu kaynağı, tarım arazileri için sulama suyu ya da yeraltı sularına kaynak, balıkçılık ve sel kontrolü amacı ile yapılmaktadır (Mason, 2002). Ayrıca gölet çevresi insanlar için önemli rekreasyon alanı olarak da değerlendirilmektedir. Bazı göletler; akarsu sularının boru hatlarıyla ya da kanallarla doğal çukur bölgelere ya da yapay olarak hazırlanan çukurlara taşınması yoluyla oluşturulmaktadır.

Göletleri besleyen akarsuların hızı, gölet bölgesinde yavaşlar ve tortul biriktirmeye başlar, bu nedenle asılı halde çok miktarda tortul taşıyan akarsular, gölet oluşumuna elverişli değildir bu tür yapılar doğal göllere göre daha hassastır (Lind, 1990). Bugünkü tortul birikimi hızı dikkate alındığında çoğu göletin ömrü 100 yılı geçmez durumdadır. Sucul ekosistem yapısal özellikleri ve konumları dolayısıyla oldukça özel ekosistem olduğundan göleti destekleyen suyun temizliği çok önemlidir.

Bu doğal bir gölet olacaksa bu gölet çevresi ve içerisinde ki ekosistemi oluşturan unsurlar toprak, flora, ve fauna, su üyelerinin uyumlu bir şekilde yaşayacağı ekolojik ortamın planlanması gerekir. Ülkemiz 28.000 ha alana sahip 1000 adet gölete sahiptir (Cirik veCirik, 1999). Su kalitesinin bilinmesi, mevcut kalitenin korunması ya da iyileştirilmesi açısından ve suyun kullanım amacının belirlenmesi açısından gereklidir.

Canlıların varlığını sağlıklı bir şekilde devam ettirmek için gerekli olan su kaynaklarının korunması ve düzenli olarak kalitesinin, kontrolünün yapılması besin zinciri ve hidrolojik çevrim için büyük önem taşımaktadır. Günümüzde gerek içme suyu, gerekse sulama suyu olarak kullanılan tatlı suların göl ve göletler de su stresi işaretleri görülmektedir. Yeraltı sularının seviyeleri düşmekte göl ve göletler küçülmekte ve sulak alanlar yok olmaktadır (Akın ve Akın, 2007).

Bu çalışma ile Kastamonu ili, Taşköprü ilçesinde bulunan Küçüküsu Göleti'nin mevcut su kalitesi özelliklerinin belirlenen üç istasyonda, aylık ve mevsimsel değişimlerinin bir yıl boyunca izlenmesi, su kalitesi özelliklerinin ortaya konması, kirlilik problemlerinin ortaya çıkarılması, canlı yaşamına uygunluk durumunun belirlenmesi ve Yüzey Su Kalitesi Yönetim Yönetmeliği (YSKYY)'nin kıta içi yüzey su kaynaklarının kalite kriterlerine göre sınıflandırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Küçüküsu Gölet'i; Kastamonu ili Taşköprü ilçesi, Küçüküsu köyü sınırları içerisinde olup, Kastamonu iline 52 km, Taşköprü ilçesine 10

km uzaklıktadır. Gölet köyün üst kısmından akan Küçüküsu deresinden ve yağmur, kar suları gibi yağışlardan beslenmektedir. Köyün içme ve sulama ihtiyacını karşılamak için bu gölete baraj kurulmuştur. Gölet toprak dolgu tipindedir. Ayrıca gölet çevresi bitki örtüsünün güzelliği nedeniyle halkın ilgi duyduğu bir rekreasyon alanıdır. Gölette *Cyprinus carpio* (sazan) ve *Silurus glanis* (yayın) balıkları mevcuttur ve gölette sportif balıkçılık yapılmaktadır. Gölet'in bulunduğu bölge orta Karadeniz'in iklimi ile İç Anadolu iklimi arasında geçit iklim karakteri taşımakla beraber daha çok İç Anadolu ikliminin tesiri altındadır.

Küçüküsu Gölet'i ve civarında sıcak ve ılıman iklim ve belirgin yağış görülmektedir. En kurak aylarda bile yağış miktarı oldukça fazladır. Yıllık ortalama sıcaklığı 11,8 C°'dir. Yıllık ortalama yağış miktarı 591 mm; ortalama 71 yağış miktarıyla en fazla yağış Aralık ayında, 30 mm yağışla Ağustos ayı yılın en kurak ayıdır (URL-1).

Bu çalışmada örnekleme noktaları tesisler, Gölet'in hidrolojik durumu, Gölet'i besleyen derenin konumuna ve örnekleme noktalarına ulaşılabilirlik gibi etkenler göz önünde tutularak, üç adet istasyon belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Örnekleme noktaları ile çalışma alanının haritası, (Google Earth'ten uyarlanmıştır).

Araştırmaya Ekim 2015 tarihinde başlanmış ve 12 ay boyunca aylık olarak belirlenen üç istasyondan örnekleme yapılmıştır. Örnekleme Eylül 2016'da bitirilmiştir.

Su numunesi almak için 2.5 L plastik şişe kullanılmıştır. Numuneler alınmadan önce % 5 Nitrik asit ile muamele edilmiş sonrasında saf su kullanılarak numune alımına hazır hale getirilmiştir. Su örnekleri su yüzeyinin 15 cm altına daldırılarak alınmıştır. Ağır metallerin analizi için, su numuneleri, 1 litrelik önceden temizlenmiş (% 50 HNO₃ ile ve daha sonra deiyonize su ile üç kez) polietilen şişelerde toplanmış ve su litresi başına 10 ml konsantre HNO₃ ile asitleştirilmiştir. Toplanan numuneler laboratuvara nakledilirken 38 L'lik buzlukta ve laboratuvarında analiz edilene kadar yaklaşık 4°C de tutulmuştur.

Su kalitesi fiziksel parametrelerinden; su sıcaklığı, Çözünmüş Oksijen(ÇO), pH, tuzluluk ve Elektriksel İletkenlik (Eİ) sahada YSI 556 MPS model multimetre kullanılarak ölçülmüştür.

Diğer su kalitesi parametrelerinden; kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), toplam sertlik (TS), nitrit (NO₂²⁻), nitrat (NO₃²⁻), amonyum (NH₄⁺), toplam alkalinite (TA), Fosfat (PO₄³⁻), Sülfat (SO₃²⁻), Sülfat (SO₄²⁻), Klorür (Cl⁻), Kalsiyum (Ca²⁺), Magnezyum (Mg²⁺), Sodyum (Na⁺), Potasyum (K⁺) analizleri laboratuvarında standart yöntemler kullanılarak yapılmıştır (APHA, 1998; Anonymous, 1998). Su numunelerinde Demir (Fe⁺²), Kurşun (Pb²⁺), Kadmiyum (Cd²⁺), Çinko (Zn²⁺), Nikel (Ni²⁺), Bakır (Cu²⁺), Cıva (Hg²⁺) analizleri Perkin Elmer'in Optima 2000 DV ICP-OES cihazı ile laboratuvarında yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlarının istatistik analizleri için SPSS 17.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. İstasyonlara, aylara ve mevsimlere göre ortalamalar arasında anlamlı fark olup

olmadığını belirlemek için tek faktörlü varyans analizi (One-way ANOVA), (P> 0.01-0.05) kullanılmıştır. Ortalama değerlerin farklarının önemi Tukey çoklu aralık testi ile test edilmiştir. Fizikokimyasal parametreler arasındaki ilişkiyi belirlemek için Pearson korelasyon analizinden yararlanılmıştır. Ayrıca gölet su kalitesi verisinin çok değişkenli analizi, hiyerarşik küme analizi (HKA) teknikleri ile gerçekleştirilmiştir (Liu vd., 2003). HKA gölet su kalitesi verileri başlangıçta z-ölçeği dönüşümüyle standartlaştırılmıştır (Kannel vd., 2007).

Bulgular

Küçüksu Gölet'inde su kalitesi üzerine ilk verileri tespit etmek amacıyla üç istasyonda aylık periyodla, su örnekleri alınmış elde edilen su kalite parametrelerinin her bir istasyon için ortalama değeri, standart hatası ve minimum-maksimum değerleri Tablo 2 ve 3'de verilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, mevsim ve istasyon farkı gözlemlenmeden su kalite parametrelerinin istasyon farkı gözlemlenmeden yıllık genel ortalama değerleri; Çözünmüş Oksijen (ÇO) (10.840±0.881 mg L⁻¹), Tuzluluk (0.082±0.030), pH (8.622±0.314), su sıcaklığı (13.403±7.121 °C), Elektriksel İletkenlik (Eİ) (243.45±51.99 µS cm⁻¹), Askıda Katı Madde (AKM) (4.494±2.854 mg L⁻¹), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) (3.628±1.705 mg L⁻¹), Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) (1.376±0.550 mg L⁻¹), Klorür (5.149±1.154 mg L⁻¹), Fosfat (0.218±0.166 mg L⁻¹), Sülfat (60.351±9.240 mg L⁻¹), Sülfat (2.439±0.390 mg L⁻¹), Sodyum (48.234±12.913 mg L⁻¹), Potasyum (8.476±3.390 mg L⁻¹), Toplam Sertlik (TS) (244.02±21.236 mg L⁻¹), Toplam Alkalinite (TA) (245.88±21.022 mg L⁻¹), Magnezyum (36.782±11.356 mg L⁻¹), Kalsiyum (46.651±

15.862 mg L⁻¹), Nitrit (0.0032±0.0020 mg L⁻¹), Nitrat (5.8219±3.0700 mg L⁻¹), Amonyum (0.0007±0.0009 mg L⁻¹), Demir (0.0010 ± 0.0008 mg L⁻¹), Kurşun (0.7056±0.4629 µg L⁻¹), Bakır (4.0000±3.3295 µg L⁻¹), Kadmiyum (0.1417±0.0874 µg L⁻¹), Civa (0.0049±0.0131 µg L⁻¹), Nikel (0.9722±0.3769 µg L⁻¹), Çinko (10.3611±6.8250 µg L⁻¹) olarak tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışmada istasyonların ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmamış (P>0.05), iken mevsimsel ve aylık ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05) (Tablo 1-2).

