T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞANLIURFA, BOZOVA BÜYÜK VE KÜÇÜK GÖLLERİNİN SU KALİTESİNİN ZAMANLA DEĞİŞİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Büşra KARACA

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA

2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
1. GİRİŞ 1
1.1. Çalışmanın Amacı 4
1.2. Çalışmanın Anlam ve Önemi 4
1.3. Genel Bilgiler 5
1.3.1. Su kaynakları ve kalitesi 5
1.3.2. Göllerin su kaynağı olarak kullanımı 7
1.3.3. Göller ve göllerin kirlenmesi 7
1.3.5. Göllerde su döngüsü 11
1.3.6. Göl restorasyon programları 12
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 16
3. MATERYAL ve YÖNTEM 19
3.1. Materyal 19
3.1.1. Çalışma alanının genel durumu 19
3.2. Yöntem 22
3.2.1. Numune noktalarının seçimi 22
3.2.2. Ölçülen ve analiz edilen parametreler 23
3.2.3. Çalışma alanında kullanılan cihazlar 24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 26
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 59
5.1. Sonuçlar 59
5.2. Öneriler 61
KAYNAKLAR 63
ÖZGEÇMİŞ 68

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ŞANLIURFA, BOZOVA BÜYÜK VE KÜÇÜK GÖLLERİNİN SU KALİTESİNİN ZAMANLA DEĞİŞİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Büşra KARACA

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mustafa ASLAN
Yıl: 2021, Sayfa: 69

Su, dünyadaki canlıların hayatta kalması için çok önemlidir. Su kaynakları içerisinde göller yer almaktadır. Göllerde kapalı sistemler oldukları için çevre kirliliğinden daha çok etkilenirler. Özellikle azot, fosfor gibi besin ürünleri göllerde ötrofikasyona neden olup ve aynı zamanda kalite değişimine neden olmaktadır. Büyük ve Küçük Gölleri, Şanlıurfa'nın Bozova İlçesinde bulunan yeraltı su kaynaklarıyla beslenmektedir. Ayrıca yağış sularıyla birlikte ve kar suları ile beslenen hidrolojik olarak birbirine bağlı iki doğal sığ göldür. Bu çalışma, Şubat 2020- 2021 Ocak tarihleri arasında bir yıl boyunca 10 farklı istasyondan su örnekleri alınarak Bozova Büyük Göl ve Küçük Gölünün (Şanlıurfa)'da su kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla meydana gelen değişimler belirlenerek su kalite özelliklerinin değerlendirilmesi ve kirlilik seviyesini belirlemek amacıyla pH, sıcaklık (T), iletkenlik (EC), çözünmüş oksijen (ÇO), askıda katı maddeler (AKM), nitrat nitrojen (NO3-N), Toplam Azot (TN) , Toplam Fosfor (TP), Toplam Fosfor (TP), Toplam çözünmüş madde (TDS), Alkalinite, Sülfat (SO_4), Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) fiziko-kimyasal parametre analizleri yapılmıştır. Çalışmada ölçümü yapılan fiziko-kimyasal verilerin değerlendirilmesi ve elde edilen bulgular Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre; askıda katı madde, çözünmüş oksijen, , sülfat, nitrit, bakımından I.sınıf su kalitesi, Kimyasal oksijen ihtiyacı, toplam fosfat değerleri bakımından III. Sınıf su kalitesi olduğu belirlenmiştir. Toplam alkanite değerleri incelendiğinde sert sular sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Biyolojik oksijen ihtiyacı, nitrat, sıcaklık IV Sınıf su kalitesi özelliği gösterirken pH parametresi de I-III. su kalite sınıfında olup toplam azot değerinde II. Sınıf su kalitesine girmektedir. Bir yıl süreç içerisinde Büyük gölde alg, yosun özelliklede sazlık ve kamışların oluştuğu ve göl yüzeyini yer yer kapladığı görülmüştür. Küçük gölde ise böyle bir durum gözlenmemiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Büyük ve Küçük Göl, Bozova, Su Kirliliği, Su Kalitesi, Parametreler

ABSTRACT

MSc Thesis

EVALUATION OF THE CHANGE OF WATER QUALITY OF SANLIURFA, BOZOVA LARGE AND SMALL LAKES OVER TIME

Büşra KARACA

Harran University
Graduate School of Naturel and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa ASLAN
Year: 2021, Page: 69

Water is essential for the survival of life on earth. There are lakes within the water resources. Since they are closed systems in lakes, they are more affected by environmental pollution. Especially, nutrients such as nitrogen and phosphorus cause eutrophication in lakes and also cause quality changes. Büyük and Küçük Lakes in Bozova District of Şanlıurfa are fed by underground water resources. In addition, they are two natural shallow lakes that are hydrologically connected to each other. Also they fed by with precipitation and snow waters. This study was carried out between February 2020 and January 2021 on Bozova Büyük Göl and Küçük Lakes (Şanlıurfa). the water quality of the water samples taken from 10 stations determined on the lakes during one year were evaluated.Also, the changes in the water quality characteristics were deterined. İn this contex examined that parameters such us the pollution level, temperature (T), conductivity (EC), dissolved oxygen (DO), suspended solids (AKM), nitrate nitrogen (NO3-N), Total Nitrogen (TN) , Total Phosphorus (TP) , Total dissolved substance (TDS), Alkalinity, Sulphate (SO4), Biological Oxygen Demand (BOD), and Chemical Oxygen Demand (COD). in the study was obtained to evaluation by the physical and chemical data the measured. According to the Water Pollution Control Regulation; Class I water quality was determined in terms of dissolved oxygen, suspended solids, sulfate, nitrite, Chemical oxygen demand. in terms of total phosphate values was determined to Class III water quality. When the total alkalinity values were examined, it was determined that was in the hard water class. While biological oxygen demand, nitrate, temperature show IV Class water quality, pH parameter is I-III. in therm of the total nitrogen value is in the water quality class II. it was observed that algaes, mosss and especially reeds were formed covered the lake surface from place to place in the Great Lake. However, Such a situation was not observed in the small lake.

KEY WORDS: Big and Small Lake, Bozova, Water Pollution, Water Quality, Parameters

TEŞEKKÜR

Çalışmam boyunca değerli yorum ve önerileri ile bana yol gösteren eğitimimden araştırma konumun belirlenmesinden bilgi, ilgi ve becerisini benimle paylaşan ve her türlü öneri ve yönlendirmeleri ile benden yardımlarını esirgemeyen tez danışman hocam Doç.Dr. Mustafa ASLAN'a, üstümde çok emeği olan ve her daim bilgi ve deneyimi ile bana yol gösteren kıymetli hocam Prof. Dr. Mehmet İrfan YEŞİLNACAR'a, hayatım boyunca yanımda olan ve her türlü destek ve özveriyi gösteren maddi ve manevi desteğinden dolayı sevgili abim Mehmet KARACA'ya ve çok değerli ablam Esra KARACA'ya ve çok sevdiğim sevgili annem Saadet KARACA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca, tez çalışmam süresince hep yanımda olan desteklerini esirgemeyen değerli dostum Perihan DERİN'e teşekkür ediyorum.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Dünyada Su Dağılımı 3
Şekil 1.2. Göllerin hayat döngüler 11
Şekil 3.2. Çalışma Alanına ait Görüntüler A) Büyük göl ve B) Küçük göl 22
Şekil 3.4. Arazi tipi su ölçüm cihazları A) Hanna HI 9812-5 ve B) Mettler Toledo..... 25
Şekil 4.1. Büyük Gölün mevsimlere göre sıcaklık değişimi 27
Şekil 4.3. Büyük Göl tuzluluk değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi..... 30
Şekil 4.4. Küçük Göl tuzluluk değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi..... 30
Şekil 4.5. Büyük Göl çözünmüş oksijen değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi 32
Şekil 4.6. Küçük Göl çözünmüş oksijen değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi 32
Şekil 4.7. Büyük Göl nitrat değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi 34
Şekil 4.8. Küçük Göl nitrat değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi 34
Şekil 4.9. Büyük Göl nitrit değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi 36
Şekil 4.10. Küçük Göl nitrit değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi 37
Şekil 4.11.Büyük Gölün pH değerlerinin mevsimlere göre değişimi..... 38
Şekil 4.12. Küçük Göl pH değerlerinin mevsimlere göre değişimi..... 39
Şekil 4.13. Büyük Gölün istasyonlara göre iletkenlik düzeyinin (µs/cm) aylık değişimi..... 40
Şekil 4.14. Küçük Gölün istasyonlara göre iletkenlik düzeyinin (µs/cm)aylık değişimi..... 41
Şekil 4.15.Büyük Gölün istasyonlara göre AKM(mg/L) aylık değişimi 42
Şekil 4.16. Küçük Gölün istasyonlara göre AKM (mg/L) aylık değişimi 42
Şekil 4.17. Büyük Göl KOİ değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi..... 43
Şekil 4.18. Küçük Göl KOİ değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi..... 44
Şekil 4.19. Büyük Göl BOİ değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi..... 45
Şekil 4.20. Küçük Göl BOİ değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi..... 45
Şekil 4.21. Büyük Göl toplam azot değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi 47
Şekil 4.22. Küçük Göl toplam azot değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi 48
Şekil 4.23. Büyük Göl toplam fosfor değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi 49
Şekil 4.24. Küçük Göl toplam fosfor değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi 49
Şekil 4.27. Büyük Gölün sülfat değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi..... 52
Şekil 4.28. Küçük Gölün sülfat değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi..... 52
Şekil 4.31. Büyük Gölün kış mevsimi görüntüsü..... 55
Şekil 4.32. Büyük Gölün ilkbahar mevsimi görüntüsü 55
Şekil 4.33. Büyük gölün yaz mevsimi sazlıklar 56
Şekil 4.34. Büyük Gölün sonbahar mevsimi görüntüleri 57
Şekil 4.35. Küçük Gölün mevsimsel görüntüleri (A) İlkbahar mevsimine ait görüntüsü, B) Yaz mevsimi C) Sonbahar mevsimi ve D) Kış mevsimi 58

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Analiz edilen parametreler ve analiz metotları……..……..…… .. 26
Çizelge 4.1. Büyük Göl'e ait mevsimsel fiziko-kimyasal analiz sonuçları.....…….…..….....27
Çizelge 4.2. Küçük Göl'e ait mevsimsel fiziko-kimyasal analiz sonuçları…….....….……...….28
Ç,zelge 5.1. Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterler……...……...…...61
.

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AKM (MLSS)	Askıda Katı Madde
BOI	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
ÇO	Çözünmüş oksijen
Eİ	Elektriksel İletkenlik
EPA	Çevre Koruma Ajansı
İTASHY	İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik
KOI (COD)	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
NO_3	Nitrat
NO_2	Amonyum
Ppt	Binde bir
Ppb	Milyarda bir
Ppm	Milyonda bir parça (1 litredeki mg miktarı)
SKKY	Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
SO_4	Sülfat
TÇK (TDS)	Toplam çözünmüş katılar
TN	Toplam Azot
TP	Toplam Fosfor
TS 266	İnsanî tüketim amaçlı sular
USDW	Yeraltı içme suyu kaynağı
WQS	Su kalitesi standartları
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

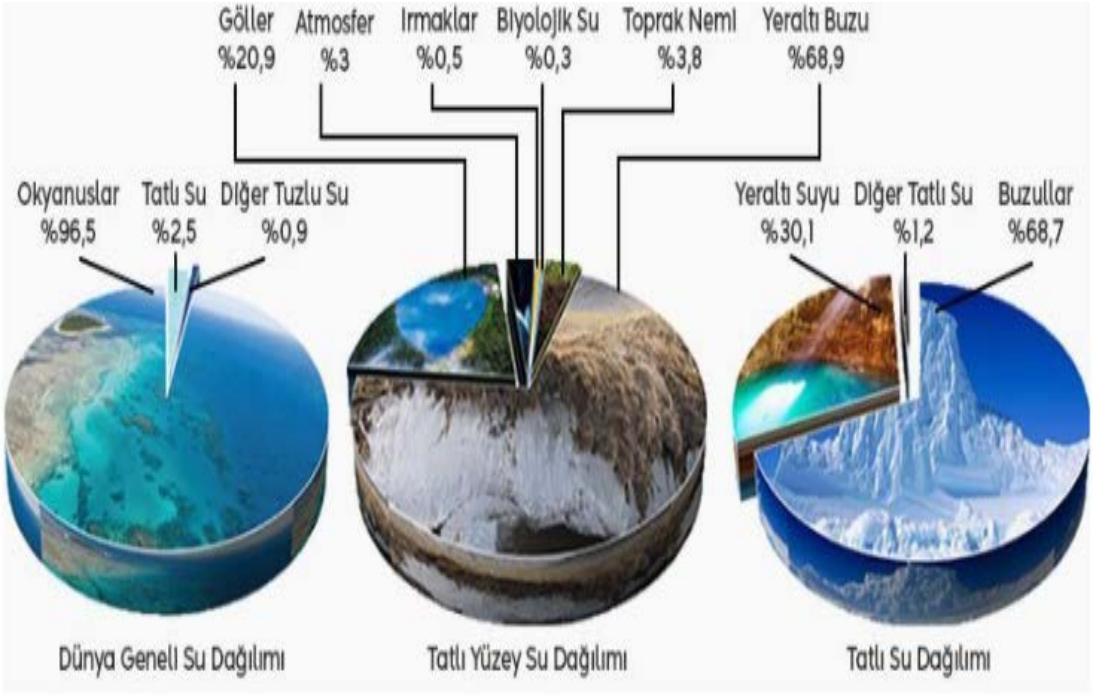
1. GİRİŞ

Su, canlıların yaşamı için gerekli temel kaynaklardan biridir. Gerek içme gerekse de farklı kullanım amaçları, ekosistemleri ve insan toplumunu destekleyen temel doğal kaynaktır. Yeryüzündeki yaşamın kaynağı olarak adlandırılan su, dünyanın 2/3'ünü ve insan vücudunun %70'ini oluşturmaktadır. İnsanoğlu her gün su kaynaklarını dengesiz kullanarak israf etmektedir. Dünya nüfusunun artması ve çevreye duyarlılığın azalması, tarım ve sanayi için önemli bir girdi olan suyun tükenmesine neden olmaktadır. Su, yaşamın temel unsurlarından biri olmasından dolayı bu açıdan kullanılacak suyun kalitesi önem arz eder. Suyun kalitesinin belirlenmesi, korunması ve iyileştirilmesi önemlidir. Suyun kalitesini etkileyen birçok parametre vardır. Kaliteyi etkileyen parametreler değişim gösterebilir (Jin-Yan ve ark., 2021; Brack ve ark., 2015). Ayrıca bu kadar önemli olan bu kaynak kirletilmekte kullanım amacı sınırlanmaktadır.

Suyun kirlenmesi, suyun kullanım niteliği, kullanım amacını negatif yönde etkileyecek biçimde bozulması olarak adlandırılır. Su hem doğal hem de antropojenik kaynaklarla kirlenebilir. Su kirliliği olaylarının başlıca nedenleri, endüstriyel hammaddelerin kazara sızması, tarımsal kirlilik, kentsel evsel kanalizasyon ve endüstriyel atık suların yasadışı deşarjı olup, yerel sakinlerin ve kanalizasyon sisteminin etkilendiği bölgelerdeki tüm sakinlerin su güvenliğini ciddi şekilde tehdit etmektedir. Akmakta ve aktığı alanların ekolojik ortamına büyük zarar vermektedir. Su kirliliği olaylarına daha iyi müdahale edebilmek için öncelikle olayların tespiti ve sınıflandırılması çok önemlidir. Geleneksel olarak, kirlilik olayları, hızlı eylem ve büyük ölçekli kaynak seferberliği gerektiren petrol sızıntıları gibi durumları ifade eder. Ancak son yıllarda yerel halk tarafından günlük yaşamlarına yansıyan kirlilik olaylarına ilgi artmaktadır. Örneğin fabrikaların çevresinde ağır metal atıksu deşarjları, kanalizasyondan kaynaklanan tarımsal kayıplar arasında yer alır. Su kaynakları tarımda kullanılan ilaçlar ve gübreler, çarpık kentleşme ve tarım alanlarının tahrip edilmesi, kent içindeki derelerin su

kaynaklarının akış güzergahlarının değişmesi, bilinçsiz sanayileşme, atıksuların arıtılmadan veya yeterli derecede arıtılmadan veya atıksuların deşarj edilmesi ve altyapı yetersizliği nedeniyle kirletilmektedir. Su kirliliğini ve etkilerini belirlemeye yönelik çalışmalarda, göllerde, göletlerde veya akarsularda olsun, iyi bir fiziksel ve kimyasal parametre analizi ile suyun deniz ve vahşi balıkçılık için uygun olup olmadığı belirlenebilir (Liu ve ark., 2021).

Su kaynakları doğada, farklı şekillerde bulunmaktadır (Şekil 1.1). Su kaynakları; Tuzlu ve tatlı su kaynakları olarak ikiye ayrılmaktadır. Dünya üzerindeki su kaynaklarının çoğu tuzlu su kaynakları, az bir miktarı ise, tatlı su kaynaklarıdır. Tatlı su dünyadaki en değerli doğal kaynaktır. Su kaynakları; nehirler, göller, okyanuslar, yeraltı suyu kaynakları, jeotermal kaynaklar, barajlar ve buzullar da türlerine göre değerlendirilebilir. Yeraltı suyu ve jeotermal kaynaklar ise yüzey su YÜS'e için örnek teşkil eden diğer kaynaklardır. Su kaynakları; evsel atıklardan, endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerin sonuçlarından olumsuz etkilenir. Özellikle endüstriyel ve evsel çöplerin göllere, nehirlere ve okyanuslara doğrudan veya dolaylı olarak boşaltılması, tarımda bilinçsiz ilaç kullanımı ve aşırı gübre kullanımı, deniz kazaları ve deniz taşımacılığı su kirliliğine neden olan faaliyetlerdir. Yüzeysel tatlı su kaynakları tarımsal, endüstriyel ve evsel kullanım amaçlı taleplerin karşılanmasında en hızlı ulaşılabilir kaynak konumundadır. Yüzeysel su kaynaklarının kalitesi bazı fiziksel ve kimyasal parametrelere göre değerlendirilebilir (Demirel, 2009; Özakkoyunlu, 2007; Yu ve ark., 2020).



Şekil 1.1. Dünyada Su Dağılımı (Atçı, 2019)

Tuzlu su Dünyada %97' olup, ve tatlı suyun çoğu, ulaşılması zor olan buzdağları ve buzullardan oluşur. Yeraltı ve yerüstü suları, insanların içme ve kullanma suyu olarak temin edebilecekleri sulardır. Suyun miktarı ve kalitesi yıllara göre, iklim değişikliğinden, nüfus artışına bağlı olarak ihtiyaca göre değişir. Tatlı su kaynaklarının kıtlığı, kaynakların korunması, yenilenmesi ve geliştirilmesi ihtiyacını açıkça göstermektedir. Bugün dünyada göl sayısındaki hızlı artış, göllerin karşı karşıya olduğu bu güçlü talebi doğrulamaktadır (Kumar ve ark., 2021).

En büyük tatlı su depolarından olan yeraltı suları; Dünyada içme suyu, göllerden, nehirlerden ve rezervuarlardan daha fazla su içerir, bunlar kullanım ve sulama amaçlı tatlı su kaynaklarıdır. Yeraltı rezervuarları, yağış, akarsu ve göl gibi yüzeysel su kaynaklarından beslenir. Ek olarak, yeraltı suyu, aşırı sulama suyundan, kanal sızıntısından veya yeraltı rezervuarlarına çeşitli şekillerde enjekte edilen sudan yapay olarak doldurulabilir. Yeraltı suyu kaynaklarının bozulmasının temel nedeni tuzlanma yani çeşitli faktörlerin neden olduğu tuz içeriği artmıştır. Eğer, suyun

nitelikleri bilinirse ileride meydana gelebilecek tuzluluk sorunlarının önünün alınması daha kolaylaşmaktadır (Karadavut, 2009; Hatvani ve ark., 2018).

1.1. Çalışmanın Amacı

Tez çalışmamızda Şanlıurfa ili Bozova ilçesi 2 ve 3 km mesafede bulunan Büyük ve Küçük göllerinin su kalitesinin zamansal olarak değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır. Her bir gölde beşer olmak üzere toplam 10 numune alma istasyonu belirlenerek, bu istasyonlarda aylık numuneler alınıp alanda ve laboratuar ortamında analiz edilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirilerek ve göllerin aylık ve mevsimsel kalite değişimin yanı sıra çevresinde bulunan alanlardan kaynaklanabilecek kirlenme türleri belirlemektir. Böylece her iki gölün su kalitesinin değişiminin belirlenmesi hedeflenmekteydi. Su kaynaklarının korunmasının ne kadar önemli olduğu bilinmektedir. Göllerin kullanım amaçları giderek azalmaktadır. Doğal özellikleri bozulmaktadır. Çalışma sonunda söz konusu Büyük ve Küçük Gölü'nün doğal su kalitesini değerlendirerek, gölün önümüzdeki yıllarda da yararlı kullanımının kirletici kaynaklar ve olası tehlikeler göz önüne alınarak mevcut kalitesinin korunmasına ve eğer gerekirse iyileştirilmesi için gerekli stratejilerin belirlenmesine yardımcı olabilmektir. Göllerin kirliliğini belirlemek ve eğer kirlilik kaynağı oluşturan faktörleri varsa bunları belirlemek ve ötrofikasyona dayalı kirlenme ve bozulmasının sebepleri belirlenerek çözüm önerileri sunulmuştur. Göllerin korunması için atılacak adımlara bilimsel bir dayanak oluşturması ise en büyük temennimizdir.

1.2. Çalışmanın Anlam ve Önemi

Bu göllerin su kalite değişimlerinin incelenmesi hem su canlıları açısında hem de göllerdeki sürdürülebilirlik açısından önem taşımaktadır. Söz konusu göller kirliliğe maruz kalarak doğal özelliklerini kaybedebilmektedirler. Su kalite değişiminin incelenmesi ve kirletici kaynakların belirlenmesi ve değerlendirilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle yapılan bu çalışma ile söz konusu göllerin özelliklerinin yitirilmesi nedenleri belirlenerek ve ilgili kurumlara çözüm önerilerinin

sunulması hedeflenmektedir. Burada su kalitesini etkileyen faktörler araştırılıp önlem almasını sağlanmıştır.

1.3. Genel Bilgiler

1.3.1. Su kaynakları ve kalitesi

Ekonomik kalkınma ve nüfus artışına bağlı olarak artan su talepleri ile birlikte, su kaynakları dünyanın birçok bölgesinde aşırı sömürülmekte ve aşırı kullanılmaktadır. Su kaynakları yönetimi, yüzyıllar boyunca yerli topluluklar tarafından uygulanmaktadır. Bir kaynak olarak su, dünyadaki grupların ve toplulukların kültürünü ve kimliğini beraberinde taşır (Ye ve ark., 2021). Son yıllarda, insanlar iklim değişikliğinin ve insan faaliyetlerinin su kaynakları sistemi üzerindeki etkisine giderek daha fazla dikkat edilmektedir. Bu amaçla, sürdürülebilir su kaynakları yönetimi, eş zamanlı olarak su kalitesini, su miktarı ve su ekosistemleri aynı anda değerlendirmelidir. Su kaynaklarının kalitesini suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini yansıtan göstergeler olarak tanımlamalıdır. Doğadaki herhangi bir organizmanın yaşamı su kaynaklarına bağlıdır. Su kaynağı, ekolojik değeri ve ekonomik değeri olan, yararlanılabilen ve kullanılabilen sınırlı bir kaynağı ifade eder. Bir ekosistemin dengesini koruyabilir ve sosyal ekonominin gelişimini teşvik edebilir. Su kaynaklarının kötüye kullanılması ve insan kaynaklı kirlilik faktörleri gibi çeşitli nedenlerle sağlıklı, temiz ve içilebilir su kaynakları giderek azalmaktadır. Bu kaynaklardan içme suyu, sulama ve rekreasyon amaçlı göl sularının kalitesinin bozulması günümüzde önemli bir sorundur ve kirlilik giderek daha ciddi hale gelmektedir. Göllerde, göletlerde veya akarsularda olsun, iyi bir fiziksel ve kimyasal parametre analizi ile suyun deniz ve vahşi balıkçılık için uygun olup olmadığı belirlenebilir (Yao ve ark., 2021).

Su kalitesi; sucul türlerin kompozisyonunu, verimliliğini, bolluk koşullarını ve fizyolojik koşullarını etkiler ve çevrenin sürekli alım özelliği nedeniyle çevre

kirliliğinden daha çok etkilenirler. Bu kirlilik sadece içindeki organizmaları olumsuz etkilemekle kalmayacak, bu yan etki besin zinciri vasıtasıyla insanlara da bulaşacaktır (Yılmaz, 2004). Su kalitesi, insanlar için hem sağlığa hem de hastalık durumuna önemli katkı sağlayan bir unsur olarak kabul edilir. Bir bölgedeki yüzey suyu kalitesi, doğal süreçlerden ve antropojenik faaliyetlerde büyük ölçüde etkilenmektedir. İnsan faaliyetlerinin, su kaynaklarının artan kullanımına ilave olarak atmosferik kirlilik, atık deşarjlar, tarımsal kimyasalların kullanımı yoluyla yüzey suyu kalitesini etkilemektedir. Bu, su ekosistemleri üzerinde büyük bir baskı yaratarak su kalitesi ve biyolojik çeşitliliğin azalmasına, kritik habitatların kaybolmasına ve halk sağlığı ve yaşam kalitesinde düşüşe neden olmaktadır (Zhao ve ark., 2012).

Su kalitesi, göllerin oynadığı ekolojik işlevlerin temel bir yönüdür. Bununla birlikte, sanayileşmenin ve nüfusun hızlı büyümesi nedeniyle, göllere büyük miktarlarda atık su boşaltılmakta, bu da su kalitesinin bozulmasına ve biyolojik çeşitliliğin azalması, ve alg patlamaları içme suyu kıtlığı gibi ciddi ekolojik sorunlara yol açmaktadır. Bu nedenle, su kalitesinin korunması hem toplum ve halk sağlığı açısından hem de akademik araştırmalar açısından önem arz etmektedir (Roy ve ark., 2019). Su kalitesi yalnızca atık su girişlerinin miktarı ile değil, aynı zamanda yakından göl hidrolojik koşulları ile ilgili olan Su deşarjı, askıda çökelti deşarjı, su seviyesi ve akış hızı gibi hidrolojik faktörler, göl suyu besinlerinin konsantrasyonlarını önemli ölçüde etkileyebilir (Geng ve ark., 2021).

1.3.1.1. Su kalitesini etkileyen faktörler

Su kirliliğinin neden olduğu insan ve ekolojik güvenlik sorunları da önemlidir. Atık suların yasa dışı deşarjı, hammaddelerin kazara sızması ve zayıf su yönetimi veya izlemesinden kaynaklanan su kirliliği olayları su kalitesi güvenliğini ciddi şekilde etkilemiştir (Tang ve ark., 2021). Tatlı su kütleleri, özellikle birçok nehir, göl, gölet ve sulak alana sahip ülkelerde ekolojik ve ekonomik faaliyetleri büyük ölçüde destekler. Özellikle endüstriyel atık sular, ötrofikasyon, çöp dökümü, kötü drenaj ve su kalitesini ciddi şekilde etkileyen iklim değişikliği nedeniyle göl suyu

ciddi şekilde kirlenmiştir. Bu nedenle, su kalitesinin zaman içinde izlenmesi ve değerlendirilmesi, ekosistem üzerindeki olumsuz etkiyi en aza indirmek ve değerli su türlerinin korunmasına büyük ölçüde yardımcı olmak için çok önemlidir (Dhivyaprabha ve ark., 2021)

1.3.2. Göllerin su kaynağı olarak kullanımı

Ülkemizin doğal kaynakları giderek daha fazla kirleniyor. Her geçen gün tüketilmesi gereken su miktarı arttıkça mevcut su kaynaklarının önüne yapay bariyerler kurulmakta ve göl alanı içme ve sulama gibi farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Yapay göllerin kentsel yerleşimlerin çevresinde yer alması, fiziksel nedenlerden kaynaklanan ekolojik sorunları da beraberinde getirmektedir. Göller, yalnızca onları doğrudan çevreleyen insan popülasyonlarına değil, aynı zamanda daha geniş bölgesel ve küresel ölçeklerde ekosistem hizmetleri sağlar. Bu hizmetler su temini, rekreasyon, dağıtım ve sosyo kültürel ve dinlenme için değerli kaynaklardır. Göl su kaynakları tarımsal, endüstriyel ve evsel kullanım amaçlı taleplerin karşılanmasında en hızlı ulaşılabilir kaynak konumundadır. Fiziksel ve kimyasal parametreler esas alınarak yüzey su kaynaklarının kalitesi değerlendirilebilir.

Doğal ve yapay göller içme ve kullanma amaçlı su temininin büyük bir kısmını sağlar. Ayrıca tarımsal sulama, sanayide kullanma, ürünlerin yetiştirilmesinde kullanırlar. Örneğin, gelişmekte olan ülkelerdeki çoğu insan tarafından elde edilen proteinin dörtte biri tatlı su balıklarından gelir. Ayrıca ulaşım, turizm, eğlence, enerji üretimi, taşkın kontrolü gibi farklı amaçlarla da kullanılmaktadırlar. Ek olarak kentsel ve endüstriyel atıkların uzaklaştırılmasında da kullanılırlar. Ayrıca biyoçeşitlilik için gereklidir. Örneğin balıkların üçte biri göllerde yaşamaktadır (El-Magd ve ark., 2021; Dede, 2009; Jenny ve ark., 2020).

1.3.3. Göller ve göllerin kirlenmesi

Göller en önemli tatlı su rezervlerinden biridir; Okyanusla doğrudan herhangi bir alışverişi olmayan iç su kütleleridir. Göl ekosistemi, su kütleleri de dahil olmak üzere fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerden oluşur. Göller, yeraltı suyu akışı ve yüzeysel sularlın akış sızma sonucu su kütlelerini artırırlar. Göllerdeki su az tuzlu tatlı olabilir. Ayrıca yer yer köpüklü koşullar olabilirler. Göllerin kimyasal bileşim, iklim koşullarına, besin kaynaklara, gölün bulunduğu arazinin yapısına, gölün çapına ve derinliğine, bağlı olarak değişebilir. Göller Sığ veya derin, kalıcı veya geçici olabilirler. Göller, ekosistem dinamiklerinin incelenmesi için mükemmel habitatlardır: biyolojik, kimyasal ve fiziksel süreçler arasındaki etkileşimler genellikle karadaki veya havadakilerden nicel veya nitel olarak farklıdır. Türkiye gölleri ülke su kaynakları açısından önemli statüsünün yanı sıra, gerek morfoloji ve hidroloji açıdan da farklı özelliklere sahiptir. Göl oluşumu, suyun kimyasal ve morfometrik (derinlik ve boyut gibi) özellikleri açısından farklılık gösteren göller, bu yönleri ile birçok araştırıcı tarafından incelenmektedir. Ülkemizdeki göller önemli su kaynakları potansiteli olarak yer almaktadır. Uygun hidrojeokimyasal özelliklere sahip olan göller tatlı su kaynağı potansiyeli açısından önemlidir (Bhateria ve ark., 2016; Özatlar, 2019; Kurttaş, 2017).

Rastgele katı atık boşaltma, evsel faaliyetler, kanalizasyon, yağmur suyu akışı, endüstriyel atıklar ve toprak erozyonu göllerin su kalitesini düşürür. Sonuç olarak, göl suyu giderek daha fazla kirleniyor, bu da balık üretiminin azalmasına neden olmaktadır. Göl kirliliği, antropojenik faaliyetler nedeniyle dünya çapında artan bir çevresel endişe haline gelmektedir (Ravikumar ve ark., 2013).

Gölleri kirleten antropojenik ve çevresel faktörler gölleri yeterince kirletmektedir. Sanayi faaliyetleri, yanlış tarımsal uygulamalar, artan su kaynakları tüketimi, çarpık kentleşme, atıksuların arıtılmadan deşarj edilmesi, gölleri etkileyen atropojenik faktörlerdir. Çevresel değişikliklerden ve insan faaliyetlerinden tatlı su biyoçeşitliliğine yönelik artan tehditler, biyolojik topluluklar ve çevreleri arasındaki bağlantıları anlama ihtiyacını vurgulamaktadır. Küresel ısınma,yağış girdilerindeki değişiklikler, erozyon, kabuklu malzemelerin ayrışması meteorolojik faktörler göller üzerinde büyük baskı yapan çevresel faktörlerdir (Mao ve ark., 2021).