Su kalitesi ve su canlıları için hayatı önem taşıyan Çözünmüş Oksijen (ÇO) sıcaklık ile ters orantılıdır (Yılmaz Öztürk ve Akköz, 2014). Küçüksu Gölet'inin ÇO değer aralığı 9.300-12.240 mg/L'dir. En düşük değerine Eylül ayında istasyon 1' de, en yüksek değer ise Mayıs ayında istasyon 3'de tespit edilmiştir (Tablo 1-2). Pearson korelasyon analizine göre bu parametre P<0.01 önem düzeyinde; negatif kuvvetli olarak (r=0.70) ilişkili olduğu parametreler Tuzluluk (r=-0.766), Eİ (r=-0.826) ve AKM (r=-0.766)'dir (Tablo 3). Yine aynı önem düzeyinde pozitif olarak Sodyum (r=0.717) ve Potasyum (r=0.722) ile ilişkilidir. Sucul organizmaların yaşamını devam ettirebilmesi için çözünmüş oksijen değeri iç sularda 5 mg L⁻¹'den az olmaması gerekmektedir (Çağlar ve Saler, 2014; YSKYY, 2015). Elde edilen verilerden bu Gölet'in sucul canlıların yaşaması için uygun olduğu sonucu çıkmıştır. Yüzeysel su kalitesi Yönetim Yönetmeliği (YSKYY)'nin kıta içi yüzeysel su kaynaklarının sınıflandırmasına göre bu gölet ÇO bakımından Sınıf I (> 8 mg L⁻¹)' dir (YSKYY, 2015).

Tuzluluk; toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirir, ozmotik basıncı artırır, değiştirir, bitkiye toksik ve fizyolojik etki yaptığı için tarım da sulama suyunun tuzluluğu oldukça önem arz etmektedir. Küçüksu Gölet'inin tuzluluk değeri 0.040-0.140 değerleri arasındadır. En düşük tuzluluk değerine Şubat ve Mart aylarında istasyon 3'de rastlanmıştır (Tablo 1-2). En yüksek değere ise istasyon 1 ve 2'de Ekim ayında tespit edilmiştir. Tuzluluk Pearson korelasyon analizine göre değerlendirildiğinde, p<0.01 önem düzeyinde; pozitif ve kuvvetli (r≥ 0.70) olarak pH (r=0.706), Sıcaklık (r=0.935), Eİ (r=0.952), AKM (r=0.909) ve Magnezyum (r=0.762)'ile ilişkilidir (Tablo 3). Gölet'in tuzluluğu tatlı sularda beklendiği gibi düşük değerde olduğu için tatlı su canlıları yaşaması ve yetiştiriciliği için uygundur.

Suların asitlik göstergesi olan pH değeri (Taş, 2006) canlı yaşamını etkileyen faktörler arasındadır. Küçüksu Gölet'i pH değer aralığı 7.710-8.980'dir. En düşük pH değerine Mart ayında istasyon 3' de, en yüksek değere ise istasyon 1' de Ekim ayında rastlanmıştır (Tablo 1-2). Bu parametre Pearson korelasyon analizine göre P<0.01; pozitif ve kuvvetli (r≥ 0.70) olarak su sıcaklığı (r=0.703), Eİ (r = 0.741) ve de negatif kuvvetli olarak Amonyum (r=-0.844) ile negatif ilişkili olduğu belirlenmiştir (Tablo 3). Küçüksu Gölet'i hafif bazik olma özelliğinden dolayı gölde kirlilik oluşmamıştır çünkü göl suyu asitlik seviyesi pH'ı 6-9 arasındadır (Tanyolaç, 2009). YSKYY'nin kıta içi yüzeysel su kaynaklarının sınıflarına göre Sınıf III (6.0–9.0)'dir (YSKYY, 2015).

Su sıcaklığı sudaki biyolojik, kimyasal ve fiziksel aktiviteleri etkiler ve ortamdaki organizmaların metabolik ve solunum hızının

Tablo 1. Su kalitesi parametrelerinin mevsimsel olarak ortalama, standart hata, değişim aralığı (min.-maks.) ve farklılıkları

	KIŞ	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR
ÇÖ (mgL ⁻¹)	10.954±0.302 ^b 10.570-11.280	11.726±0.374 ^c 11.330-12.240	10.984±0.745 ^b 10.290-11.960	9.696±0.463 ^a 9.300-10.340
Tuzluluk (‰)	0.058±0.015 ^a 0.040-0.080	0.061±0.015 ^a 0.040-0.080	0.091±0.016 ^b 0.070-0.120	0.118±0.022 ^c 0.090-0.140
pH	8.517±0.036 ^{ab} 8.460-8.550	8.359±0.477 ^a 7.710-8.710	8.800±0.064 ^b 8.700-8.860	8.813±0.179 ^b 8.560-8.980
Su Sıcaklığı (°C)	5.300±1.454 ^a 3.700-7.300	9.722±2.730 ^a 6.300-12.800	17.756±3.350 ^b 13.300-21.100	20.833±5.341 ^b 14.10-26.60
Eİ (µScm ⁻¹)	207.55±16.85 ^a 192.97-230.84	192.78±16.37 ^a 171.44-209.74	272.14±35.17 ^b 228.44-313.90	301.34±31.75 ^b 258.48-325.40
AKM(mgL ⁻¹)	1.989±0.899 ^a 1.020-3.140	2.318±0.670 ^a 1.380-2.800	6.358±2.371 ^b 3.680-9.240	7.313±1.877 ^b 5.120-9.500
KOİ (mgL ⁻¹)	1.442±0.884 ^a 0.400-2.520	3.756±1.343 ^b 2.080-5.260	5.161±1.143 ^c 4.300-6.740	4.151±0.689 ^{bc} 3.200-4.640
BOİ ₅ (mgL ⁻¹)	1.136±0.750 ^a 0.560-2.180	1.049±0.541 ^a 0.360-1.660	1.673±0.288 ^a 1.300-2.040	1.647±0.137 ^a 1.440-1.800
Cl ⁻ (mgL ⁻¹)	4.258±1.628 ^a 3.100-6.460	4.498±0.667 ^a 3.580-5.160	5.858±0.080 ^b 5.760-5.980	5.982±0.089 ^b 5.840-6.100
PO ₄ ⁻³ (mgL ⁻¹)	0.184±0.209 ^a 0.036-0.474	0.086±0.042 ^a 0.024-0.124	0.223±0.057 ^{ab} 0.156-0.330	0.380±0.146 ^b 0.212-0.558
SO ₄ ⁻² (mgL ⁻¹)	53.276±6.054 ^a 45.28-59.94	58.589±2.049 ^a 55.76-61.12	73.433±4.815 ^b 67.24-78.66	56.107±6.071 ^a 49.32-63.50
SO ₃ ⁻² (mgL ⁻¹)	2.158±0.273 ^a 1.76-2.42	2.767±0.385 ^b 2.32-3.28	2.684±0.137 ^b 2.48-2.88	2.147±0.221 ^a 1.94-2.46
Na ⁺ (mgL ⁻¹)	40.131±1.107 ^a 38.76-41.52	56.004±11.791 ^b 43.12-71.46	59.356±13.291 ^b 43.40-74.40	37.444±0.802 ^a 36.42-38.48
K ⁺ (mgL ⁻¹)	7.447±1.104 ^a 6.04-8.680	9.476±2.480 ^{ab} 7.78-14.560	11.127±4.997 ^b 7.42-18.220	5.856±0.063 ^a 5.76-5.940
TS (mgL ⁻¹)	218.49±3.46 ^a 213.461-222.56	237.11±10.24 ^b 223.26-250.14	267.40±4.41 ^c 260.12-272.54	253.09±18.50 ^d 231.88-275.38
TA (mgL ⁻¹)	224.38±15.377 ^a 213.26-251.14	237.68±9.661 ^{ab} 227.84-250.42	268.58±5.515 ^c 261.42-274.82	252.88±18.511 ^{bc} 231.08-274.98
Mg ⁺² (mgL ⁻¹)	26.48±9.024 ^a 19.02-39.08	28.46±3.634 ^a 23.580-31.84	47.88±7.989 ^b 38.82-60.0	44.30±2.510 ^b 41.30-47.2
Ca ⁺² (mgL ⁻¹)	29.560±10.479 ^a 21.86-43.62	46.262±13.566 ^b 31.260-62.70	62.504±13.644 ^c 50.86-80.84	48.276±2.510 ^b 44.720-51.340
NO ₂ ⁻ (mgL ⁻¹)	0.00097±0.00051 ^a 0.0005-0.0017	0.00333±0.00163 ^b 0.0011-0.0051	0.00537±0.00182 ^c 0.0036-0.0081	0.0030±0.00043 ^b 0.0023-0.0035
NO ₃ ⁻ (mgL ⁻¹)	3.457±1.5128 ^a 2.40-5.50	6.816±2.1648 ^{bc} 4.42-9.480	8.404±4.1600 ^c 4.24-13.86	4.611±0.6309 ^{ab} 4.08-5.48
NH ₄ ⁺ (mgL ⁻¹)	0.0003±0.0004 ^a 0.0001-0.001	0.0015±0.0016 ^b 0.0002-0.0039	0.0006±0.0004 ^{ab} 0.0001-0.0012	0.0003±0.0003 ^a 0.0001-0.0008
Fe ⁺² (mg/L ⁻¹)	0.0006±0.0005 ^a 0-0.001	0.0007±0.0005 ^a 0.00-0.001	0.0010±0.0000 ^{ab} 0.001-0.001	0.0017±0.0011 ^b 0.001-0.004
Pb ⁺² (µg/L ⁻¹)	0.522±0.1202 ^{ab} 0.30-0.70	0.978±0.3667 ^b 0.60-1.60	0.922±0.6723 ^b 0.20-1.90	0.40±0.2398 ^a 0.10-0.70
Cu ⁺² (µg/L ⁻¹)	1.22±0.441 ^a 1.00-2.00	4.556±3.0867 ^{ab} 1.0-9.0	6.778±4.0552 ^b 2.00-13.00	3.444±2.0683 ^{ab} 1.00-6.00
Cd ²⁺ (µg/L ⁻¹)	0.10±0 ^a 0.10-0.10	0.10±0 ^a 0.10-0.10	0.156±0.0882 ^{ab} 0.10-0.30	0.211±0.1269 ^b 0.10-0.40
Hg ²⁺ (µg/L ⁻¹)	0.0008±0.0004 ^a 0-0.001	0.0019±0.0014 ^a 0.001-0.004	0.014±0.0249 ^a 0.002-0.08	0.0030±0.0019 ^a 0.001-0.006
Ni ⁺² (µg/L ⁻¹)	0.67±0.50 ^a 0-1.0	1.00±0 ^{ab} 1.0-1.0	1.00±0 ^{ab} 1.0-1.0	1.22±0.441 ^c 1.0-2.0
Zn ⁺² (µg/L ⁻¹)	3.89±2.028 ^a 1.0-7.0	9.56±5.98 ^{ab} 2.0-17.0	17.0±6.144 ^c 9.0-25.0	11.0±5.315 ^{bc} 5.0-18.0