Antropojenik veya çevresel kaynaklardan besin zenginleştirme sürecini ve su kütlelerinin trofik durumlarındaki müteakip değişiklikleri ötrofikasyon olarak tanımlanır. Ötrofikasyon, su ekosistemlerini ciddi şekilde bozan küresel bir sorundur. Bu fenomen, noktasal ve noktasal olmayan kirlilik kaynaklarından kaynaklanan besinler (esas olarak N ve P) nedeniyle dünyadaki tatlı su kütlelerini (göller ve nehirler gibi) etkilenmektedir. Giderek hızla gelişen teknoloji, artan nüfus, bu durumda en sık karşılaşılan ekolojiksorun ötrofikasyondur. Temel besin maddeleri olan azot ve fosfor nütrientlerin yüklü oranda girişi ile oluşan gelen göl ötrofikasyonu, su kalitesinin ve canlı yapısının bozulmasına, istenilen amaç için kullanımının zorlaşmasına ve biyoçeşitliliğin azalmasına sebebiyet vermektedir. Ayrıca yaygın ekolojik sorunlar ve insan kaynaklı ötrofikasyon meydana gelebilir. Bunların arasında en yaygın ekolojik sorun, insan kaynaklı ötrofikasyondur. Dünya çapında ötrofikasyon yoğunlaşması, göl su kalitesi bozulmalarının en önemli nedenlerinden biridir. Göl çevresindeki yerleşimler, bilinçsiz tarım faaliyetlerinin etkisi ve bazı zamanlarda göl çevresine dökülen evsel çöpler, göldeki kirliliğin giderek artabileceği ve tür çeşitliliğinin azalabileceği endişelerini artırdı. Göller de ötrofikasyona neden olan kirliliği ve bunların suya etkileri çalışmalarında fiziksel kimyasal ve biyolojik su kalite parametrelerinin değerlendirilmesi açısından önem taşır (Das ve ark., 2021).

Ötrofikasyon sorunu sığ ve derin göllerde farklılıklar gösterir. Sığ göllerde sıcaklık tabakalaşması azdır. Su karışımı daha sıktır. Sediment çökelmesi daha fazladır. Bu durumlar sığ göllerin yapısını karmaşık hale getirir. Derin göllerde ise sıcaklık tabalaşması daha fazladır. Su karışımı nispeten daha azdır. Ötrofikasyon su ortamındaki fiziksel kimyasal ve biyolojik parametrelerini, göldeki su yaşamını (su ürünleri, su bitkileri) etkiler. Özellikle sığ göllerde daha belirgindir (Tong ve ark., 2021).

1.3.4. Kirletici kaynaklar (noktasal kirlilik kaynağı, noktasal olmayan kaynaklı kirleticiler

Noktasal kirlilik kaynağı, tanımlanamayan tek bir kaynaktan kaynaklanan kirliliği ifade ederken, noktasal olmayan kaynaklı kirlilik birçok dağınık kaynaktan kaynaklanan kirliliği tanımlamaktadır.

1.3.4.1. Noktasal kirlilik kaynağı

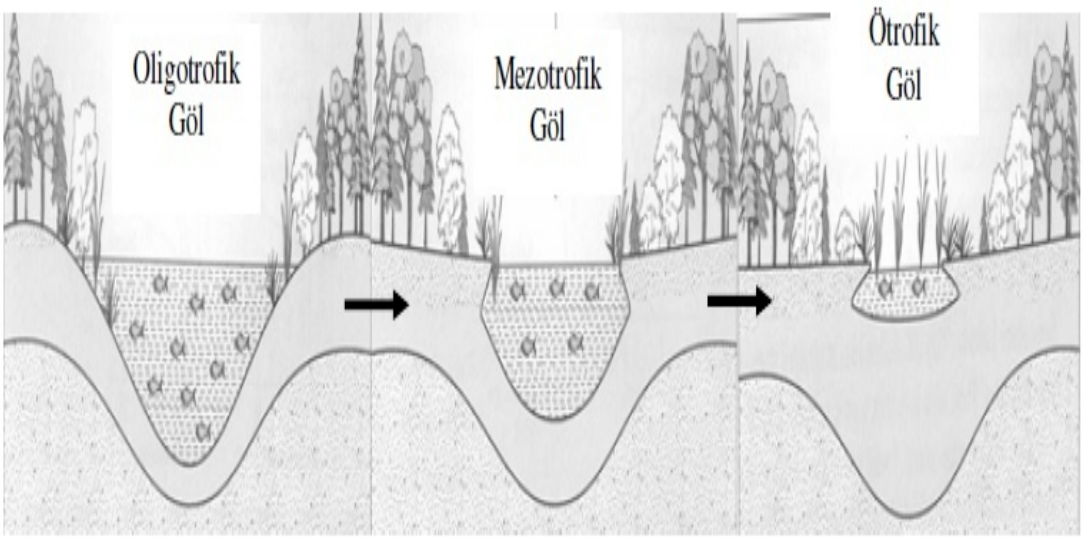
Noktasal kirlilik kaynağı, Yüzey su kaynaklarına bitki besin maddesi karışmasına sebep olan kirleticiler evsel ve endüstriyel atıksular su kütlesine boşaltıldığı boru ve deşarj gibi belirli herhangi bir kirlilik kaynağını ifade eder. En büyük kaynağı çeşitli işletmelerden deşarj edilen atıksulardır. Atıksu deşarjı her hangi bir arıtma yapılmadan göllere deşarj edilmektedir. Tarım alanlarının Besin maddeleri, tarım ilaçları ve endüstriyel atık suların bu kanallara deşarj edildiği alanda gübreleme ve tarımsal ilaçlama nedeniyle sulamadan dönen yüzey suları ve içeriğinde bulunan tarımsal gübre ve ilaçlar nedeni ile noktasal kirlilik kaynağı olarak değerlendirilip izlenmiştir. Meteorolojik, iklimsel, coğrafi ve jeolojik koşullara bağlı olan taşınma ve dönüşüm reaksiyonları ile alıcı ortamlara ulaşmaktadır (Rahman ve ark., 2021).

1.3.4.2. Noktasal olmayan kaynaklı kirleticiler

Noktasal olmayan kaynaklı kirleticiler kentsel akıştan, tarımsal atık deşarjından, bitki ve hayvan kalıntılarının çürümesinden ve mineral kayaların tanımlanması zor olan doğal ayrışmasından gelir. Meteorolojik, iklimsel, coğrafi ve jeolojik koşullara bağlı olan taşınma ve dönüşüm reaksiyonları ile alıcı ortamlara ulaşmaktadır. Ayrıca, yüzey akışı, yağış ve yer altı suyu akışının mevsimsel değişimleri kirleticilerin konsantrasyonunu değiştirir. Bu nedenle, noktasal ve noktasal olmayan kaynaklar yoluyla gerçek katkı, göl su sistemlerini kirletmeye yönelik mevsimsel olarak değişebilir. Bu nedenle, mevsimsel değişimi ile su kalitesinin değerlendirilmesi ve kirletici kaynaklarının belirlenmesi, göl suyu kirliliğini kontrol etmek için bir yönetim stratejisi geliştirmek esastır (Haksevenler, ve ark., 2021).

1.3.5. Göllerde su döngüsü

Göllerin doğal yaşam döngüsü zaman içerisinde değişerek genç, orta ve yaşlı gölleri meydana getirir. Öncelikle göl kıyısındaki ağaçlar ve diğer su bitkileri göllerde organik kalıntılar bırakacaktır. Bunlar göldeki organizmalar için karbon kaynağı haline gelir. Bu, göllerin dibinde kök salmış su bitkileri geliştirir. Ayrıştıklarında sazlık, çimenlik, saman, kofa ve kilis için yeni bir yaşam alanı oluştururlar. Göller küçüldükçe, üretkenlik arttıkça ve anaerobik veya hipoksik hale geldikçe göl ekosistemleri önemli değişikliklere uğrar. Şekil 1.2.' de görüldüğü gibi göl yerleştikçe gölün suyu çekilmiş ve kıyı karaya dönüşmüştür. Göl nemli bir çimene, sonra bataklığa ve ardından ağaçlık bir çayıra dönüşüyor (Dede, 200).



Şekil 1.2. Göllerin hayat döngüleri (Dede, 2009)

Oligotrofik göller: Düşük besin içeriğine sahiptirler. Dolayısıyla düşük birincil üretkenlik daha azdır. Alg üretimi nispeten düşüktür. Çözünmüş oksijen içeriği yüksektir. Oksidasyona neden olan kirletici parametreleri düşüktür. Su kalitesi içilebilir özelliklere sahiptir. Bu göller daha berrak ve kaliteli göl sularıdır.

Mezotrofik göller: Orta düzeyde üretkenliğe sahip göller. Bu göller genellikle berrak su gölleri ve batık su bitkileri yataklarına ve orta düzeyde besin maddelerine sahip havuzlardır. Ötrotrofik göller ile oligotrofik göller arasında yer alan göllerdir. Hipolimnion tabakasında çok fazla oksijen tüketmesine rağmen, yine de aerobik koşulları sağlayan göller olup, alg çiçeklenmesi yoktur. Su kalitesi bozuktur.

Hiperötrofik göller: Hiperötrofik göller, 3 fitten daha az bir görünürlük derinliğine sahiptir; 40 lg/l'den fazla toplam klorofil ve 100 lg/l'den fazla fosfor içerirler. Aşırı alg patlamaları ayrıca oksijen derecesini önemli seviyede azaltabilir ve yaşamın yüzeyin altında ölü bölgeler oluşturarak daha düşük derinliklerde çalışmasını engelleyebilir.

Ötrofik göller: Genellikle su kütlesine su bitkileri veya alglerin hakimiyeti söz konusudur. Su bitkileri hakim olduğundan dolayı suyun bulanıklığına sebep olmaktadır. Algler fototez yapar ve bu sularda yaşayanlara ve biotaya yıldırım sağlar. Bu göller, günlük kullanımlardır. Ötrofikasyon aşaması, çevre üzerindeki insan etkisiyle veya doğal olarak gerçekleşebilir. Bu göller, sık ve şiddetli tahriş edici alg patlamaları ve düşük şeffaflık ile karakterize edilen, besin açısından zengin göllerdir (Bhateria ve ark., 2016).

1.3.6. Göl restorasyon programları

Göl restorasyonu, bir gölü antropojenik olarak bozulmamış koşullara geri döndürmeyi veya daha yakına getirmeyi amaçlayan farklı teknikler için kullanılan geniş bir terimdir. Genellikle göl restorasyonu göl içinde kullanılan yöntemleri ifade eder, ancak bazen iyileştirilmiş atık su arıtımı ile dış besin yüklemesinin azaltılması gibi göl dışında alınan önlemleri de ifade eder (Goodier, 2013).

Genel olarak sığ gölleri restore etmek önemli bir önlemdir, ancak bitkiler çok bol olursa, tekne gezintisi ve yüzme için sıkıntıya neden olabilir ve su akışını engelleyebilir göl restorasyon programlarında bazı tedbirlerle birlikte havzadan fosfor yüklenmesinin azaltılması, sedimandan iç fosfor çözümünü durdurmak için

dip çamurun çıkartılması veya hidrolojik izolasyon yer almaktadır. Balık stoklarının en az % 75 oranında azaltılması şeklinde yapılan biyomanipülasyon en başarı tedbir olduğu sonucuna varılmıştır. Berrak su durumunun korunmasını sağlayan bazı etkenler tespit edilmelidir. Çoğu durumda, en az % 25 oranında su içi bitki örtüsünün iyileşmede önemli bir etken olduğu ortaya çıkarılmıştır (Yağcı, 2010).

1.3.6. Su kalitesi üzerine etki eden fizikokimyasal parametreler

Sıcaklık

Sıcaklık suların biyolojik yapısı ve fizikokimyasal evolüsyonunda rol oynayan önemli bir fiziksel faktördür. Göl suyu sıcaklığı, gölün fiziksel özellikleri, kimyasal reaksiyon süreçleri, biyolojik çeşitlilik ve hidrodinamik olaylar hakkında makul bir açıklama sağlamaya yardımcı olan önemli bir göstergedir. Göl suların sıcaklığı gölün derinliğine, alanına, mevsimlere, coğrafik konumuna, içinde bulunan erimiş madde miktarına göre değişmektedir. Dış doğal çevre değişikliği göl ekolojik çevresini dolaylı olarak etkiler ve bu da gölün iç ortamının değişmesine neden olur (Zhu ve ark., 2020).

Küçükyılmaz ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada, Elazığ'da Fırat Nehri üzerinde bulunan Karakaya Baraj Gölü'nün su sıcaklığının 7.1-29.7 santigrat derece arasında olduğunu, temmuz ayında en yüksek sıcaklığı gösterirken, en düşük sıcaklığın ise ocak ayında olduğunu belirttiler. Sıcaklık açısından termal kirlilik olmadığını, sadece mevsimsel değişiklikler olduğunu vurguladılar.

Zhao ve ark. (2012) yürütülen çalışmada, Baiyangdian Gölü su sıcaklıkları, yaz aylarında daha yüksek değerler (29,0- 33,2°C) ve kış mevsiminde daha düşük değerler (0,5-2°C) ile karakteristik bir yıllık döngü göstermiştir. Toplanan su numunelerinin pH değerleri, USEPA'nın su kalitesi için izin verdiği 6-9 sınır aralığında, 7.6-8.6 arasında değişmektedir.

Elektriksel iletkenlik

Suyun elektriksel iletkenliği sudaki mineral ve tuz oranı hakkında bilgi vermektedir. Suyun iletkenliği arttıkça su olma özelliğini de kaybetmektedir. Doğal su çok seyreltik bir tuz çözeltisi olduğundan elektriği iletebilirler. Bir tuz çözeltisinin elektrik akımını iletme yeteneği, çözünmüş tuzun türüne ve miktarına bağlıdır (Shenogin ve ark., 2020).

Kimyasal oksijen ihtiyacı

Kimyasal oksijen ihtiyacının (KOİ) su izleme parametresi, sulu sistemlerdeki organik kirliliği değerlendirmenin evrensel bir yoludur. KOİ, atık suda bulunan organik kirleticinin derecesini gösteren etkili bir göstergedir. Yüksek KOİ'li atık su, reçine değişim sisteminin performans verimliliğinin azalması, mikrobiyal üremenin teşvik edilmesi ve bir su kütlesinin ekosistemine ciddi zarar verilmesi gibi çeşitli olumsuz etkilere neden olur. KOİ, kirlilik saptama çalışmalarında en çok kullanılmakta olan kolektif bir parametredir. Analiz sonucunda, 1m3 sudaki organik maddenin, asit ortamda K2Cr2O7 ile oksitlenmesi için tüketilen oksijen miktarıdır (Fang ve ark., 2021; Noor ve ark., 2021; Ertürk, 2005).

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı

Aerobik koşullar altında sudaki organik maddeleri parçalamak amacı ile mikroorganizmaların ihtiyaç duyduğu oksijen değeri olarak ifade edilir. Toplam biyolojik olarak parçalanabilen organik madde miktarını gösteren parametrelerden biridir. Biyolojik oksijen ihtiyacı testinde, kanalizasyon ve endüstriyel atıkların organik yükünün kirlilik derecesi, eşdeğer oksijen içeriğine göre belirlenir. Sudaki BOİ miktarı; suda parçalanabilen organik maddenin konsantrasyonuna, mikroorganizmaların doğası, miktarı ve adaptasyonu, mikroorganizmaların besin maddelerinin doğası ve miktarı, sıcaklığa, ışık ve toksik etkisine sahip birçok faktörlerden etkilenmektedir (Sönmez, 2016).

Toplam azot ve toplam fosfor

Toplam azot; Su kirliliği durumunda, nitrojen içeren maddeler genellikle aranacak ilk kirletici elementtir. Azot, doğal olarak dolaşan ve farklı bileşikler oluşturan bir maddedir. Neredeyse tüm canlı hücrelerin farklı oksidasyon seviyelerinde hayatta kalması ve üremesi için gerekli bir besindir. Fosfor gibi azot da mikroorganizmaların büyümesinde besin olarak çok önemlidir. Azot, su kaynaklarında istenmeyen alg gruplarının ötrofikasyonuna neden olur (Tülek, 2006).

Toplam fosfor; Doğal suyun verimini etkileyen en önemli besin mineralidir. Özellikle ototrofik ve heterotrofik organizmaların büyümesi üzerinde sınırlayıcı bir etkiye sahiptir. Doğal su kütlelerindeki toplam fosfor konsantrasyonu; bu, havzanın morfolojisine, bölgenin jeolojik yapısının kimyasal bileşimine, organik madde ve suyla, özellikle deterjanlarla karıştırılmış evsel atıkların varlığına ve suda bulunan organik metabolizmaya bağlı olarak toplam fosfor değeri değişmektedir (Dinçer, 2014).

Tuzluluk

Tuzluluk suyun yoğunluğunu arttırdığından, tuzlu su sığ yüzeyin altında kalır. Oluşum yoğunluğu nedeniyle bu, gölün tamamen karışmasına karşı güçlü bir direnç oluşturur. Bu nedenle, aynı sıcaklıkta tabakalaşma, tatlı su göllerinden daha fazla rüzgar enerjisi gerektirir (Fakıoğlu, 2014).

Borzenko, (2021). Yürütülen çalışmada Soda Gölü Borzinskoye göl sularının tuzluluğu 343 g/L'ye ulaşılmıştır. Tuzluluk gibi yıl boyu değişmeyip 0,2 ve 0,3 ppt ölçülmüştür. Buharlaşmanın fazla olduğu yaz mevsiminde tuzluluk değerleri artmış ve 0,3 ppt olarak kaydedilmiştir. Farklı ayların göl suyunun tuzluluk değeri 0,2 ppt olarak kaydedilmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Göllerin su kalitesi yağış, akış ve çevre kaynaklı kirleticiler gibi birçok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir. Hem mevsimsel değişimler hem de zaman bazında değişimler söz konusudur. Göllerin su kalitesi belirlenmesi konusunda birçok çalışma mevcuttur. Türkiye ve dünyadaki birçok gölün su kalitesi belirlenmiş ve değerlendirilmiştir. Burada birkaç örnek çalışma ile ilgili bilgiler aşağıda verilmektedir.

Minareci ve Sungur (2019), İzmir ili Selçuk ilçesi sınırlarında bulunan Akgöl ve Gebekirse göllerin fiziko-kimyasal özellikleri araştırılmış ve su kalitesi açısından sınıflandırılmıştır. Çalışma sonucunda her iki gölün su kalitesinin birinci sınıf sulama suyu olduğu belirtilmektedir.

Ünlü ve ark. (2008), Elazığ sınırları içerisinde yer alan hazar gölünde gölün su kalitesini belirlemek amacıyla fiziko-kimyasal parametreler incelenmiştir. Su kirliliği kontrol yönetmenliği sınıflandırılmasına göre göl suyunun birinci ve ikinci sınıf su kalitesi olduğu belirlenmiştir. Ancak toplam fosfor açısından suyun kalitesinin dördüncü sınıf su kalitesi olduğu belirtilmiştir.

Mutlu ve ark. (2013), Sivas ili Hafik ilçesi sınırlarından bulunan kuru gölün sularının bir yıl boyunca su kalitesi incelenmiş su kirliliği kontrol yönetmenliği su kaynakları sınıflandırılmasına göre gölün su kalitesinin 1-3 sınıf su kalitesi arasında değişim görülmüştür.

Başaran ve Egemen (2006), Orta Toroslarda bulunan Eğrigölde mevsimsel olarak fiziko-kimyasal parametreleri incelenmişlerdir. Yapılan incelemede göl suyunun 11.7 mg/L gibi yüksek çözünmüş oksijene sahip olduğu belirlenmiş ve gölün su kalitesi açısından birinci sınıf su kalitesi grubu girmiştir.

İleri ve ark. (2014), Marmara denizinin güneyinde bursa sınırlarının içerisinde yer alan Uluabat gölü su kalitesi değerlendirilmesi amacıyla fiziko-kimyasal parametreler bölgesel ve zamansal incelenmiş özellikle AKM ve nitrat dışındaki tüm parametrelerin yıl boyunca değişim göstermiştir.

Weerasingghe ve Handapangoda. (2019), Sri lanka da colombo ilinde doğu beira bölgesinde bir kent gölü olan beira gölünün su kalite parametreleri incelenmiş ve gölde kirlilik haritaları çizilmiştir.

Tepe (2009), Bu çalışma, Hatay İli, Reyhanlı İlçesi, Yenişehir Gölü'nün su kalite özelliklerinin belirlenmesini amaçlamış ve sonuçlar, Yenişehir Gölü'nde aylık meydana gelen su kalitesi parametrelerindeki değişimler göstermiştir. Reyhanlı Yenişehir Gölü Su kalitesini etkileyen fiziksel ve kimyasal parametrelerin gölün ekosistemine zarar vermeyeceğinden gölde herhangi bir kirlilik probleminin olmadığı görülmüştür.

Abdel-Baky ve ark. (1998), Mısır'da bulunan Manzala Gölü'ndeki su ve tortu örneklerin ağır metal içeriği ve kimyasal parametrelerini incelediler. Tortudaki ağır metal içeriği sudakine göre daha güçlü olduğu görülmüştür. Ağır metallerin sudaki ve tortudaki konsantrasyon düzeylerini sırasıyla Zn>Pb>Cu>Cd olarak sıraladılar. İncelenen metal konsantrasyonu numune alma noktaları arasında önemli ölçüde değişmese de, önemli mevsimsel değişiklikler sergilenmiştir.

Alpaslan ve ark. (2013), Malatya ili Hekimhan ilçesi Güzelyurt ilçesi sınırları içinde Beşpınar Çayı üzerindeki Güzelyurt baraj gölü suyunun bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla su kalitesi değerlendirilerek değiştirilmiştir. su kalitesi parametrelerinin analiz sonuçları, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (WPCR) tüm parametrelerine göre su kalitesinin Sınıf I su kalitesi olduğunu göstermektedir. Ancak kış aylarında yüzey suyunun dört ay boyunca buzla kaplı olduğu, yazın ise sıcaklığın alabalık yetiştiriciliğine uygun olmayan yüksek değerlere ulaştığı Baraj Gölü'nde kafes alabalık yetiştiriciliği için büyük risk teşkil etmektedir.

Taş (2011), Şubat 2005 ve Ocak 2006'ya kadar Orta Karadeniz'de (Ordu) Boraman Nehri Havzasında bulunan Gaga Gölü'nün yüzey sularının fiziksel ve kimyasal özellikleri mevsimsel olarak incelenmiş ve su kalitesine göre sınıflandırılmıştır. İç su kaynaklarının kalite standartlarına göre, analiz sonuçları Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (WPCR) ve içme suyu ve kamu kullanma suyu standartları (EC, WHO, EPA, TS 266) ile karşılaştırıldığında genellikle I olarak belirlenir. Ötrofikasyon sınırını aşmamıştır.

Şanlıurfa ili Bozova sınırları içerisinde yer alan Bozova Büyük ve Küçük göllerinin bazı fiziko-kimyasal parametrelerinin tespit edilmesi ile ilgili çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu göllerdeki su kalite değişimin incelenmesi önemlidir.

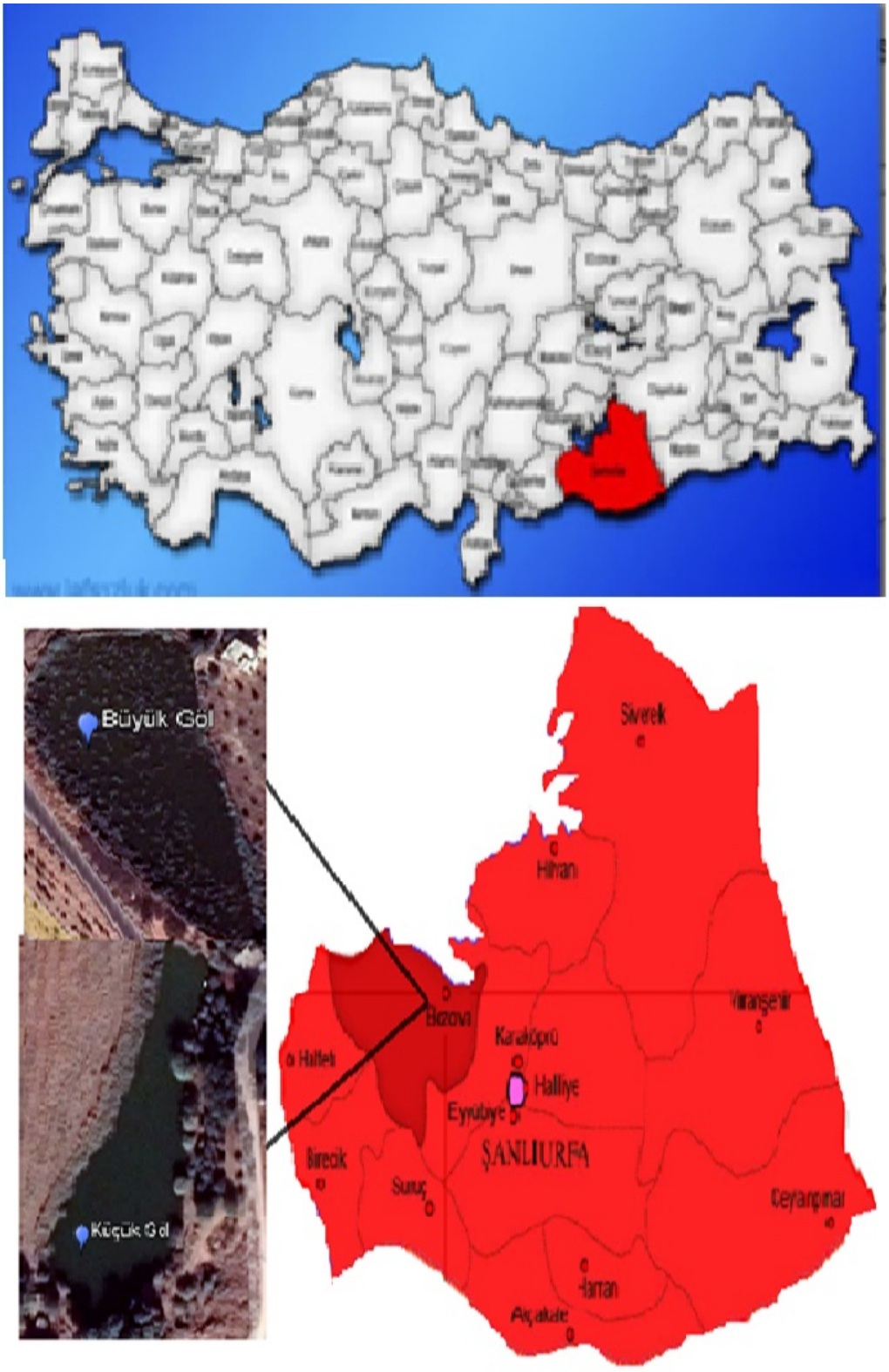
3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma alanının genel durumu

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, yer alan Şanlıurfa Bozova ilçesinin 2 km ve 3 km güneybatısında karstik fay özellikli iki doğal göldür. Büyük bölün hemen 1 km doğusunda küçük göl bulunmaktadır. Gölden taşan sular ise bahçe ve bostanlarda kullanılır. Şanlıurfa karasal iklim hüküm sürer. Yaz mevsiminde çok az yağış olduğundan ve sözü edilen yağışın şiddetli sıcaklık nedeniyle buharlaşmaya maruz kaldığından yaz mevsimi kurak geçer. Kışları ılık ve yağışlı geçer.

Bu çalışmada Şanlıurfa'nın Bozova ilçesine bağlı olan Bozova Büyük ve Küçük doğal göllerin su kalite değişimi incelenmiştir. Çalışma alanının genel bir görüntüsü Şekil 3.1.'de verilmiştir. Büyük gölde numune alma istasyonları Şekil 3.2.'de belirlenmiştir. Ayrıca Küçük gölde de numune alma istasyonları Şekil 3.3.'de belirlenmiştir. Yeraltında kaynayan sular ile beslenen göllerde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerinin bazı fiziko-kimyasal parametreler izlenmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma alanın genel görünümü

Büyük Göl; Yüzeysel su kaynakları arasında kirlenmeye karşı en korumasız alanlardan olan Büyük (kapalı havza) doğal göldür. Göllerin su seviyesi yükseldiğinde çıkan sular taşarak Atatürk Baraj gölüne dökülmektedir. Gölün etrafında çok yoğun olan sazlıklar, bataklıklar, çok yıllık ağaçlar, meyve ağaçları, meralar, tarım alanları ve gölde sazlık alanlar giderek yoğunlaşmakta ve çeşitli canlı türleri için elverişli ortam sağlamaktadır. Tatlı olan gölün suyunda balıklar bulunmaktadır. Bozova yatılı bölge okulu olarak kullanılan kompleksin atık sularıyla fosseptik birikinti alanına dönüştüğünden dolayı, gölün sularından sadece sulama amaçlı yararlanılmaktadır.

Küçük Göl; Küçük göl, Büyük gölün hemen 1 km doğusunda yer alan Küçük göl piknik alanı olduğu için yaz aylarında ve hafta sonları insanlar tarafından çok az da olsa ziyaret edilen bir göldür. Göl etrafı kısmen sazlıklarla çevrilidir, söğüt ve kavak ağaçları bulunmaktadır. Gölden taşan sular ise bahçe ve bostanlarda kullanılır. Son yıllarda yağışların azalmaması nedeniyle tarımsal sulamaya olan ihtiyacın artması sonucu bu civarda açılan sondaj kuyularından elde edilen su nedeniyle yeraltı su seviyesinde düşmelere neden olmuştur.



Şekil 3.2. Çalışma Alanına ait Görüntüler A) Büyük göl ve B) Küçük göl

3.2. Yöntem

3.2.1. Numune noktalarının seçimi

Bu çalışma, Şanlıurfa Bozova Büyük Göl ve Küçük Göl suyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri inceleme amacıyla, su numunelerinin alınması 2020 yılın Şubat ayından 2021 Ocak ayına kadar bir yıl boyunca toplanan numunelerin 12 aylık örneklemeye uygun olan 10 farklı istasyondan alanın tamamını temsil etmesi açısından Yüzey suyu numunelerinde; pH, sıcaklık, ÇO, Eİ, AKM, alkalinite, tuzluluk, KOİ, BOİ, TN, NO_2, NO_3, SO4, TP, TDS gibi fiziksel ve kimyasal parametrelerine bakılmıştır. Numune noktalarından alınan su örnekleri 3 L olacak şekilde bir gün önceden saf sudan geçirilerek yıkanan plastik numune kaplarına alınıp, Şanlıurfa İçme Suyu Arıtma Tesisi Kimya Laboratuarına analiz edilmek üzere gönderilmiştir.



Şekil 3.3. Büyük (A) ve Küçük (B) göllerdeki Numune alma noktaları (earth.google.com, 2021)

3.2.2. Ölçülen ve analiz edilen parametreler

Azot grubu laboratuar ortamında HACH LANGE DR5000 spektrofotmetresinde analiz edilmiştir. KOİ ve alkalinite titrimetrik metotla, AKM gravimetrik metotla ve çözünmüş oksijen Azid Modifikasyonu metodu ile analiz edilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Analiz edilen parametreler ve analiz metotları

Parametreler	Analiz Metotları
Nitrat	HACH metodu
Nitrit	HACH metodu
Sülfat	Spektrofotometrik metot
KOI	Açık Reflaks-Titrimetrik metot
Alkalinite	Titrimetrik metot
Toplam fosfor	HACH metodu
Toplam azot	HACH metodu
AKM	Gravimetrik metot
Çözünmüş oksijen	Azid Modifikasyonu metodu

3.2.3. Çalışma alanında kullanılan cihazlar

Bu çalışmada yerinde ölçülen pH, EC, TDS, tuzluluk, sıcaklık parametrelerinin değerlerini belirlemesinde Hanna HI 9812-5 ve Mettler Toledo marka arazi tipi ölçüm cihazı (Şekil 3.4). kullanılmıştır.