a,b,c,d Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklılıklar istatistiki açıdan önemlidir ($P < 0.05$).

Tablo 2.Su kalitesi parametrelerinin aylık olarak ortalama, standart hata ve farklılıkları

Parametreler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
ÇO (mgL ⁻¹)	11.00±0.015 ^f	11.27±0.006 ^f	11.48±0.127 ^h	11.48±0.015 ^b	12.22±0.021 ⁱ	11.95±0.010 ⁱ	10.70±0.015 ^c	10.30±0.010 ^c	9.32±0.020 ^a	9.46±0.020 ^b	10.31±0.031 ^c	10.58±0.015 ^d
Tuzluluk (%)	0.050±0.000 ^a	0.047±0.006 ^a	0.047±0.006 ^a	0.060±0.010 ^{ab}	0.077±0.006 ^b	0.077±0.006 ^{bc}	0.087±0.006 ^c	0.110±0.010 ^d	0.127±0.006 ^{de}	0.137±0.006 ^e	0.090±0.000 ^f	0.077±0.006 ^{bc}
pH	8.470±0.010 ^b	8.540±0.010 ^b	7.723±0.015 ^a	8.660±0.020 ^d	8.693±0.015 ^d	8.717±0.015 ^e	8.833±0.021 ^f	8.850±0.010 ^f	8.893±0.021 ^f	8.967±0.015 ^h	8.580±0.020 ^f	8.540±0.010 ^f
Sıcaklık (°C)	4.600±0.100 ^b	4.100±0.361 ^a	6.400±0.100 ^c	10.100±0.100 ^e	12.667±0.153 ^f	13.467±0.153 ^g	18.833±0.208 ^h	20.967±0.153 ⁱ	21.733±0.058 ^{jk}	26.500±0.173 ^l	14.267±0.153 ^h	7.200±0.100 ^d
El (µS _{cm} ⁻¹)	199.22±0.302 ^c	193.68±1.097 ^b	171.75±0.345 ^a	198.37±1.217 ^c	208.23±1.315 ^d	230.33±1.712 ^e	274.99±2.791 ^f	311.11±2.599 ^g	320.78±1.054 ^h	324.17±1.526 ⁱ	259.07±0.738 ^h	229.77±1.051 ^e
AKM(mgL ⁻¹)	1.820±0.020 ^d	1.047±0.031 ^a	1.427±0.050 ^b	2.733±0.031 ^d	2.793±0.012 ^d	3.713±0.031 ^f	6.180±0.040 ^h	9.180±0.060 ⁱ	9.473±0.031 ^k	7.327±0.042 ^j	5.140±0.020 ^f	3.100±0.053 ^e
KOİ (mgL ⁻¹)	2.467±0.061 ^d	0.427±0.046 ^a	2.127±0.050 ^b	3.927±0.031 ^d	5.213±0.050 ^f	6.680±0.06 ^h	4.373±0.064 ^g	4.430±0.147 ^{gh}	4.607±0.023 ^{hh}	4.613±0.031 ⁱ	3.233±0.031 ^e	1.433±0.012 ^b
BOİ ₅ (mgL ⁻¹)	0.593±0.031 ^b	2.133±0.042 ^c	0.380±0.020 ^a	1.153±0.042 ^c	1.613±0.050 ^d	1.993±0.050 ^b	1.693±0.031 ^f	1.333±0.031 ^d	1.773±0.031 ^f	1.693±0.031 ^f	1.473±0.031 ^e	0.680±0.020 ^b
Cl ⁻ (mgL ⁻¹)	3.127±0.031 ^a	3.220±0.060 ^a	3.633±0.050 ^b	4.760±0.060 ^d	5.100±0.060 ^d	5.827±0.042 ^e	5.953±0.031 ^{gh}	5.793±0.042 ^e	5.880±0.040 ^{ef}	5.993±0.031 ^h	6.073±0.031 ^b	6.427±0.042 ^{ai}
PO ₄ ⁻³ (mgL ⁻¹)	0.050±0.002 ^a	0.039±0.003 ^a	0.030±0.005 ^a	0.114±0.009 ^b	0.113±0.004 ^b	0.161±0.005 ^c	0.282±0.043 ^c	0.227±0.008 ^d	0.216±0.004 ^d	0.372±0.008 ^e	0.553±0.006 ^h	0.462±0.011 ^f
SO ₄ ⁻² (mgL ⁻¹)	56.55±0.489 ^{cd}	57.94±1.734 ^{de}	59.71±0.239 ^{de}	60.11±0.872 ^f	55.94±0.246 ^c	78.04±0.813 ^f	74.96±0.557 ^f	67.30±0.060 ^b	63.35±0.200 ^e	55.62±0.080 ^c	49.35±0.031 ^b	45.33±0.050 ^a
SO ₃ ⁻² (mgL ⁻¹)	2.33±0.042 ^e	2.35±0.081 ^e	2.35±0.031 ^e	3.23±0.050 ^f	2.72±0.106 ^e	2.82±0.060 ^f	2.71±0.031 ^e	2.52±0.040 ^d	2.43±0.031 ^{cd}	2.04±0.072 ^b	1.97±0.031 ^b	1.80±0.040 ^a
Na ⁺ (mgL ⁻¹)	39.987±0.122 ^d	38.940±0.216 ^{cd}	43.393±0.239 ^f	54.207±0.630 ^g	70.413±0.907 ⁱ	74.067±0.416 ^f	60.540±0.861 ^h	43.460±0.053 ^f	37.173±0.222 ^{ab}	36.707±0.258 ^a	38.453±0.031 ^{bc}	41.467±0.050 ^f
K ⁺ (mgL ⁻¹)	8.587±0.083 ^e	7.680±0.060 ^d	7.820±0.040 ^d	8.033±0.031 ^e	12.573±1.722 ^d	17.760±0.745 ^e	8.133±0.031 ^e	7.487±0.070 ^{bc}	5.913±0.031 ^{ab}	5.787±0.031 ^a	5.867±0.042 ^a	6.073±0.031 ^{ab}
TS (mgL ⁻¹)	218.77±0.316 ^b	222.29±0.348 ^b	226.93±3.176 ^d	234.55±0.570 ^f	249.85±0.300 ^f	261.98±1.675 ^g	268.61±1.110 ^h	271.62±0.851 ^{hi}	274.99±0.356 ⁱ	251.95±0.221 ^f	232.32±0.485 ^e	214.41±0.860 ^d
TA (mgL ⁻¹)	218.19±0.412 ^{ab}	241.23±17.072 ^{cd}	228.07±0.337 ^{abc}	235.08±0.815 ^c	249.89±0.502 ^{de}	262.01±0.518 ^{ef}	269.11±1.119 ^g	274.63±0.200 ^f	274.61±0.326 ^f	252.14±0.191 ^{de}	231.89±0.707 ^{bc}	213.72±0.433 ^a
Mg ²⁺ (mgL ⁻¹)	19.067±0.050 ^a	21.987±0.050 ^{ab}	23.740±0.140 ^b	29.900±0.072 ^c	31.753±0.081 ^c	39.447±0.544 ^d	57.127±4.368 ^g	47.067±0.042 ^f	47.160±0.053 ^f	44.380±0.060 ^{ef}	41.367±0.061 ^{de}	38.387±0.601 ^d
Ca ²⁺ (mgL ⁻¹)	23.193±0.103 ^b	21.973±0.133 ^a	31.427±0.147 ^c	44.720±0.209 ^e	62.640±0.087 ^f	80.453±0.356 ^g	56.087±0.042 ^h	50.973±0.147 ^g	51.133±0.20 ^g	48.313±0.05 ^g	45.380±0.572 ^e	43.513±0.101 ^d
NO ₃ ⁻ (mgL ⁻¹)	0.0006±0.0001 ^a	0.0007±0.0002 ^a	0.0013±0.0002 ^{ab}	0.0039±0.0004 ^c	0.0048±0.0003 ^c	0.0077±0.0005 ^e	0.0046±0.0003 ^c	0.0038±0.0002 ^d	0.0033±0.0002 ^{cd}	0.0026±0.0003 ^c	0.0031±0.0004 ^d	0.0016±0.0001 ^b
NO ₂ ⁻ (mgL ⁻¹)	2.473±0.0231 ^a	2.423±0.0208 ^a	4.447±0.0306 ^c	6.573±0.0987 ^e	9.427±0.0503 ^g	13.673±0.1901 ^h	7.267±0.0416 ^f	4.273±0.0306 ^{bc}	4.120±0.040 ^b	4.267±0.0416 ^{bc}	5.447±0.0416 ^f	5.473±0.0306 ^f
NH ₄ ⁺ (mgL ⁻¹)	0.0001±0.000 ^a	0.0001±0.000 ^a	0.0035±0.0004 ^d	0.0004±0.0002 ^{ab}	0.0005±0.0003 ^{abc}	0.0011±0.0002 ^c	0.0004±0.0002 ^{ab}	0.0003±0.0002 ^{ab}	0.0001±0 ^a	0.0002±0.0001 ^a	0.0006±0.0002 ^{bc}	0.0008±0.0002 ^{bc}
Fe ²⁺ (mgL ⁻¹)	0.00±0.00 ^a	0.0007±0.0006 ^{ab}	0 ^a	0.0010±0 ^b	0.0010±0 ^b	0.0010±0 ^b	0.0010±0 ^b	0.0010±0 ^b	0.0010±0 ^b	0.0030±0.00010 ^f	0.0010±0 ^b	0.0010±0 ^b
Ph ²⁺ (µg/L ⁻¹)	0.467±0.153 ^{bc}	0.600±0.106 ^c	0.700±0.10 ^c	0.800±0 ^d	1.433±0.208 ^d	1.767±0.153 ^e	0.733±0.116 ^c	0.267±0.058 ^{ab}	0.100±0 ^a	0.500±0.10 ^{bc}	0.600±0.10 ^{bc}	0.500±0.10 ^{bc}
Cu ²⁺ (µg/L ⁻¹)	1.00±0 ^a	1.00±0 ^a	1.000±0 ^a	4.667±0.577 ^{de}	8.00±1.00 ^f	11.6667±1.5275 ^g	6.00±1.0 ^{ef}	2.667±0.577 ^{abc}	1.00±0 ^a	3.6667±0.578 ^{cd}	5.667±0.577 ^{de}	1.667±0.577 ^{ab}
Cd ²⁺ (µg/L ⁻¹)	0.10±0 ^a	0.10±0 ^a	0.100±0 ^a	0.100±0 ^a	0.100±0 ^a	0.100±0.00 ^a	0.100±0 ^a	0.267±0.0578 ^b	0.367±0.058 ^b	0.1667±0.058 ^a	0.100±0 ^a	0.100±0 ^a
Hg ²⁺ (µg/L ⁻¹)	0.001±0 ^a	0.0003±0.0006 ^a	0.001±0 ^a	0.001±0 ^a	0.0037±0.0006 ^a	0.0333±0.040 ^a	0.006±0.001 ^a	0.0027±0.0006 ^a	0.001±0 ^a	0.003±0.001 ^a	0.0050±0.001 ^a	0.0010±0 ^a
Ni ²⁺ (µg/L ⁻¹)	1.00±0 ^b	0 ^a	1.00±0 ^b	1.00±0 ^b	1.00±0 ^b	1.00±0.00 ^b	1.00±0 ^b	1.00±0 ^b	1.00±0 ^b	1.00±0 ^b	1.667±0.577 ^c	1.00±0 ^b
Zn ²⁺ (µg/L ⁻¹)	4.00±1.00 ^{ab}	1.6667±0.577 ^a	3.000±1.00 ^b	9.00±1.00 ^c	16.667±0.577 ^d	23.667±1.528 ^e	17.667±0.577 ^d	9.6667±0.5774 ^c	5.6667±0.5774 ^b	9.667±0.577 ^c	17.667±0.577 ^d	6.00±1.00 ^b