Şekil 3.4. Arazi tipi su ölçüm cihazları A) Hanna HI 9812-5 ve B) Mettler Toledo

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Şanlıurfa, Bozova ilçesi sınırlarından bulunan Büyük ve Küçük Göllerdeki su kalitesi belirlenmesi amacıyla Şubat 2020 - Ocak 2021 tarihleri arasında her ay düzenli olarak ölçüldükten sonra her bir göl alanı için bir yıl boyunca kirletici ve kalite parametreleri araştırılmış elde dilen veriler tablo ve grafikler haline getirilerek değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır. Çizelge 4.1.' de ve Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

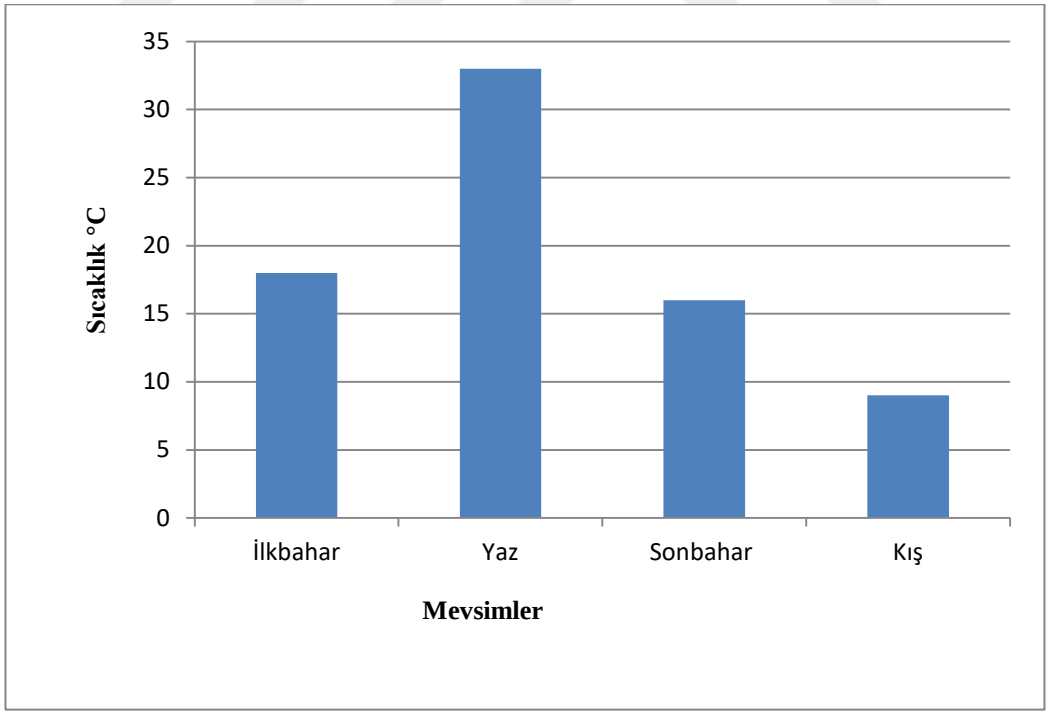
Çizelge 4.1. Büyük Göl'e ait mevsimsel fiziko-kimyasal analiz sonuçları

Parametre	**İlkbahar**	**Yaz**	**Sonbahar**	**Kış**	**Ortalama**
Sıcaklık (°C)	18	33	16	9	19,5
Tuzluluk (ppt)	0,27	0.26	0,29	0,19	0,25
Çözünmüş oksijen (mg/L)	8,56	9,75	9,13	8,92	9,09
Toplam fosfor (mg/L)	0,19	0,06	0,12	0,09	0,11
Toplam azot (mg/L)	5,56	6,37	5,18	5,2	5,57
Nitrat-N (mg/L)	6,9	4,4	8,01	18,1	9,35
Nitrit (mg/L)	0,074	0,012	0,04	0,041	0,041
Sülfat (mg/L)	1	4	11	9	6,25
Alkalinite (mg/L)	170	181	210	170	182,75
AKM (mg/L)	60	6	36	52	38,5
KOI (mg/L)	28	23,4	24	30	26,35
BOI (mg/L)	7,9	12,08	15,9	14,3	12,545
TDS (mg/L)	360	349	180	150	259,75
pH	8,9	6,5	8,2	6,9	7,625
İletkenlik (µS/cm)	360	536	310	330	384

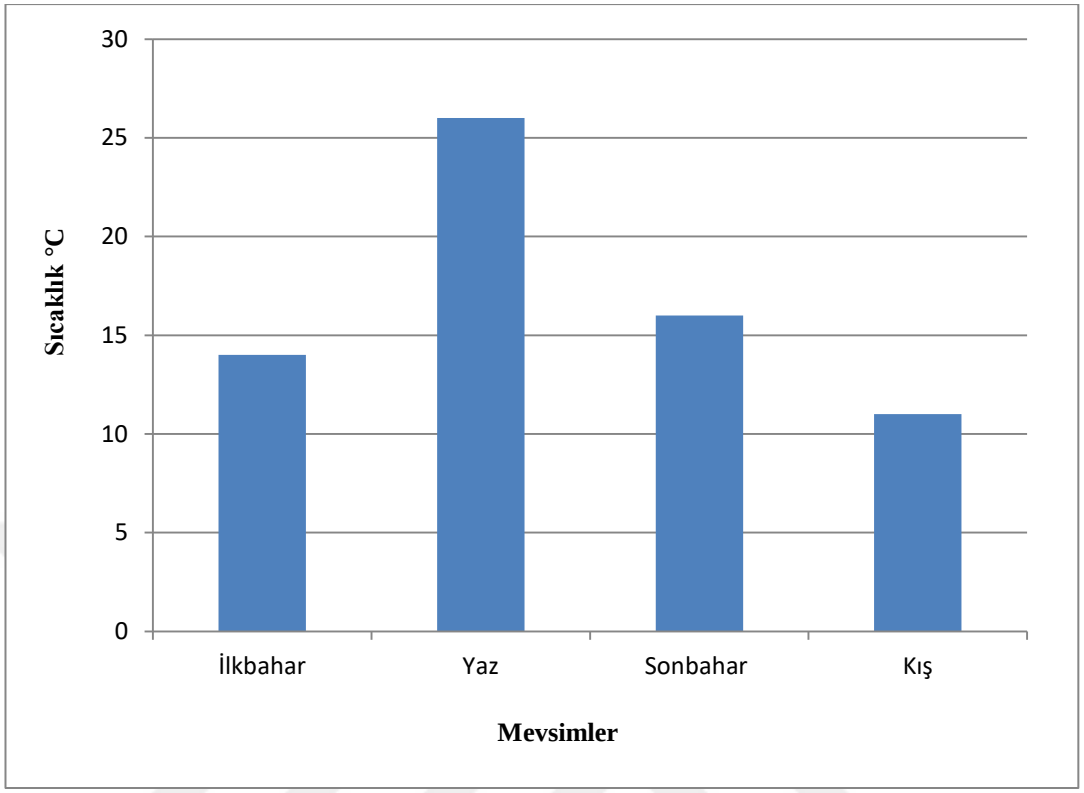
Çizelge 4.2. Küçük Göl'e ait mevsimsel fiziko-kimyasal analiz sonuçları

Parametre	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Ortalama
Sıcaklık (°C)	14	26	16	11	16,75
Tuzluluk (ppt)	0,23	0,29	0,24	0,26	0,255
Çözünmüş oksijen (mg/L)	9,97	9,84	9,78	8,96	9,63
Toplam fosfor (mg/L)	0,16	0,066	0,052	0,108	0,096
Toplam azot (mg/L)	4,66	4,52	5,18	4,85	4,802
Nitrat-N (mg/L)	9,6	0,01	4,8	9,7	6,027
Nitrit (mg/L)	0,09	0,017	0,038	0,089	0,0585
Sülfat (mg/L)	0	4	19	20	10,75
Alkalinite (mg/L)	135	215	159	147	164
AKM (mg/L)	17	9	17	24	16,75
KOI (mg/L)	29	45,12	38	37	37,28
BOI (mg/L)	7,31	15,7	11,6	10,5	11,27
TDS (mg/L)	160	390	220	347	279,25
Ph	8,1	7,8	7,9	8,26	8,015
İletkenlik (µS/cm)	360	605	450	390	451,25

4.1. Büyük ve Küçük Göl Yüzey Suyu Sıcaklığı



Şekil 4.1. Büyük Gölün mevsimlere göre sıcaklık değişimi



Şekil 4.2. Küçük Gölün mevsimlere göre sıcaklık değişimi

Araştırma süresince Büyük Göl ve Küçük Göl üzerinde belirlenen istasyonlarda ölçülen su sıcaklık değerlerinin aylara göre değişimleri Şekil 4.1.'de ve Şekil 4.2.'de verilmiştir.

Büyük gölün 12 boyunca su sıcaklığı değerleri incelendiğinde Şekil 4.1.'de ilkbahar dönemin mart, nisan, mayıs aylarının ortalama su sıcaklığı (14°C); yaz mevsimin temmuz ayında ve 3. istasyonda (33°C), sonbahar mevsimde eylül ayında ve 4. istasyonda (16°C) iken kış dönemin ocak ayında ve 1. istasyonda ise (9°C') olduğu görülmüştür. Sıcaklığın en düşük aylık ortalama değerlerine bakıldığında en düşük ay ocak ayı olarak görülmüştür.

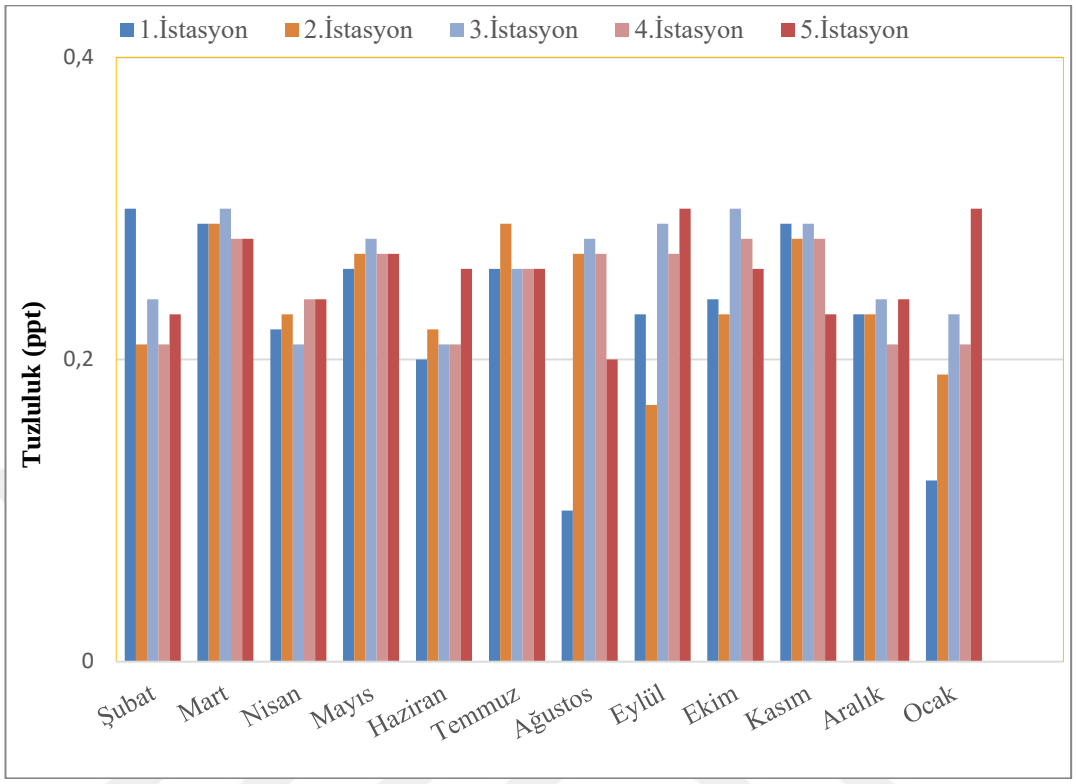
Küçük gölün su sıcaklığı değerleri incelediğinde Şekil 4.2.'de ilkbahar dönemin mart, nisan, mayıs aylarının ortalama su sıcaklığı (17,4°C); yaz mevsimin temmuz ayında ve 3,4,5. istasyonlarda (31°C), en yüksek değere ulaşmıştır.

Sonbahar mevsimde ise en düşük değer eylül ayında olup 3. İstasyonda (16°C) iken kış dönemin ocak ayında ve 1,3,4,5. istasyonlarda ise (10°C') olarak ölçülen değerler Şekil 4.2.'de verilmiştir. Temmuz ayı içerisinde ölçülen sıcaklık değerlerinde artış göstererek değişimler gözlenmiştir. Şanlıurfa' da iklimden dolayı sıcaklığı yüksek Mart ve Nisan aylarında mevsimsel olarak göl karışım içerisinde olduğu için derinliğe bağlı olarak sıcaklık değerlerinde fazla bir değişim gözlenmemiştir. Aynı mevsim içerisindeki aylarda sıcaklık çok büyük değişim göstermemiştir. Farklı mevsimlerdeki aylara göre su sıcaklık değerleri, değişkenlik göstermektedir. Bunun nedeni, aylar arasındaki sıcaklık farkları yani ısı farkından mevsimsel değişiklikler, istasyonlar arasındaki örnekleme süresi ve atık su drenajlarına bağlı olarak açıklanabilir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde sadece mevsimsel arasında değişlik görüldüğü tespit edilmiştir.

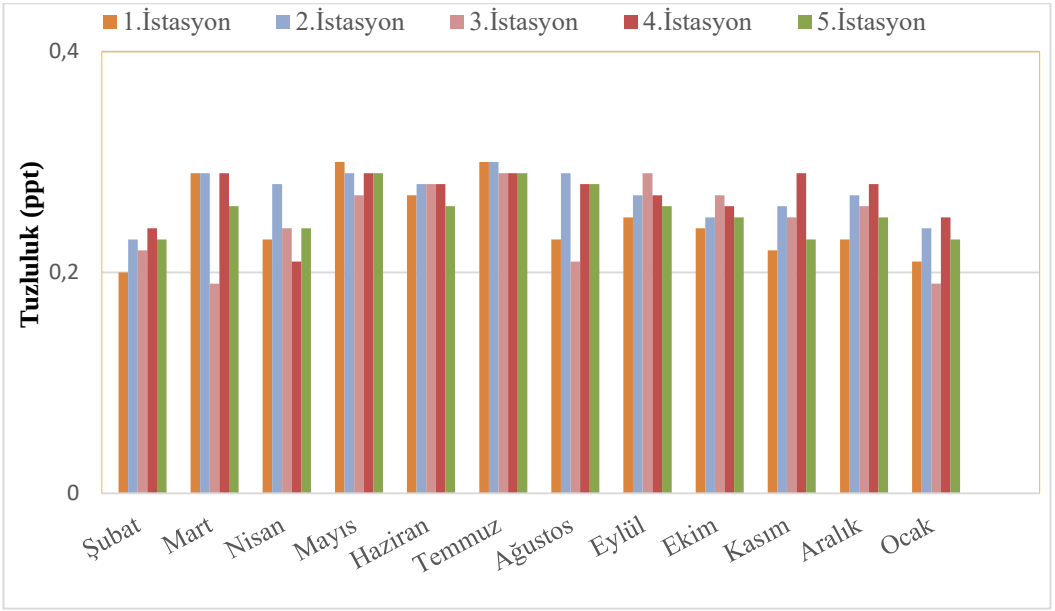
İstasyonlar arasında ölçüm anında 1,2 derece farklılık görülmüştür. Bu durum numune alınan noktalardaki sazlıkların varlığı(gölge oluşturmaları, suyun daha fazla ısınmasını önlemeleri) ve/veya akış, sirkülasyon ve derinlik durumuna bağlanabilir.

Yıldız (2013), Gelevera deresi Giresun ili Espiye ilçesinde gerçekleştirilen çalışmada 2012 haziran - ve 2013 mayıs tarihleri arasında su kalite parametrelerini ve kirlilik seviyesini değerlendirmek maksadıyla 12 ay boyunca belirlenen üç istasyondan su örnekleri aylık olarak alınmıştır. Yapılan analizler sonucunda ortalama sıcaklık değeri (13,19°C), en düşük kışın ocak ayında (4,87°C), en yüksek yazın temmuz ayında (25,05°C) olduğu görülmüştür. Çalışmamızda, benzer bir şekilde verilerimizde en düşük sıcaklık miktarı ocak ayında (33°C), en yüksek sıcaklık değeri temmuzda ayında (9°C) elde edilmiştir. Ayrıca (Küçükyılmaz ve ark., 2010). Elazığ'da Fırat Nehri üzerinde bulunan Karakaya Baraj Gölü'nün su sıcaklığının (7,1-29,7°C) arasında olduğunu, en yüksek sıcaklığın temmuz ayında, en düşük sıcaklığın ise ocak ayında olduğunu ifade etmişlerdir. Sıcaklık açısından termal kirlilik olmadığını, sadece mevsimsel değişiklikler olduğunu vurgulanmıştır.

4.2. Büyük Göl ve Küçük Göl'ün Aylık Tuzluluk Değişimi



Şekil 4.3. Büyük Göl tuzluluk değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi



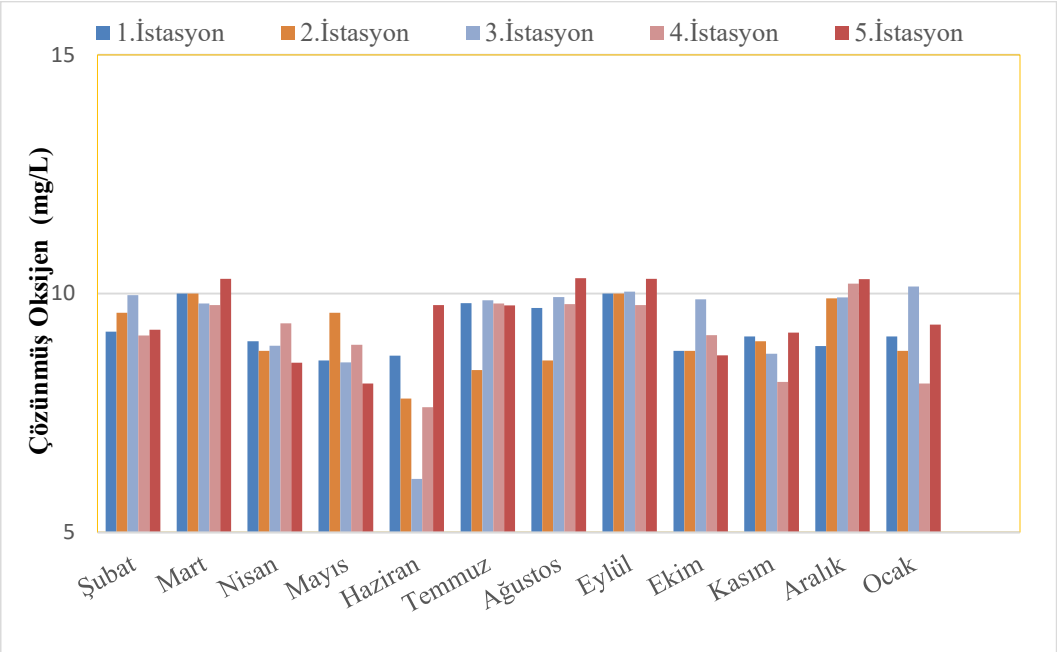
Şekil 4.4. Küçük Göl tuzluluk değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

Büyük gölün numune alınan istasyonlarda, tuzluluğun aylık ortalamaları incelediğinde Şekil 4.4.'de en yüksek değer yaz mevsimin temmuz ayında 0,29 ppt, en düşük değerin ise kış mevsimin ocak ayında 0,21 ppt olarak görülmüştür. Aylara göre tuzluluk değerleri; 1.2.4 ve 5. istasyonda ve temmuz ayında en yüksek değer 0,30 ppt ulaşmıştır. Büyük Gölün yaz mevsimindeki tuzluluk değerlerindeki artışın sıcaklığın artmasıyla buharlaşmanın fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Yoğunluk ve pH tuzluluğa etki eden faktörlerdir.

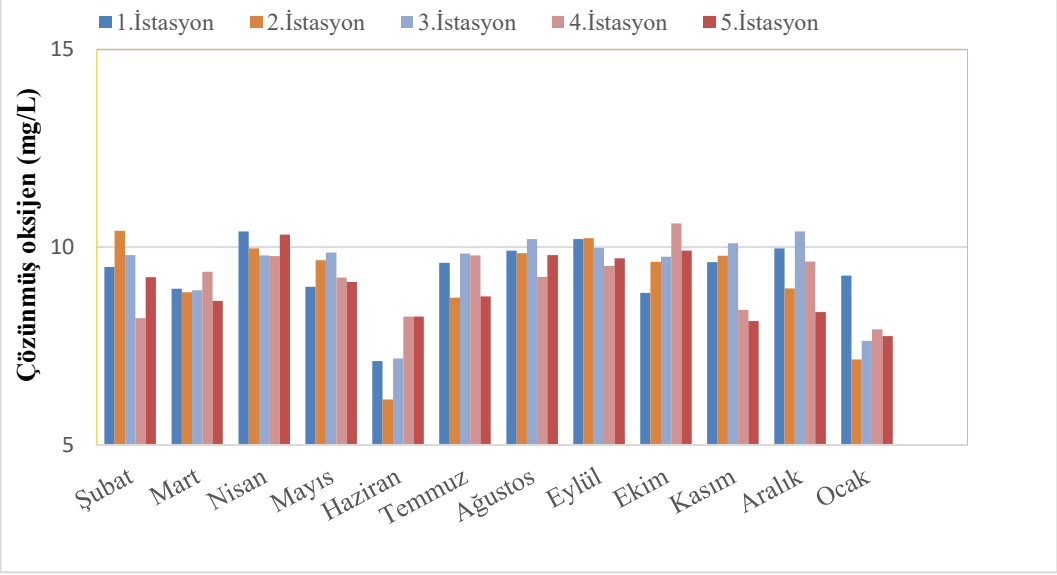
Küçük gölün tüm istasyonlarda tuzluluğunun aylık ortalamaları incelediğinde Şekil 4.5.'te en yüksek değer yaz mevsimin temmuz ayında 0,29 ppt olarak görülmüştür. Aylık ortalamalarına göre en düşük değerinde kış mevsimin ocak ayında, 0,23 ppt olarak görülmüştür. Tuzluluk değerleri;1,2. istasyonda ve temmuz ayında en yüksek değer 0,30 ppt ulaşmıştır. En düşük mevsimsel ortalama tuzluluk değeri 0,2 mg/L ile kış dönemin ocak ayında ve birinci istasyonda görülmüştür.

Borzenko, (2021) Soda Gölü Borzinskoye göl sularının tuzluluğu 343 g/L'ye ulaşmıştır. Tuzluluk gibi yıl boyu değişmeyip 0,2 ve 0,3 ppt ölçülmüştür. Buharlaşmanın fazla olduğu aylar olan yaz mevsiminde tuzluluk değerleri artmış ve 0,3 ppt olarak kaydedilmiştir. Diğer aylarda göl suyunun tuzluluk değeri 0,2 ppt olarak kaydedilmiştir.

4.3. Büyük göl ve Küçük Göl'ün Aylık Çözünmüş oksijen (ÇO) Değişimi



Şekil 4.5. Büyük Göl çözünmüş oksijen değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

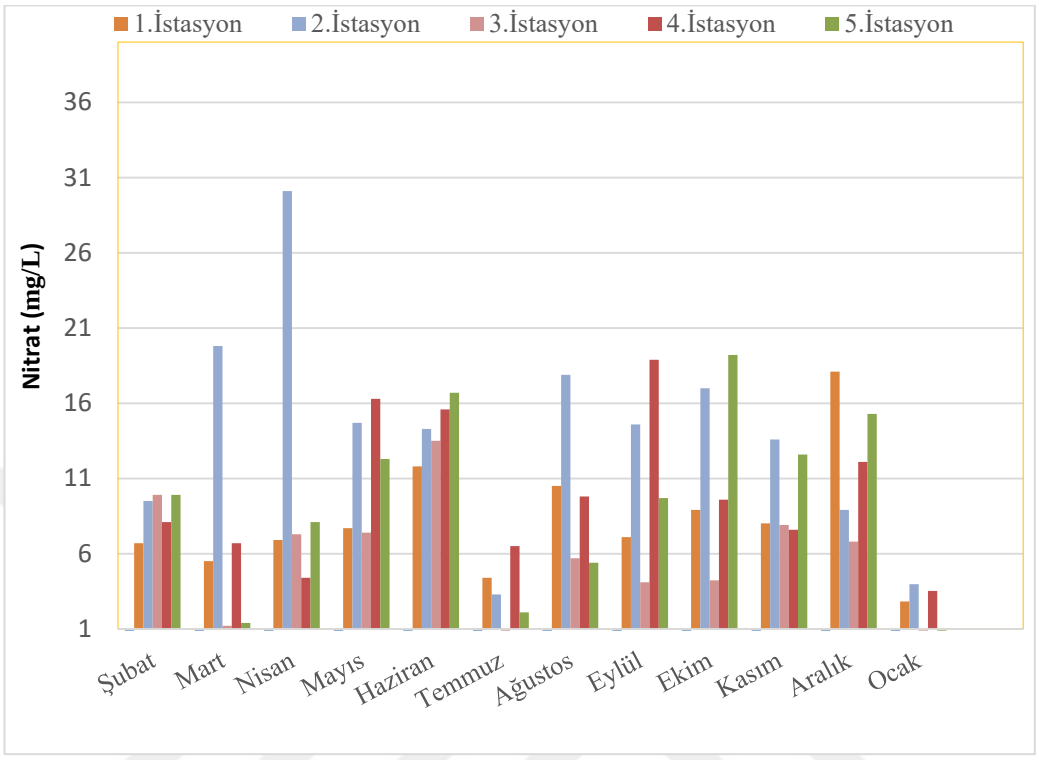


Şekil 4.6. Küçük Göl çözünmüş oksijen değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi

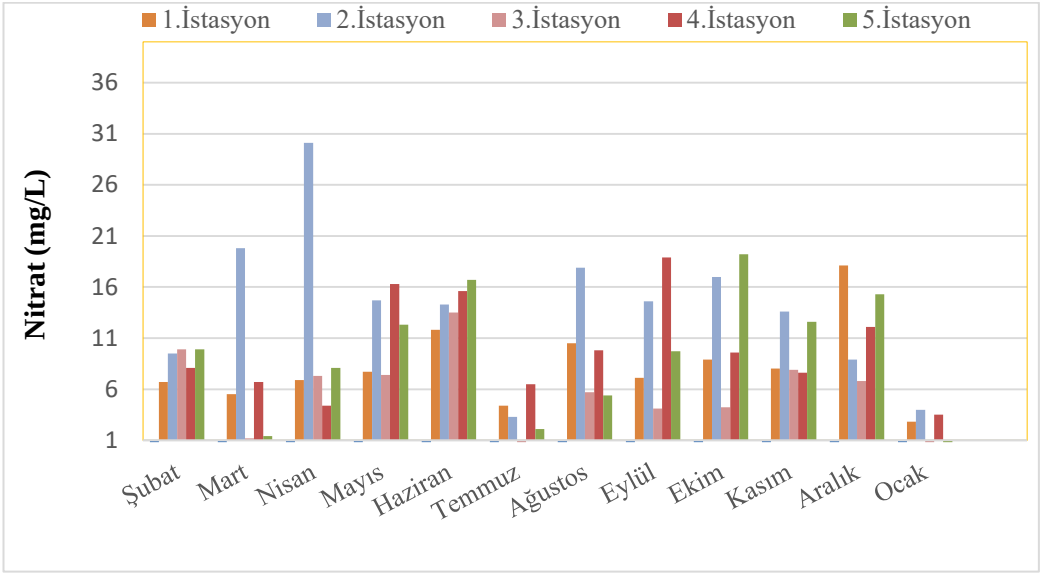
Büyük Göl'de numune noktalarından alınan sonuçlara göre Şekil 4.5.'de en yüksek aylık ortalama çözünmüş oksijen miktarı aralık ayında 10,65 mg/L olduğu saptanmıştır. En yüksek çözünmüş oksijen miktarı 10,32 mg/L olarak beşinci istasyonda aralık ayı olduğu belirlenmiştir. Çözünmüş oksijen miktarı aylık ortalamaları incelendiğinde en düşük değer 8 mg/L olup, yaz dönemin haziran ayında ve 2. istasyonda 6,12 mg/L olarak görülmüştür.

Küçük Göl'de numune noktalarından alınan sonuçlara göre Şekil 4.6.'de en yüksek aylık ortalama çözünmüş oksijen miktarı temmuz ayında 11,06 mg/L olduğu saptanmıştır. En yüksek çözünmüş oksijen miktarı 10,41 mg/L olarak beşinci ikinci istasyonda ve şubat ayı olduğu belirlenmiştir. Çözünmüş oksijen miktarı aylık ortalamaları incelendiğinde en düşük değer 7,39 mg/L olup, yaz dönemin haziran ayında ve 2. istasyonda 6,15 mg/L olarak görülmüştür.

4.4. Büyük ve Küçük Göl'ün Aylık Nitrat Değişimi



Şekil 4.7. Büyük Göl nitrat değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi



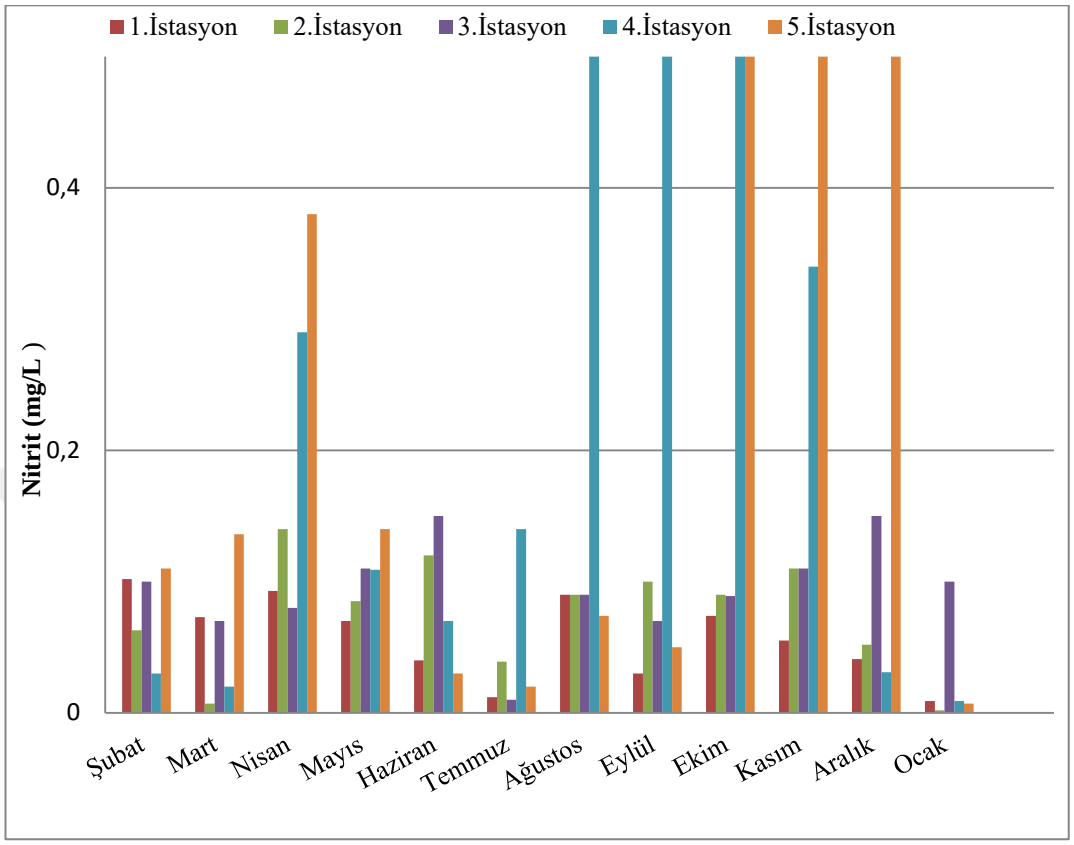
Şekil 4.8. Küçük Göl nitrat değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

Büyük Gölün aylık nitrat değerleri incelendiğinde Şekil 4.7.'de ölçülen en yüksek değer ilkbahar döneminde kasım ayının 5. istasyonunda 30,1 mg/L olarak ölçülmüştür. Yaz döneminde, en düşük değer 2. istasyonda 0,5 mg/L olduğu görülmüştür.

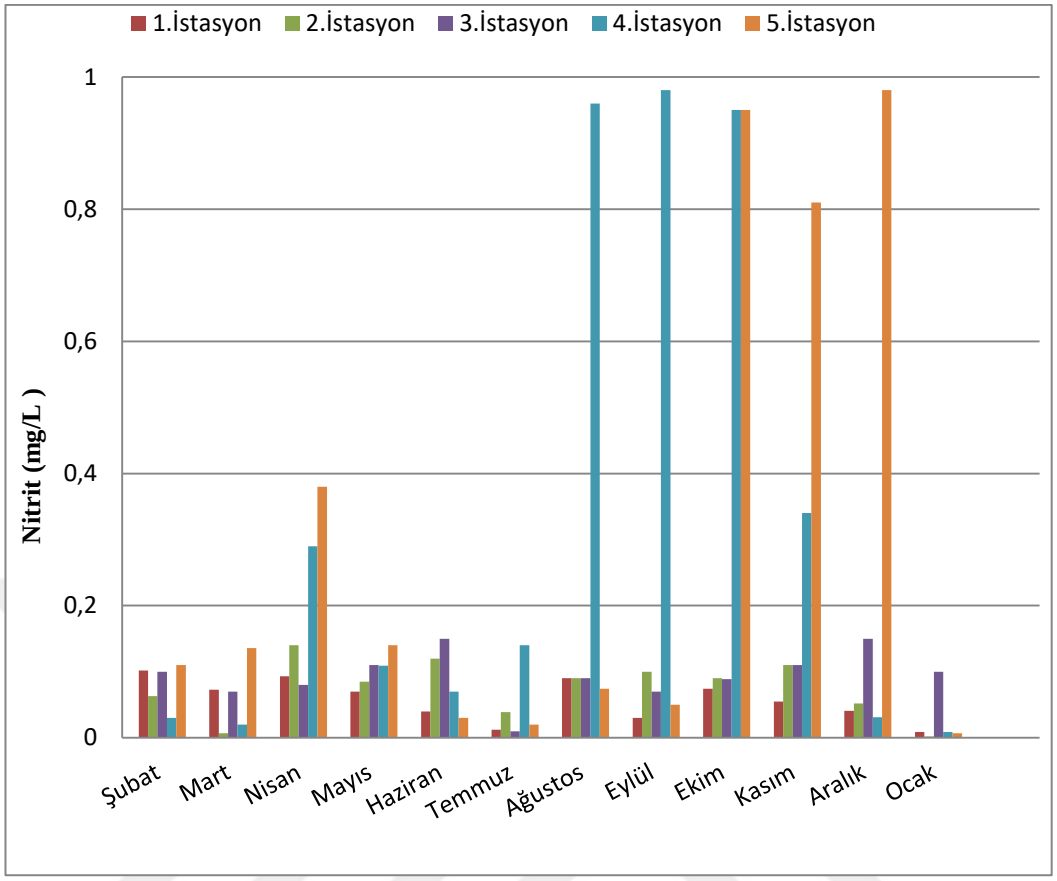
Küçük Gölü'nde yapılan ölçümler sonucunda Şekil 4.8.'de nitrat miktarının en yüksek olduğu değer ilkbahar döneminde nisan ayının 2. istasyonunda 26,9 mg/L olarak ölçülmüştür. Yaz döneminde, en düşük değer temmuz ayının 3. istasyonda 0,01 mg/L olduğu görülmüştür. Büyük ve Küçük Göllerinin çevresi tarımsal alanlar olduğundan dolayı ilkbahar da kullanılan gübrelerdeki azotun yağışlarla göl ortamına sızma ve akmayla taşınmasından kaynaklandığını değerlendirilmektedir. Yaz mevsiminden gübreleme yapılmadığı ve yağışlarda dolayı gübre taşınımı olmadığından dolayı yaz mevsiminde göl ortamında nitrat azotu düşük çıkmıştır. Ayrıca göl ortamındaki su bitkileri (kamışlık, algler) tarafından nitrat azotun tüketilmesi nedeniyle yaz aylarından suda sıfıra yakın değerler elde edilmiştir.