a,b,c,d,e,f,g,h,i,j Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklılıklar istatistikî açıdan önemlidir (P<0.05).

Tablo 3. Değişkenler arasındaki Pearson korelasyon matrisi

ÇO	ÇO	Tuzluluk	pH	Sıcak.	Eİ	AKM	KOİ	BOİ ₅	Cl ⁻	PO ₄ ⁻³	SO ₄ ⁻²	SO ₃ ⁻²	Na ⁺	K ⁺	TS	TA	Mg ⁺²	Ca ⁺²	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	
1	1																					
Tuzluluk	-0.766**	1																				
pH	-0.435**	0.706**	1																			
Sıcaklık	-0.649**	0.935**	0.703**	1																		
Eİ	-0.826**	0.952**	0.741**	0.929**	1																	
AKM	-0.766**	0.909**	0.671**	0.913**	0.966**	1																
KOİ	0.035	0.517**	0.535**	0.657**	0.451**	0.505**	1															
BOİ ₅	-0.089	0.388*	0.668**	0.453**	0.409*	0.344*	0.418*	1														
Cl ⁻	-0.444**	0.734**	0.600**	0.699**	0.708**	0.681**	0.531**	0.287	1													
PO ₄ ⁻³	-0.565**	0.552**	0.372*	0.440**	0.554**	0.453**	0.067	0.073	0.799**	1												
SO ₄ ⁻²	0.182	0.091	0.243	0.318	0.193	0.283	0.610**	0.424**	0.086	-0.358*	1											
SO ₃ ⁻²	0.523**	-0.223	0.139	0.002	-0.219	-0.077	0.499**	0.235	-0.161	-0.579**	0.651**	1										
Na ⁺	0.717**	-0.194	0.129	-0.019	-0.255	-0.199	0.640**	0.290	0.158	-0.254	0.569**	0.676**	1									
K ⁺	0.722**	-0.273	0.013	-0.154	-0.324	-0.292	0.567**	0.289	-0.042	-0.391*	0.565**	0.528**	0.860**	1								
TS	-0.299	0.689**	0.621**	0.822**	0.723**	0.805**	0.791**	0.557**	0.534**	0.062	0.713**	0.388*	0.338*	0.221	1							
TA	-0.263	0.601**	0.604**	0.745**	0.666**	0.735**	0.661**	0.667**	0.413*	-0.030	0.724**	0.387*	0.289	0.205	0.949**	1						
Mg ⁺²	-0.544**	0.762**	0.648**	0.826**	0.828**	0.829**	0.537**	0.404*	0.864**	0.622**	0.384*	-0.025	0.121	-0.122	0.760**	0.678**	1					
Ca ⁺²	0.140	0.437**	0.492**	0.532**	0.367*	0.400*	0.891**	0.463**	0.707**	0.245	0.539**	0.374*	0.742**	0.629**	0.692**	0.583**	0.612**	1				
NO ₂ ⁻	0.272	0.276	0.450**	0.431**	0.244	0.304	0.888**	0.506**	0.552**	0.089	0.665**	0.579**	0.813**	0.709**	0.679**	0.597**	0.514**	0.951**	1			
NO ₃ ⁻	0.536**	0.001	0.182	0.116	-0.089	-0.060	0.726**	0.331*	0.414*	0.027	0.504**	0.481**	0.911**	0.839**	0.367*	0.283	0.262	0.886**	0.901**	1		
NH ₄ ⁺	0.348*	-0.388*	-0.844**	-0.326	-0.462**	-0.375*	-0.143	-0.512**	-0.228	-0.222	0.024	-0.033	0.089	0.139	-0.240	-0.279	-0.282	-0.071	-0.071	0.128	1	

**P<0.01

yükselmesine neden olur, gazların çözünürlüğünü etkiler, su yapısında bulunan elementlerin konsantrasyonunu ve viskozitesini değiştirir. Su sıcaklığının bazı canlılar için üreme ve beslenme için hayati önemi mevcuttur (Yılmaz, 2004). Küçüksu Gölet'inin su sıcaklığı 3.70-26.60 °C arasında değişmektedir. En düşük değerine Şubat ayında istasyon 1' de, en yüksek değere ise istasyon 1 ve 2' de Ekim ayında rastlanılmıştır (Tablo 1-2). Pearson-korelasyonu sıcaklığının ($P<0.01$); pozitif ve kuvvetli ($r \geq 0.70$) olarak Eİ ($r=0.929$), AKM ($r=0.913$), TS ($r=0.822$), TA ($r=0.745$) ve Magnezyum ($r=0.826$) ile ilişkili olduğu sonucunu çıkarmıştır (Tablo 3). Elde edilen su sıcaklığı verilerinden bu Gölet'in sucul canlıların yaşaması için uygun olduğu ve mevsimsel tehdit unsurunun bulunmadığı ayrıca termal bir kirlenmenin olmadığı sonucu çıkmıştır. Ayrıca YSKYY'nın kıta içi yüzey su kaynaklarının sınıflarına göre su sıcaklığı bakımından SINIF I-II ($\leq 25\text{C}^\circ$)'dir (YSKYY, 2015).

Tatlı sularda iyi bir üretim için Elektriksel İletkenliğin 100-150 μScm^{-1} arasında olduğu tespit edilmiştir (Nisbet ve Verneaux, 1970). Küçüksu Gölet'inin Eİ değer aralığı 171.44-325.40 $\mu\text{S cm}^{-1}$ 'dir. En düşük değer Mart ayında istasyon 1' de, en yüksek değere ise aynı istasyonda Ekim ayında tespit edilmiştir (Tablo 1-2).Eİ'nin $P<0.01$ önem düzeyinde pozitif ve kuvvetli ($r \geq 0.70$) olarak, birbiri ile ilişkili olduğu parametreler AKM ($r=0.966$), Klorür ($r=0.708$), TS ($r=0.723$) ve Magnezyum ($r=0.828$)'dur (Tablo 3). Sularda çözünmüş mineral fazlalığı değişimi iletkenliğin değerini gösterir (Yılmaz Öztürk ve Akköz, 2014). Özellikle Cl^- ve Na^+ iyonlarının varlığı iletkenliği belirlemektedir. Katyon ve anyonların varlığı alglerin büyüme ve gelişmesi için sınırlayıcıdır doğal olarak besin zinciri içinde sınırlayıcıdır. YSKYY'nın kıta içi

yüzey su kaynaklarının sınıflandırmasına göre Eİ bakımından uygun olup; yüzme gibi vücut teması gerektirenler dâhil rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir su, hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılabilir nitelikteki SINIF I ($<400\ \mu\text{Scm}^{-1}$)'dir (YSKYY, 2015).

Sulardaki Askıda Katı Madde (AKM) miktarı için öncelikli etki eden önemli faktörler fitoplankton yoğunluğu ve göle veya gölete ulaşan sel sularıdır. Yüksek AKM miktarı balıklarda solungaç gibi hassas dokuların zarar görmesine, sucul canlıların larvalarının ve yumurtalarının ölümlerine yol açmaktadır (Alabaster ve Lloyd, 1980). Küçüksu Gölet'inin AKM değeri 1.020-9.500 mg L^{-1} aralığındadır. En düşük değerine Şubat ayında istasyon 1'de, en yüksek değere ise aynı istasyon da Eylül ayında tespit edilmiştir (Tablo 1-2). AKM Pearsonkorelasyon analizine göre ($P<0.01$); pozitif ve kuvvetli ($r \geq 0.70$) olarak TA ($r=0.735$), TS ($r=0.805$) ve Magnezyum ($r=0.829$) ile ilişkilidir (Tablo 3).

Evsel ve endüstriyel atık suların organik kirlilik derecesini belirlemede kullanılan önemli parametrelerden biri olan kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) bu gölette 0.40-6.740 mg L^{-1} 'dir. En düşük değerine Şubat ayında istasyon 1 ve 3'de, en yüksek değere ise Haziran ayında istasyon 1'de tespit edilmiştir. Pearson-korelasyon analizinde KOİ'nin ($P<0.01$); pozitif ve kuvvetli ($r \geq 0.70$) olarak TS ($r = 0.791$), Kalsiyum ($r=0.891$), Nitrit ($r=0.888$) ve Nitrat ($r=0.726$) ile ilişkili olduğu parametreler olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Tablo 3). Kimyasal Oksijen İhtiyacı YSKYY'nın kıta içi yüzey su kaynaklarının sınıflarına göre SINIF I ($<25\ \text{mg L}^{-1}$)'dir. (YSKYY, 2015).

Sularda Kirlilik derecesinin ölçüsü olarak kabul edilen Biyolojik Oksijen İhtiyacının (BOİ) (Boztuğ vd., 2012) bu gölette ki değer aralığı 0.360-2.180 mg L^{-1} 'dir. En düşük BOİ

değerine Mart ayında istasyon 1' de en yüksek değere de aynı istasyonda Şubat ayında rastlanılmıştır. BOİ'yi Pearsonkorelasyon analizine göre değerlendirdiğimizde (Tablo 3); $P < 0.01$; pozitif olarak birbiri ile ilişkili olduğu bazı parametreler TA ($r=0.667$), TS ($r=0.557$) ve Nitrit ($r=0.506$)'dir. Biyolojik oksijen ihtiyacı YSKYY'nin kıta içi yüzey su kaynaklarının sınıflarına göre SINIF I ($< 4 \text{ mg L}^{-1}$)'dir (YSKYY, 2015).

Doğal sularda Klorür iyonu konsantrasyonu genellikle düşüktür ama konsantrasyonu gerek içme ve endüstriyel su kalitesi, gerekse de sulama suyu kalitesi açısından doğrudan önem taşımaktadır (Ünlü vd., 2008). Küçüksu Gölet'i klorür değer aralığı $3.100-6.460 \text{ mg L}^{-1}$ 'dir. En düşük Klorür değerine Ocak ayında istasyon 3' de, en yüksek değer ise istasyon 1'de Aralık ayında tespit edilmiştir. Pearsonkorelasyonu klorür parametresinin $P < 0.01$ önem derecesinde pozitif ve kuvvetli ($r \geq 0.70$); EC ($r=0.708$), fosfat ($r=0.799$), TA ($r=0.887$), magnezyum ($r=0.864$) ve kalsiyum ($r=0.707$) ile ilişkilidir (Tablo 3). YSKYY'nin kıta içi yüzey su kaynaklarının sınıflarına göre klorür bakımından SINIF I ($\leq 10 \text{ mg L}^{-1}$)'dir (YSKYY, 2015).

Doğal suların verimliliğini etkileyen besleyici minerallerinden biri olan Fosfat, göllerde ve akarsularda Çözünmüş İnorganik Fosfat, Çözünmüş Organik Fosfat ve Organik Partiküler Fosfat şeklinde bulunur (Egemen ve Sunlu, 1999). Fosfat miktarı 0.3 mg L^{-1} 'den yüksek ise kirlenmeden söz edilebilir (Tanıyolaç, 2009). Küçüksu Gölet'i Fosfat değer aralığı $0.024-0.558 \text{ mg L}^{-1}$ 'dir. En düşük Fosfat değerine Mart ayında istasyon 2' de, en yüksek değer ise istasyon 1'de Kasım ayında tespit edilmiştir. Pearsonkorelasyon analizine göre fosfat $P < 0.01$ önem düzeyinde; negatif olarak ÇO ($r=-0.565$), Sülfat ($r=-0.358$), Sülfid ($r=-0.579$)

ve Potasyum ($r=-0.391$) ile ilişkilidir (Tablo 3).

Fosfat'ın YSKYY'nin kıta içi yüzey su kaynaklarının sınıflandırmasına göre SINIF I-II ($< 0.03-0.16$)' dir ve aynı yönetmeliğin göl gölet ve baraj göllerinde trofik sınıflandırma sistemi sınır değerlerine göre Küçüksu Gölet'i trofik seviyesi oligotrofik olarak tespit edilmiştir ($< 10 \text{ TP } \mu\text{g L}^{-1}$) (YSKYY, 2015).

Sülfat iyonu (SO_4^{2-}) biyolojik verimin artması için doğal sularda besin zincirinin ilk halkası olan fitoplankton gelişimi için yeterince bulunması gereklidir. Sucul ortamlarda çeşitli endüstri atıkları, tarımsal faaliyetler ve evsel atıkların neden olduğu sülfat artışı kirliliğin bir göstergesidir. Sülfat (SO_4^{2-}) değeri doğal sularda $5-100 \text{ mg L}^{-1}$ arasında değişim gösterir (Mutlu vd., 2014). Küçüksu Gölet'i sülfat değer aralığı $45.280-78.660 \text{ mg L}^{-1}$ 'dir. En düşük istasyon 2' de Aralık ayında, en yüksek sülfat değerine ise istasyon 1'de Haziran ayında rastlanmıştır. Su canlıları için kabul edilebilir sülfat değeri 90 mg L^{-1} 'dir (Kurnaz vd., 2016). Sülfat'ı Pearsonkorelasyon analizine göre değerlendirdiğimizde (Tablo 3); $P < 0.01$ önem düzeyinde birbiri ile pozitif ve kuvvetli ($r \geq 0.70$) olarak ilişkili olduğu parametreler; TS ($r=0.713$) ve TA ($r=0.724$)'dir.

Küçüksu Gölet'inin Sülfid değer aralığı $1.760-3.280 \text{ mg L}^{-1}$ 'dir. En düşük Sülfid değerine Aralık ayında istasyon 2'de, en yüksek değere ise istasyon 3'de Nisan ayında rastlanmıştır. Sülfid YSKYY'nin kıta içi yüzey su kaynaklarının sınıflarına göre SINIF III (10 mg L^{-1}) 'dür (YSKYY, 2015). Su canlıları içinde kabul edilebilir düzeydedir.

Sularda çözünmüş Na^+ ve Cl^- iyonlarının varlığı iletkenliği belirler. Küçüksu Gölet'inde Sodyum'un değer aralığı $36.420-74.400 \text{ mg L}^{-1}$ 'dir. En düşük Sodyum değerine Ekim ayında istasyon 3'de, en yüksek değere ise istasyon 1'de Haziran ayında rastlanmıştır. Sodyum'u

Pearson korelasyon analizine göre değerlendirdiğimizde (Tablo 3) $P < 0.01$ önem düzeyinde birbiri ile pozitif ve kuvvetli ($r \geq 0.70$) ilişkili olduğu parametreler ÇO ($r=0.717$), Potasyum ($r=0.860$), Kalsiyum ($r=0.742$), Nitrit ($r=0.813$) venitrat ($r=0.911$)'dir.