Kara ve Çömlekçioğlu (2004) Yapılan çalışmada Kahramanmaraş havzasında yer alan Karaçay'ın nitrat değerlerine bakıldığında, birinci istasyonun 9.04 – 46.2 mg/l ve ikinci istasyonun değeri, 11.96 – 50.44 mg/l arasında değişmektedir.

4.5. Büyük ve Küçük Göl'ün aylık nitrit değerleri



Şekil 4. 9. Büyük Göl nitrit değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

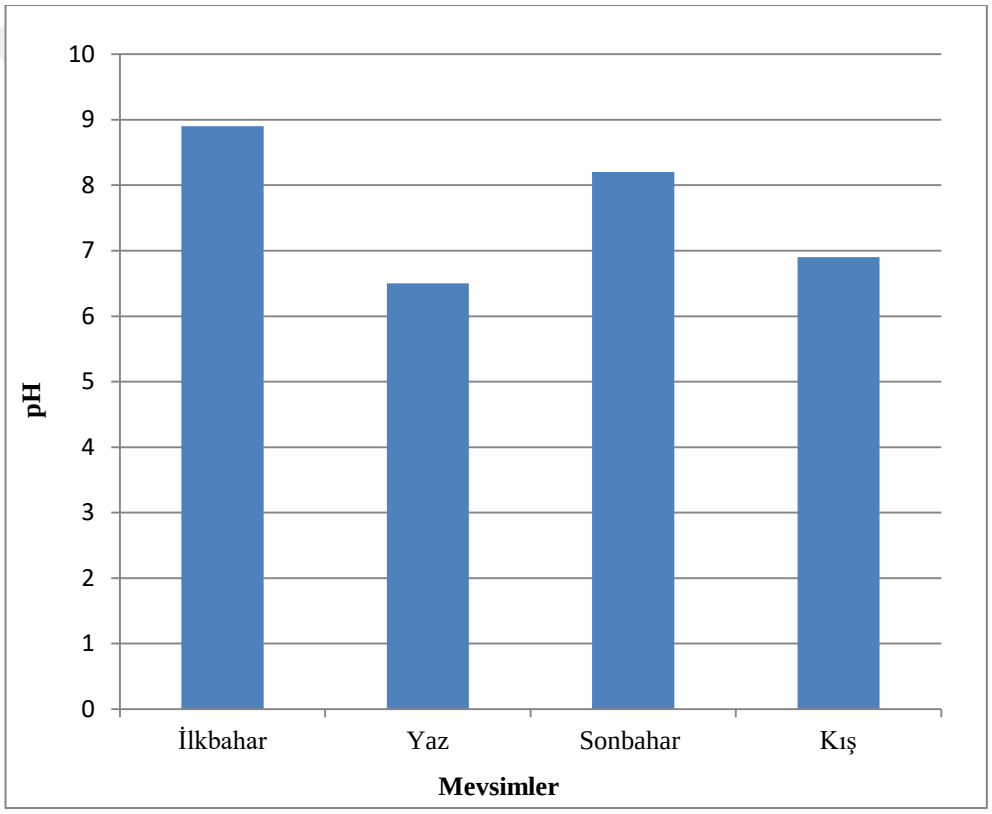


Şekil 4.10. Küçük Göl nitrit değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

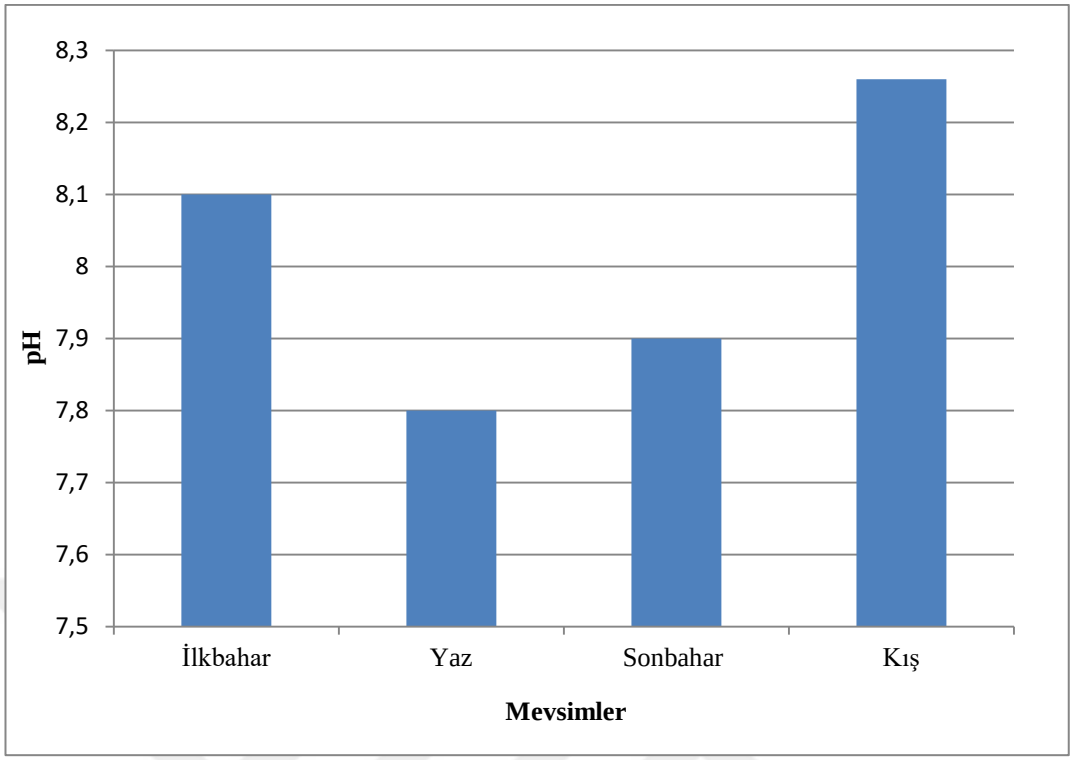
Büyük Gölün numune noktalarında alınan nitrit azotun sonuçlarına göre Şekil 4.9.'da en yüksek nitrit azotu değeri Ağustos ayının ve 4. istasyonun 0,98 mg/L olarak görülmüştür. En düşük aylık ortalama nitrit azotu değeri, 0,082 mg/L yaz mevsimin haziran ayı olarak görülmüştür. En yüksek aylık ortalama değeri nitrit azotu değeri 0,196 mg/L olup bu değer ilkbahar dönemin nisan ayı olduğu saptanmıştır. Kış dönemin ocak ayının ve birinci ve dördüncü istasyonlarda en düşük değer 0,009 mg/L olarak görülmüştür. Nitrit azotu değerinin ilkbahar döneminde düşüş göstermesi, nitrat azotu değerinin ise ilkbaharda artması, nitrit azotunun nitrat azotuna dönüştüğünü gösterir. Yaz aylarında suda ki bitkilerde sıcaklık artıkça dipte çürüme olur sedimente ayrışma olur ayrışma çürüme ve gaz çıkışı artıyor.

Küçük Gölün numune noktalarında alınan nitrit sonuçlarına göre Şekil 4.10.'da en yüksek nitrit azotu değeri haziran ayının ve 5. istasyonun 0,12 mg/L olarak görülmüştür. En düşük aylık ortalama nitrit azotu değeri, 0,092 mg/L sonbahar mevsimin ekim ayı olarak görülmüştür. En yüksek aylık ortalama değeri nitrit azotu değeri 0,13 mg/L olup bu değer ilkbahar dönemin mayıs ayı olduğu saptanmıştır. Kış dönemin ocak ayının ve ikinci istasyonunda en düşük değer 0,0045 mg/L olarak görülmüştür.

4.6. Büyük Göl ve Küçük Göl'ün pH Değişimi



Şekil 4.11.Büyük Gölün pH değerlerinin mevsimlere göre değişimi

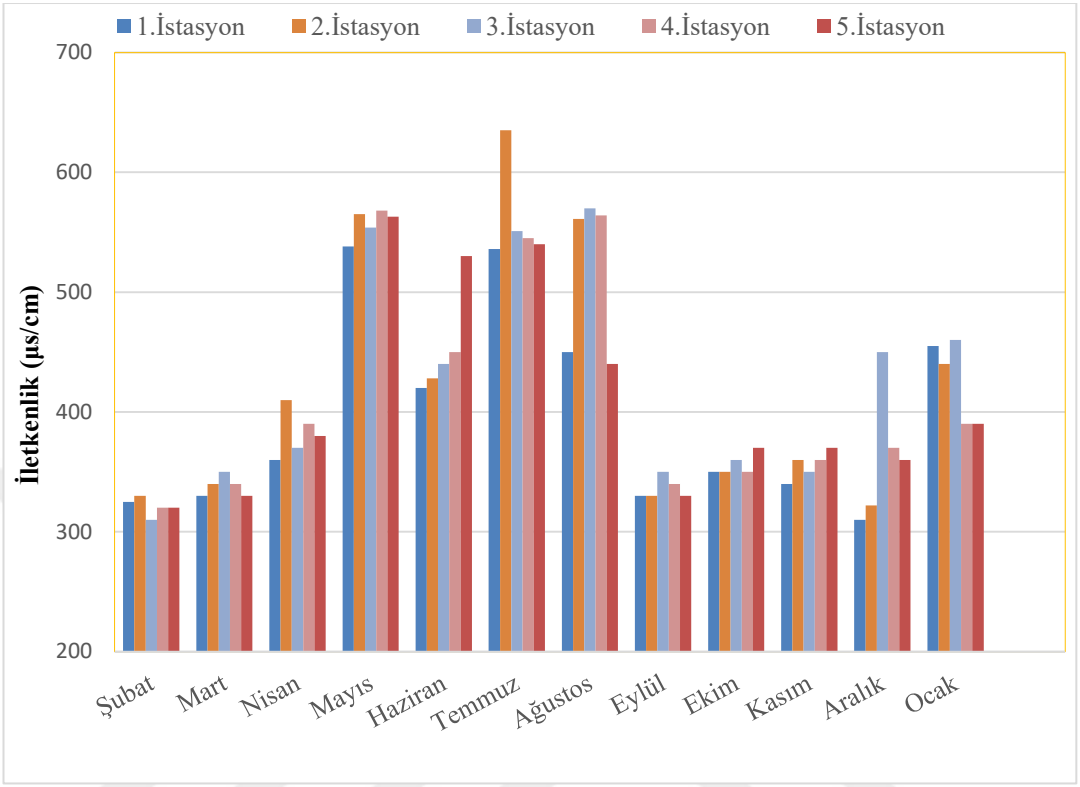


Şekil 4.12. Küçük Göl pH değerlerinin mevsimlere göre değişimi

Bir yıl boyunca yapılan analizlerde pH değerleri Şekil 4.11.'de verilmiştir. Büyük gölde yerinde ölçümü yapılan pH parametrenin en düşük aylık ortalama değeri, 6,8 yaz mevsimin temmuz ayı olarak görülmüştür. Aylar arasındaki en düşük pH değeri 6,3 temmuz ayında 3. istasyonunda ve eylül ayında 2. istasyonunda tespit edilmiştir. En yüksek aylık ortalama değeri, 8,9 ilkbahar mevsiminin nisan ayı olarak görülmüştür. En yüksek pH değeri nisan ayının 3. istasyonunda 9,3 olduğu saptanmıştır.

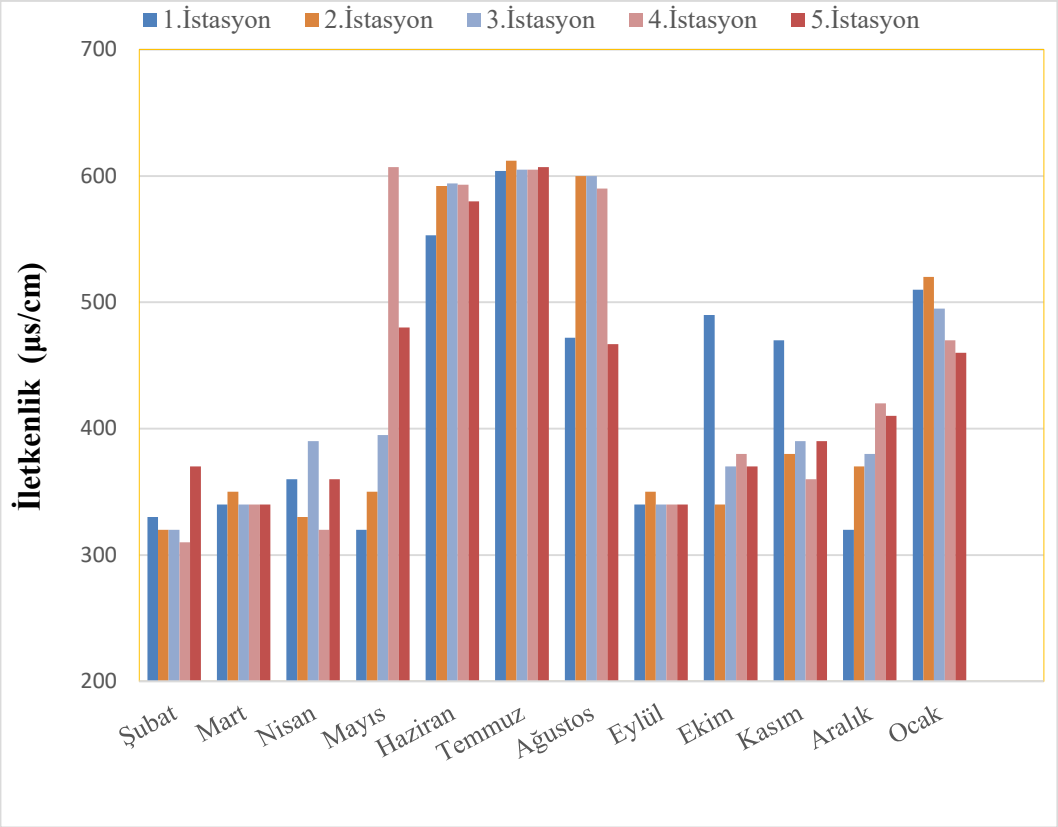
Küçük gölde yerinde ölçümü yapılan pH parametrenin en düşük aylık ortalama değeri Şekil 4.11.'de 7,4 yaz mevsimin temmuz ayında ve kış mevsiminin şubat ayı olarak görülmüştür. Aylar arasındaki en düşük pH değeri 6,5 temmuz ayının 1. istasyonunda görülmüştür. En yüksek aylık ortalama değeri, 8,8 ilkbahar mevsiminin mayıs ayı olarak görülmüştür. En yüksek pH değeri nisan ayının 2. istasyonunda 9,2 olduğu saptanmıştır. Aylık olarak ölçülen pH değerleri Büyük Göl ve Küçük Gölde benzer değerler olduğu sonucuna varılmıştır.