Suya tat veren inorganik tuzlardan biri olan Potasyum sucul ortamda K_2SO_4 minerali şeklinde bulunur. Bitkisel organizmaların gelişmesinde rol oynamaktadır. Ayrıca planktonun gelişmesini hızlandırır. Bu çalışmada Potasyumun değer aralığı $5.760-18.220 \text{ mg L}^{-1}$ 'dir. En düşük Potasyum değerine Ekim ayında istasyon 2'de, en yüksek değere ise istasyon 1'de Haziran ayında rastlanmıştır. Bu parametre Pearsonkorelasyon analizine göre $P < 0.01$; birbiri ile pozitif ve kuvvetli olarak ($r \geq 0.70$) Sodyum ($r = 860$), ÇO ($r=0.722$), Nitrit ($r=0.709$) ve Nitrat ($r=0.839$) ile ilişkilidir (Tablo 3).

Suların önemli özelliklerinden biri olan sertlik, buldukları yerin jeolojik yapısına göre değişmektedir. Suların sertliği, başta Kalsiyum ve Magnezyum bikarbonat iyonları olmak üzere, Kalsiyum ve Magnezyum Klorür, Kalsiyum ve Magnezyum Nitrat ve az miktarda da Alüminyum, Stronsiyum ve Demir iyonlarından kaynaklanmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Küçüksu Gölet'i Toplam Sertlik (TS) değer aralığı $213.46-275.380 \text{ mg L}^{-1}$ 'dir. En düşük değerine Aralık ayında istasyon 3'de, en yüksek değere ise istasyon 1'de Eylül ayında rastlanmıştır. TS'i Pearsonkorelasyon analizine göre $P < 0.01$; pozitif ve kuvvetli ($r \geq 0.70$) olarak TA ($r=0.949$), Magnezyum ($r=0.760$), su sıcaklığı ($r=0.822$), Eİ ($r=0.723$), AKM ($r=0.805$), KOİ ($r=0.791$) ve Sülfat ($r=0.805$) ile ilişkili olduğu parametreler olduğu sonucu çıkmaktadır (Tablo 3).

Toplam Alkalinite'nin değer aralığı $213.26-274.980 \text{ mg L}^{-1}$ 'dir. En düşük değerine Aralık ayında istasyon 3'de, en yüksek değere ise

istasyon 1'de Eylül ayında tespit edilmiştir. Magnezyum'un, Klorofil bileşeni olması bu elementi yaşam için son derece önemli kılmaktadır (Balcı vd., 2009). Küçüksu Gölet'i Magnezyum değer aralığı $19.020-60.00 \text{ mg L}^{-1}$ 'dir. En düşük değerine Ocak ayında istasyon 3' de, en yüksek değer de yine aynı istasyonda Temmuz ayında tespit edilmiştir. Sulama sularında Kalsiyum ve Magnezyum katyonları toprağı daha geçirgen ve daha işlenebilir şekilde tutarlar. Sulama amacıyla kullanılan göletler açısından önemli olabilecek bir özelliktir.

Bu gölette kalsiyum'un değer aralığı $21.860-80.840 \text{ mg L}^{-1}$ 'dir. En düşük Kalsiyum değerine Şubat ayında istasyon 1'de en yüksek değer de yine aynı istasyonda Haziran ayında tespit edilmiştir. Kalsiyum Pearsonkorelasyon analizine göre $P < 0.01$ önem düzeyinde Nitrat ($r=0.886$), Nitrit ($r=0.951$), KOİ ($r=0.891$), Klorür ($r=0.805$) ve Sodyum ($r=0.805$) ile pozitif ve kuvvetli ilişkilidir (Tablo 3)

Doğal sularda en yaygın olarak bulunan azotlu bileşikler Nitrit, Nitrat, Amonyum ve Organik Azottur (Taş, 2011). Bu bileşikler ölçülerek suyun kalitesi hakkında karar verilebilmektedir. Doğal sularda Nitrit değer aralığı $0.0005-0.0081 \text{ mg L}^{-1}$ 'dir. En düşük değerine Ocak ve Şubat ayında istasyon 1 ve 2' de, en yüksek değere ise istasyon 1'de Haziran ayında rastlanmıştır. Pearsonkorelasyon analizine göre Nitrit $P < 0.01$ önem düzeyinde; Nitrat ($r=0.901$), KOİ ($r=0.888$), Sodyum ($r=0.813$) ve Potasyum ($r=0.709$) ile pozitif ilişkilidir (Tablo 3). Nitrit YSKYY'nın kıta içi yüzey su kaynaklarının sınıflarına göre SINIF I ($\leq 0.01 \text{ mg L}^{-1}$)'dir (YSKYY, 2015). Nitrat, oksijence zengin sularda çok yaygın olup, algal büyümeyi sınırlayabilen veya arttırabilen önemli bir mineraldir. Yüzey sularında nitrat miktarı genellikle düşüktür. Oligotrofik sularda Azot miktarı düşük, ötrofik sularda ise oldukça yüksektir (Taş,2011).

Küçüksu Gölet'i Nitrat değer aralığı 2.40-13.86 mg L⁻¹'dir. En düşük Nitrat değerine Şubat ayında istasyon 2 ve 3'de rastlanmıştır. En yüksek değer ise istasyon 1'de Haziran ayında tespit edilmiştir. Pearsonkorelasyon analizine göre Nitratın P<0.01 önem düzeyinde, pozitif kuvvetli (r ≥ 0.70) ilişkili olduğu parametreler; KOİ (r=0.726), Sodyum (r=0.911), Potasyum (r=0.839), Kalsiyum (r=0.886) ve Nitrit (r=0.901)'dir. Nitrat YSKYY'nin kıta içi yüzey su kaynaklarının sınıflarına göre SINIF III (<20 mg L⁻¹)'dür (YSKYY, 2015).

Amonyum iyonu yüksek pH ve sıcaklığa bağlı olarak Amonyum ve Amonyaga dönüşerek su ortamı içindeki balık yaşamı ve diğer canlılar için toksik hale gelebilmektedir (Ünlü vd., 2008). Bu çalışmada Amonyum değer aralığı 0.0001-0.0039 mg L⁻¹'dir. En düşük değerine Ocak, Şubat, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında tüm istasyonlarda görülmüştür. En yüksek değer ise istasyon 1'de Mart ayında tespit edilmiştir. Amonyum Pearsonkorelasyon analizinde (P<0.01); negatif kuvvetli olarak pH (r=-0.844) ile ilişkilidir (Tablo 3). Bu parametre YSKYY'nin kıta içi yüzey su kaynaklarının sınıflarına göre SINIF I (<0.2 mg L⁻¹)'dir (YSKYY, 2015).

Ototrof bakteri türleri için gerekli birçok enzimin üretilmesinde Demir kullanıldığı için sucül ortamda oldukça önemlidir. Bunun yanı sıra redoks için aktif bir element olmasından dolayı da ortamın jeokimyası hakkında da önemli bilgiler sağlamaktadır. 0.1 mg L⁻¹ ve

daha fazla Demir tatlı su ortamlarında kabul edilebilir limittir (USEPA, 2005). Küçüksu Gölet'inde değer aralığı 0.0-0.0040 µg L⁻¹'dir. Bu parametrenin en düşük değerine Ocak ve Şubat aylarında tüm istasyonlarda tespit edilmiştir. En yüksek değere ise istasyon 1'de Ekim ayında tespit edilmiştir. Pearsonkorelasyon analizinde Demir P<0.05 önem düzeyinde; Kurşun ile negatif, diğer metaller ile pozitif ilişkilidir (Tablo 4). Demir'in YSKYY kıta içi yüzey su kaynaklarının sınıflarına göre SINIF I (≤ 300 µg L⁻¹)'i temsil etmektedir (YSKYY, 2015).

Bakır, Krom, Kadmiyum, Çinko ve Kurşun ağır metaller arasındadır ve tatlı su içerisindeki kaynakları genellikle antropojenik'dir (Weisz vd., 2000). Ağır metaller sularda noktasal olmayan kaynaklardan kaynaklanmaktadır. Kurşunun biyolojik sistemdeki rolü bilinmemek ile birlikte tehlikeli ve en az hareketli ağır metal özelliğindedir (Gale vd., 2004). Küçüksu Gölet'i Kurşun değer aralığı 0.100-1.900 µg L⁻¹'dir. Eylül ayında tüm istasyonlarda hiç Kurşun değeri tespit edilememiştir. En yüksek değer ise istasyon 1'de Haziran ayında rastlanmıştır. Pearsonkorelasyon analizine göre Kurşun'nun P < 0.01 ve P<0.05 önem düzeylerinde; Bakır (r = 0.855), Civa (r=0.507), Çinko (r=0.681) ile pozitif ve Kadmiyum (r=-0.514) ile negatif ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4). Genellikle doğada Çinko ile birlikte (Bilgin Yıldırım, 2016). Kurşun YSKYY'nin kıta içi yüzey su kaynaklarının sınıflarına göre SINIF I (≤ 10 µg L⁻¹)'dir (YSKYY, 2015).

Tablo 4. Ağır metal değişkenleri arasındaki Pearsonkorelasyon matrisi

	Fe ⁺²	Pb ⁺²	Cu ⁺²	Cd ⁺²	Hg ⁺²	Ni ⁺²	Zn ⁺²
Fe ⁺²	1						
Pb ⁺²	-0.023	1					
Cu ⁺²	0.222	0.855**	1				
Cd ⁺²	0.229	-0.514**	-0.294	1			
Hg ⁺²	0.053	0.507**	0.464**	-0.111	1		
Ni ⁺²	0.095	0.034	0.296	0.036	0.086	1	
Zn ⁺²	0.256	0.681**	0.939**	-0.194	0.458**	0.459**	1

*P<0.05 **P<0.01

Tatlı sularda Bakır jeokimyasal ve biyolojik süreci kontrol etmede önemlidir (Bilgin Yıldırım, 2016). Küçüksu Gölet'inin Bakır değer aralığı 1.00-13.00 $\mu\text{g L}^{-1}$ 'dir. Ocak, Şubat, Mart ve Aralık aylarında tüm istasyonlarda hiç tespit edilememiştir. En yüksek değer ise istasyon 1'de Haziran ayında ölçülmüştür. Bakır'ı Pearsonkorelasyon analizine göre değerlendirdiğimizde $P<0.01$ ve $P<0.05$ önem düzeylerinde; pozitif ve kuvvetli ilişkili olduğu element Çinko ($r=0.939$)'dur (Tablo 4). Bu metal YSKYY'nın kıta içi yüzey su kaynaklarının sınıflarına göre SINIF I ($\leq 20 \mu\text{g L}^{-1}$)'dir (YSKYY, 2015).

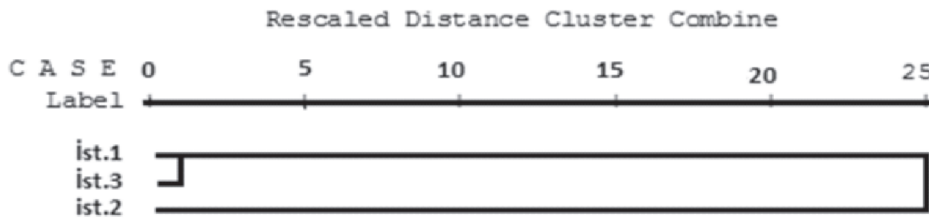
Sucul ekosistemde Kadmiyum en toksik çevresel kirleticilerden olup, kirlenmemiş doğal sularda genellikle 1 $\mu\text{g L}^{-1}$ 'den daha azdır. Kadmiyumun değer aralığı 0.10-0.40 $\mu\text{g L}^{-1}$ 'dir. En düşük Kadmiyum değerine Ağustos ve Eylül ayları dışındaki tüm aylarda ve tüm istasyonlarda rastlanmıştır. En yüksek değere ise istasyon 1 ve 3'de Eylül ayında tespit edilmiştir. Pearsonkorelasyon analizine göre Kadmiyum ($p<0.01$ ve $p<0.05$) negatif ilişkili olarak Civa ($r=-0.111$) ve Çinko ($r=-0.194$) ile ilişkilidir (Tablo 4). Bu gölette Kadmiyum YSKYY'nın kıta içi yüzey su kaynaklarının sınıflarına göre SINIF I ($\leq 2 \mu\text{g L}^{-1}$)'dir (YSKYY, 2015).

Sucul organizmalar askıdaki Civa toksitesinden etkilenmez iken bazı sucul omurgasızlar ve balıklar bu ağır metali içeren partikülleri sindirerek olumsuz yönde etkilenirler

(Bilgin Yıldırım, 2016). Küçüksu Gölet'i Civa değer aralığı 0.0-0.080 $\mu\text{g L}^{-1}$ 'dir. En düşük değerine Şubat ayında istasyon 1 ve 2'de, en yüksek değer ise istasyon 2'de Haziran ayında tespit edilmiştir. YSKYY'nın kıta içi yüzey su kaynaklarının sınıflarına göre Civa SINIF I ($\leq 0,1 \mu\text{g L}^{-1}$)'dir (YSKYY, 2015). Nikel'in değer aralığı 1.00-25.00 $\mu\text{g L}^{-1}$ 'dir. En düşük Nikel değerine Şubat ayında tüm istasyonlarda rastlanmıştır. En yüksek değer ise istasyon 1 ve 2'de Kasım ayında tespit edilmiştir. Bu gölette YSKYY'nın kıta içi yüzey su kaynaklarının sınıflarına göre Nikel SINIF I ($\leq 20 \mu\text{g L}^{-1}$)'dir (YSKYY, 2015).

Sucul organizmalar için toksik etkisi olan Çinko tatlı sularda sedimentte düşük tuzluluk ve pH'da ayrışır (Bilgin Yıldırım, 2016). Çinko'nun değer aralığı 6.00-30.00 $\mu\text{g L}^{-1}$ 'dir. En düşük Çinko değeri Şubat ayında istasyon 1'de, en yüksek değer de yine aynı istasyon da Haziran ayında tespit edilmiştir. YSKYY'nın kıta içi yüzey su kaynaklarının sınıflarına göre Çinko yüzey su kaynaklarının sınıflarına göre SINIF I ($\leq 200 \mu\text{g L}^{-1}$)'dir (YSKYY, 2015).

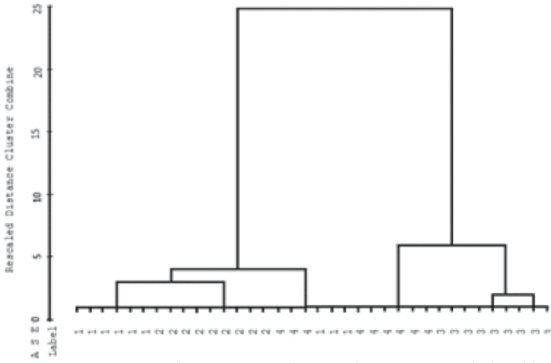
Küçüksu Göleti'nden seçilen 3 istasyondan 2015-2016 yılları arasında 28 Parametreye hem mevsimsel ortalamalar, hem de istasyonların ortalamaları esas alınarak HKA analizi uygulanmıştır. HKA analizi sonucunda 1 ve 3 nolu istasyonların kirlilik yükü bakımından birbirine yakın olduğu yani her iki istasyonun kirletici kaynaklarının benzerliğini göstermektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Dendrogram (Ward Yöntemi kullanılarak) değişkenlerin kümelerini gösterir.

İstasyon 1 gölet'in civarında bulunan işletmelerden (tesisler, rekreasyon alanları), istasyon 3 ise gölet su girdisine yakınlığından dolayı benzer kirlilik yüklerine sahip olabilir.

Mevsimsel ortalamalardan yararlanılarak gerçekleştirilen HKA sonucuna göre de mevsimsel farklılıklar Şekil 3'de görüldüğü gibi kümelenmiştir.



Şekil 3. Dendrogram (Ward Yöntemi kullanılarak) değişkenlerin kümelerini gösterir (1: Kış, 2: İlkbahar, 3: Yaz, 4: Sonbahar)

Oluşan iki ana kümelenmeden ilk grubu kış ve ilkbahar mevsimi oluşturmuştur. İkinci grubu ise çoğunlukla yaz mevsimi ve sonbahar mevsim verilerinden bir kısmı kapsamıştır. Sonbahar mevsimi Şekil 3'de görüldüğü gibi mevsimler arası geçiş aşamasının net bir şekilde görüldüğü mevsim olmuştur.

Tartışma

Gölet su kalitesi bakımından Yüzeysel Su Kalitesi Yönetim Yönetmeliği (YSKYY, 2015)'nin kıta içi su kaynaklarının su kalitesi sınıflarına göre SINIF I-II-III (yüksek kaliteli, az kirlili ve kirlili) arasında değişim göstermektedir. Bu çalışmanın da işaret ettiği gibi küresel iklim değişikliğinin, bir etkisi olarak sıcaklığın, su canlıları ve sulak alanlar için tehlike yarattığı sınır değerlere yaklaşılmaktadır.

Su sıcaklığının yükseldiği zamanlar özellikle pH düzeyi etkilemekte ve ekolojik toleransı düşük canlılar için tehdit oluşturacak durum söz konusu olabilecektir. Yayladağ, Sarısu-Mamuca, Alparsarı, Maruf, Çiğdem göletlerinde, Apa ve Borçka baraj göllerinde ve Uluğöl Göl'de yapılan çalışmalarda da tüm bu tatlı sular bazik karakterde bulunmuştur ve sıcaklık özellikle yaz mevsimi aylarında artmıştır (Mutlu ve Tepe, 2014; Demir vd., 2007; Mutlu ve Aydın Uncumusaoğlu, 2017; Mutlu ve Kutlu, 2017; Kurnaz vd., 2016; Yılmaz Öztürk ve Akköz, 2014; Eryılmaz vd., 2012; Taş vd., 2010). Dolayısıyla sıcaklığa toleransı düşük su canlıları için riskli sınırlara ulaşmıştır. Küçüksu Gölet'i pH değişiminin sıcaklık ile elektriksel iletkenlik ile pozitif ilişkili, amonyum ile negatif ilişkili olması parametrelerin arasında ki bağlantıları çok net ortaya koymuştur.

Küçüksu Göletinde diğer göl, gölet ve baraj göllerinden farklı olarak Fosfat seviyesi yüksek çıkmıştır ve Fosfat'ın ilişkide olduğu parametreler Çözünmüş Oksijen, Sülfat, Sülfid ve Potasyum'dur. Bölgede tarım aktivitelerinde kullanılan gübre ve zirai ilaçlar gölet için Nitrat ve Fosfat kaynağını oluşturmaktadır. Fosfat seviyelerindeki artışın başka bir nedeni de mavi-yeşil alglerin artışının olduğu dönemlerde, havadan Fosfat bağlayabilme yeteneklerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Tepe ve Boyd, 2001).

Gölet'in trofik seviyesi oligotrofik olarak tespit edilmiştir. İçme suyu ve sulama suyu kaynağı oluşturması amacıyla yapılmış olan Küçüksu Gölet'inin su canlıları ve dolayısıyla balık yaşamı için şuan stresli ama uygun bir ortam oluşturmaktadır. Su kalitesinin korunması, tarımsal aktivitelerde kullanılan zirai ilaçların, ekolojik dengenin devamlılığını bozmayacak oranda kullanılmasının sağlanması, göletin kirlilik yükü için büyük önem arz et-

mektedir. Evsel ve hayvansal atıkların yağış ve kar suları yoluyla Gölet'e sızması, su kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi için gerekli önlemlerin alınmasına bağlıdır.

Gölet'te ötrofikasyon oluşmasını diyet sulama amaçlı kullanılan suyun miktarına, zamanına dikkat edilmesi gereklidir. Bu su kaynağının, bazı önemli parametreler açısından kirlilik baskısı altında olduğu, daha da kirlenmemesi ve su kalitesinin korunması açısından periyodik olarak izlenmesinin gerektiği öngörülmektedir.

Kaynaklar

- APHA, AWWA, WEF, 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20 th edition. American Public Health Association, Washington DC.
- Akın, M. ve Akın, G. 2007. Suyun önemi, Türkiye'de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 47(2):105-118.
- Alabaster, J.S. ve Lloyd, R. 1980. Water quality criteria for fresh water fish, Butter worths. London-Boston, 297 pp.
- Anonymous, 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, 7th Edition, Washington, USA.
- Aydın Uncumusaoğlu, A. ve Akkan, T. 2017. Assessment of Yağlıdere Stream Water Quality Using Multivariate Statistical Techniques. Polish Journal of Environmental Studies, 26(4); 1715-1723. <https://doi.org/10.15244/pjoes/68952>
- Balcı, N.Ç., Karagüler, N.G., Yelboğa, E. ve Vardar, N. 2009. Metallerin çözünmesini ve taşınmasını etkileyen biyolojik kimyasal prosesler. Örnek bir çalışma: İTÜ Maslak Gölet'inin biyolojik kimyasal özellikleri. 1. Tıbbi Jeoloji Çalıştayı, 30 Ekim-1 Kasım 2009, Ürgüp Bld., Kültür Merkezi, Ürgüp/Neşehir.
- Bilgin Yıldırım, H. 2016. Tatlı su ekosistemlerinde ağır metaller, Ankara.
- Boztaş, D., Dere, T., Tayhan, N., Yıldırım, N., Danabaş, D., Yıldırım, C. N., Önal, Ö. A., Danabaş, S., Ergin, C., Uslu, G. ve Ünlü, E. 2012. Uzunçayır Baraj Gölü (Tunceli) fiziko-kimyasal özellikleri ve su kalitesinin değerlendirilmesi. Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2 (2);93-106.
- Causape, J., Quilez, D. ve Aragües, R. 2004. Assessment of irrigation and environmental quality at the hydrological basin and II. Irrigation quality. Agricultural Water Management, 70;195-209.
- Cirik, S. ve Cirik, Ş. 1999. Limnoloji. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, 21, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Çağlar, M. ve Saler, S. 2014. Koçan Şelalesi (Erzincan)'nin bazı fiziksel ve kimyasal su kalitesi özellikleri. Yunus Araştırma Bülteni, 3;37-42.
- Demir, N. T., Kırkağaç, M. T., Topçu, A. T., Zencir, Ö. T., Pulatsü, S. T. ve Benli, Ç. T. 2007. Sarısu-Mamuca Göleti (Eskişehir) Su Kalitesi ve Besin Düzeyi, Tarım Bilimleri Dergisi, 13 (4); 385-390.
- Egemen, Ö. ve Sunlu, U. 1999. Su Kalitesi (Ders Kitabı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi. Yayın No:14. E. Ü. Basımevi, Bornova, İzmir.
- Ellis, K.V., White, G. ve Warn, A.E. 1989. Surface Water Pollution and Its Control, Antony Rome Ltd., Chippenham, Wiltshire,
- Eryılmaz, H., İpek, Ş. İ. ve Yalçın Çelik, B. 2012. Borçka Baraj Gölü (Artvin) su kalitesinin araştırılması. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 33;1-8.
- Gale, N.L., Adams, C.D., Wixson, B.G., Loftin, K.A. ve Huang, Y.W. 2004. Lead, zinc, copper and cadmium in fish and sediments from the Big River and Flat River Creek of Missouri's old Lead Belt. Environ. Geochem Health, 26(1);37-49.
- Güler, İ. ve Çobanoğlu, Z. 1997. Su kirliliği. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi. No: 43. 1. Baskı. Ankara. 92p.
- Kannel, P.R., Lee, S., Kanel, S.R. ve Khan, S.P. 2007. Chemometric application in classification and assessment of monitoring locations of an urban riversystem, Anal. Chim. Acta, 582; 390-399.
- Kurnaz, A., Mutlu, E. ve Aydın Uncumusaoğlu, 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.
- Küçükylmaz, M., Uslu, G., Birici, N., Örnekeçi, N. G., Yıldız, N. ve Şeker, T. 2017. Karakaya Baraj Gölü Su Kalitesinin İncelenmesi. Yunus Araştırma Bülteni, 17(2). <https://doi.org/10.17693/yunusae.v17i27092.288104>
- Lind, O.T. 1990. Reservoir eutrophication. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 33;701-702.

- Liu, C., Lin, K. ve Kuo, Y. 2003. Application of factor analysis in the assessment of ground water quality in a black foot disease area in Taiwan. *Science of The Total Environment*, 313:77-89.
- Mason, C. F. 2002. *Biology of fresh water pollution*. 4th ed. Pearson-Benjamin Cummings, UK.
- Mutlu, E., Kutlu, B. ve Demir, T. 2014. Investigation the water quality of Çimenyenice Lake (Hafik-Sivas). *Journal of Selçuk University Natural and Applied Science*, Online ISSN: 2147-3781, 11291143.
- Mutlu, E. ve Tepe, A. Y. 2014. Yayladağı Sulama Göleti (Hatay) Suyunun Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 27(2): 18-23
- Mutlu, E. ve Aydın Uncumusaoğlu, A. 2016. Physicochemical analysis of water quality of Brook Kuruçay. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 4(11): 991-998.
- Mutlu, E. ve Kutlu, B. 2017. Determining The Water Quality of Maruf Dam (Boyabat-Sinop), *Alinteri Zirai Bilimler Dergisi*, 32(1); 81-90.
- Mutlu, E. ve Aydın Uncumusaoğlu, A. 2017. Investigation of the Water Quality of Alparsı Pond (Korgun-Çankırı) 1. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17; 1231-1243. <https://doi.org/10.4194/1303-2712-v17>
- Nisbet, M. ve Verneaux, J. 1970. Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques: *Annales de Limnologie*. 6 (2):161- 190.
- Polat, N. ve Akkan, T. 2016. Assessment of heavy metal and detergent pollution in Giresun coastal zone, Turkey, *Fresenius Environmental Bulletin*, 25(8): 2884-2890.
- Özgüler, H. 1997. Su, su kaynakları ve çevresel konular. *Meteoroloji Mühendisliği*. TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası, Yayın Organı Sayı 2: 57-63.
- Tanyolaç, J. 2009. *Limnoloji (Tatlısu Bilimi)*. Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, 290 pp.
- Taş, B. 2006. Derbent Baraj Gölü (Samsun) su kalitesinin incelenmesi. *Ekoloji*, 15 (61): 6-15.
- Taş, B., Candan, A. Y., Can, Ö. ve Topkara, S. 2010. Some physico-chemical features of lake Ulugöl (Ordu-Turkey). *Journal of Fisheries Sciences.com*, 4 (3); 254-263.
- Taş, B. 2011. Gaga Gölü (Ordu, Türkiye) su kalitesinin incelenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi / The Black Sea Journal of Sciences*, 2(1-3):43-61.
- Tepe, Y. ve Boyd, C.E. 2001. A sodium, nitrate, based, water soluble, granular fertilizer for sport fish ponds. *North American Journal of Aquaculture*, 63; 322-328.
- USEPA, 2005. U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) Drinking water contaminant candidate list 2: final notice. *Fed Regist*, 70; 9071-9077.
- Ünlü, A., Çoban, F. ve Tunç, S.M. 2008. Hazar Gölü Su Kalitesinin Fiziksel ve İnorganik-kimyasal Parametreler Açısından İncelenmesi. *Gazi Üniversitesi. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23; 119-127.
- Weisz, M., Polyak, K. ve Hlavay, J. 2000. Fractionation of elements in sediment samples collected in rivers and harbors at Lake Balaton and its catchment area. *Microchem. J.* 67; 207-217.
- Yılmaz Öztürk, B. ve Akköz, C. 2014. Investigation of water quality of Apa dam lake (Çumra-Konya) and according to the evaluation of PCA. *Biological Diversity and Conservation*, 7(2); 136-147.
- Yılmaz, F. 2004. Mumcular Barajı (Muğla-Bodrum)'nın Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Ekoloji*, 13; 50, 10-17.
- YSKYY, 2015. Yüzeysel su kalitesi yönetimi Yönetmeliği. Resmi gazete sayısı: 29327.
- URL-1. <http://tr.climate-data.org/location/849441/> (Giriş Tarihi: 1.12.2016)