4.7. Büyük Göl ve Küçük Göl'ün İletkenlik Değişimi



Şekil 4.13. Büyük Gölün istasyonlara göre iletkenlik düzeyinin (µs/cm) aylık değişimi

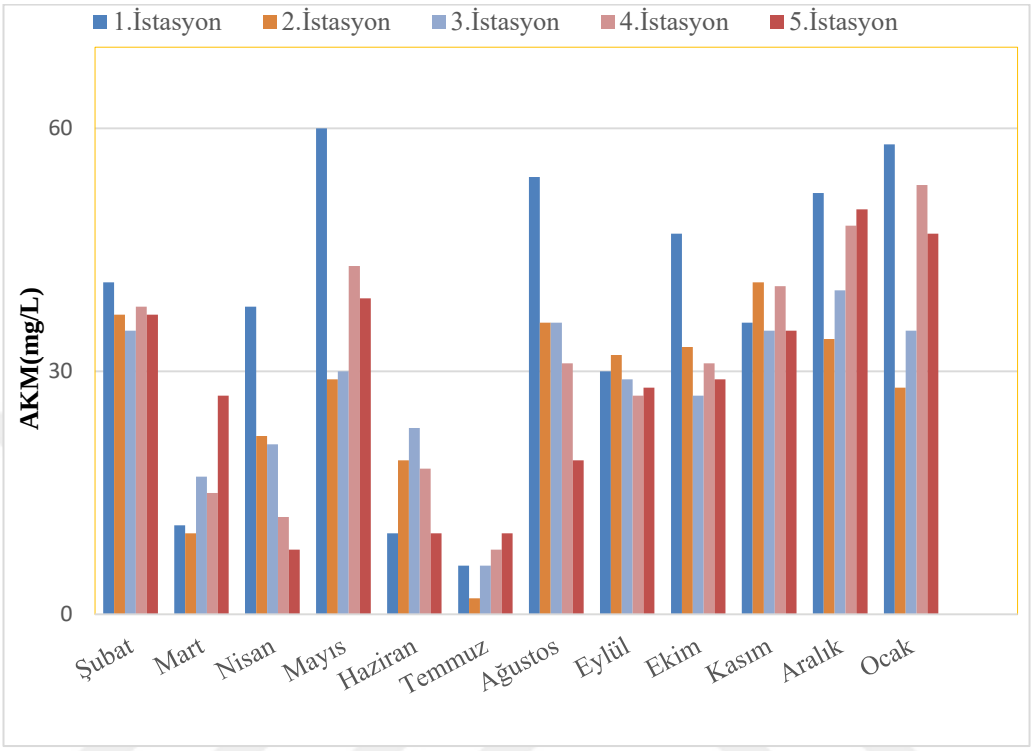
Büyük Göl'de tespit edilen iletkenlik değeri Şekil 4.13.'de en düşük aylık ortalama değeri, 321 µS/cm Kış mevsimin Şubat ayında görülmüştür. Aylar arasındaki en düşük elektriksel iletkenlik değeri kış dönemin Şubat ayının 3. istasyonunda ve aralık ayının 1. istasyonda 310 µS/cm olarak ölçülürken, en yüksek aylık ortalama değeri, 561,4 µS/cm yaz mevsimin temmuz ayında görülmüştür. En yüksek değer yaz dönemin temmuz ayının I. istasyonda 635 µS/cm olarak ölçülmüştür.



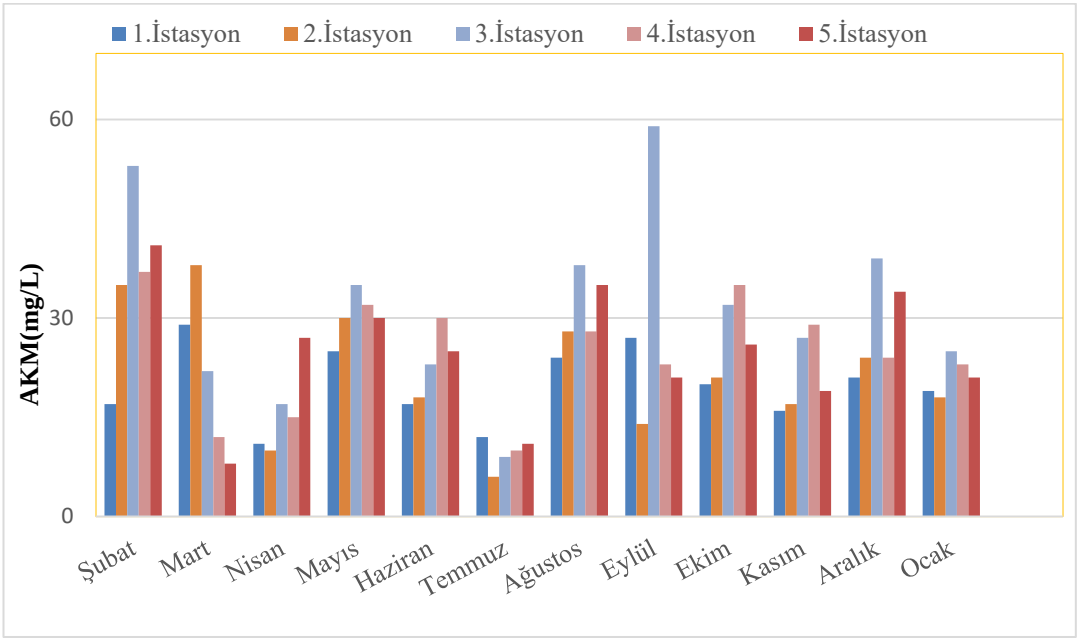
Şekil 4.14. Küçük Gölün istasyonlara göre iletkenlik düzeyinin (µs/cm)aylık değişimi

Küçük Göl'de tespit edilen iletkenlik değeri Şekil 4.14.'de en düşük aylık ortalama değeri, 330 µS/cm kış mevsimin şubat ayında görülmüştür. Aylar arasındaki en düşük elektriksel iletkenlik değeri kış dönemin şubat ayının 4. istasyonunda 310 µS/cm olarak ölçülürken, en yüksek aylık ortalama değeri, 606,6 µS/cm yaz mevsimin temmuz ayında görülmüştür. En yüksek değer yaz dönemin temmuz ayının 2. istasyonda 612 µS/cm olarak ölçülmüştür.

4.8. Büyük Göl ve Küçük Gölün AKM Değişimi



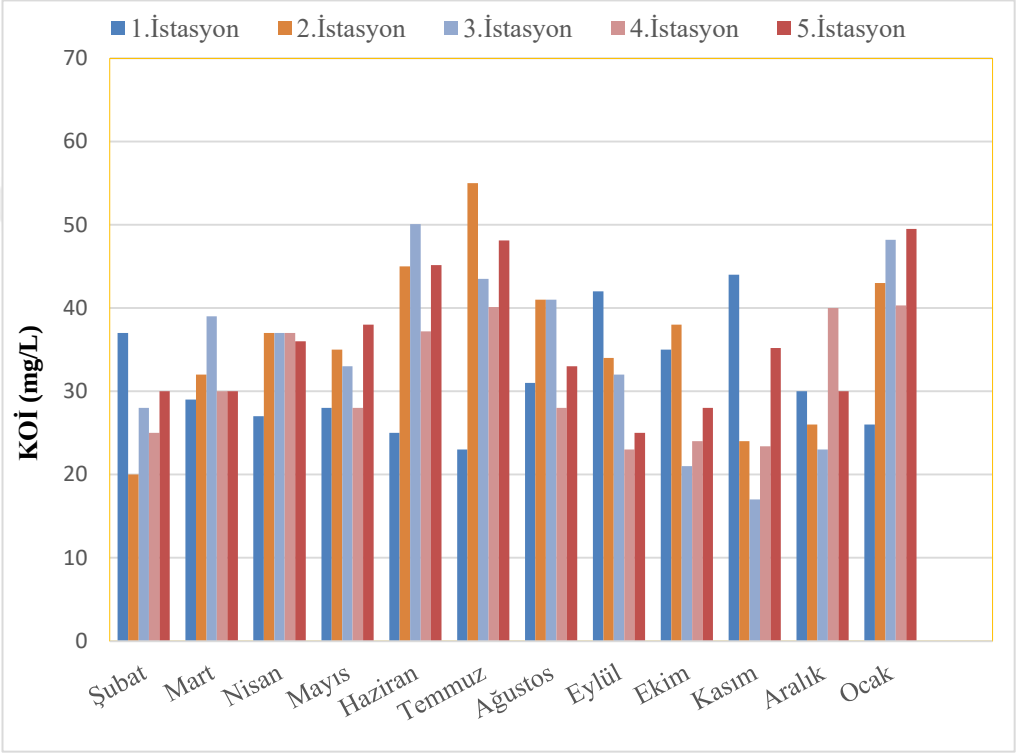
Şekil 4.15.Büyük Gölün istasyonlara göre AKM(mg/L) aylık değişimi



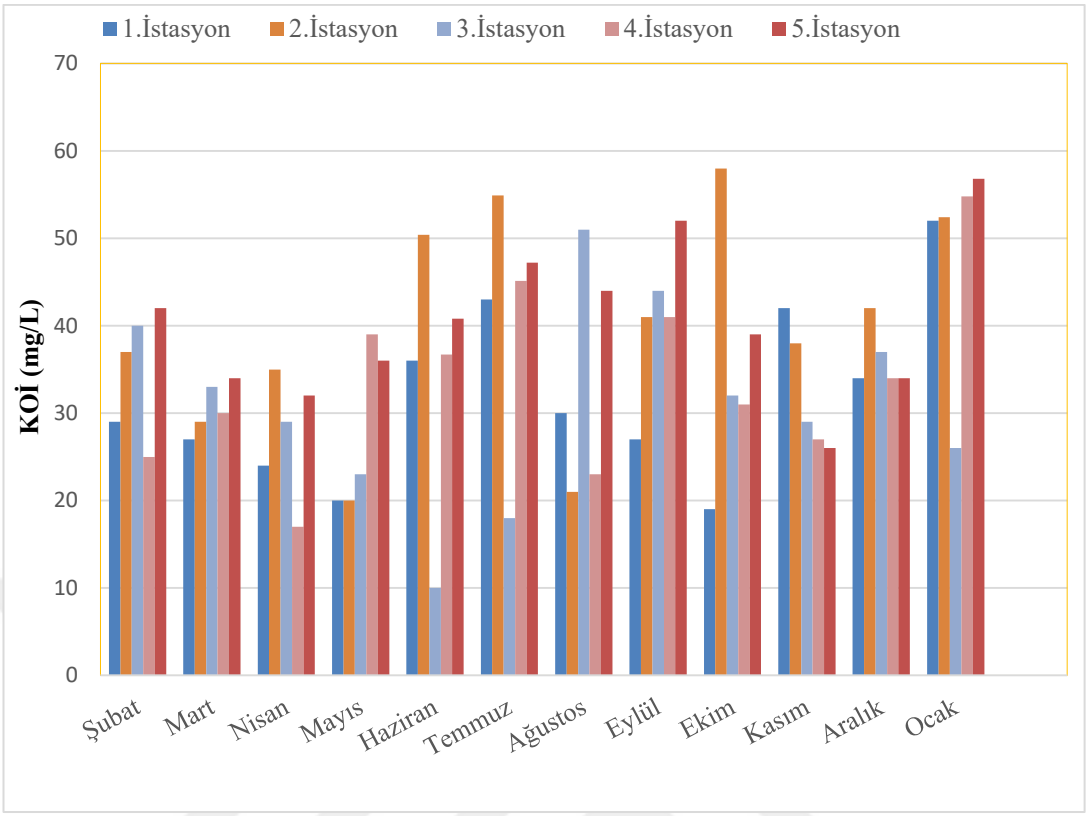
Şekil 4.16. Küçük Gölün istasyonlara göre AKM (mg/L) aylık değişimi

Küçük Göl'de tespit edilen en düşük AKM değeri, Şekil 4.16.'de yaz dönemin temmuz ayında ve 2. istasyonunda 6 mg/L olarak görülmüştür. En yüksek AKM değeri ise sonbahar dönemin eylül ayında, 3. istasyonunda 59 mg/L olduğu saptanmıştır.

4.9. Büyük Göl ve Küçük Göl'ün KOİ Değişimi



Şekil 4.17. Büyük Göl KOİ değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

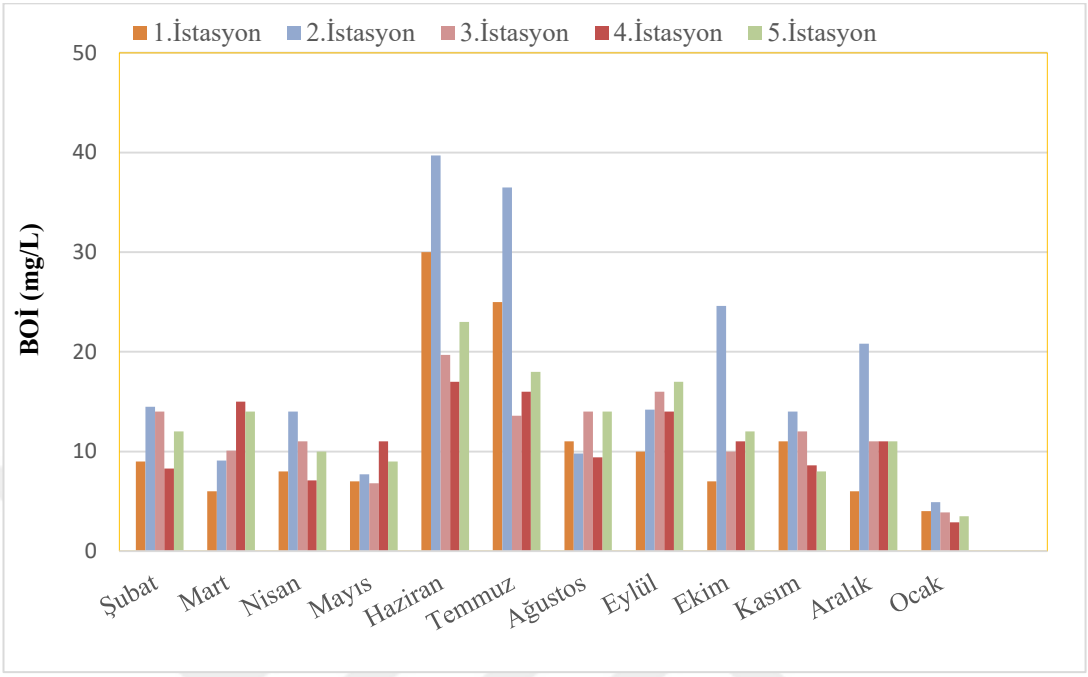


Şekil 4.18. Küçük Göl KOİ değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

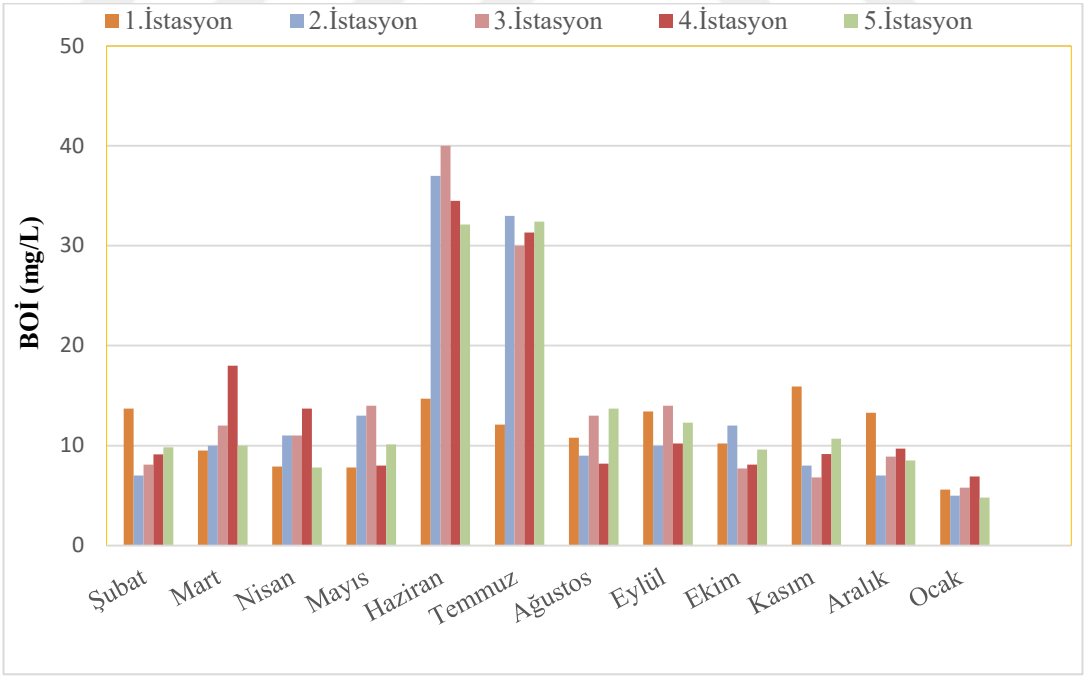
Büyük Gölün aylık ortalamalarına bakıldığında Şekil 4.17.'de en yüksek KOİ miktarı aylık ortalaması yaz mevsimin temmuz ayında 41,95 mg/L olarak tespit edilmiştir. Aylar arasında en yüksek KOİ değeri temmuz ayında ve 2. istasyonda 55 olarak görülmüştür. En düşük aylık ortalaması kış mevsimin şubat ayında ve sonbahar mevsimin kasım aylarında 28 mg/L ile 28,72 mg/L olduğu saptanmıştır. Aylar arasında en düşük görülen KOİ değeri sonbahar mevsimin kasım ayında ve 3. istasyonunda 17 mg/L olarak görülmüştür.

Küçük Gölde aylık ortalamalarına bakıldığında Şekil 4.18.'de en yüksek KOİ miktarı aylık ortalaması yaz mevsimin temmuz ayında 50,62 mg/L olarak tespit edilmiştir. Aylar arasında en yüksek KOİ değeri ocak ayında ve 2.istasyonda 62,5 olarak görülmüştür. En düşük aylık ortalaması sonbahar mevsimin nisan ayında 27,4 mg/L olduğu saptanmıştır. Aylar arasında en düşük görülen KOİ değeri ilkbahar mevsimin nisan ayında ve 4. istasyonunda 17 mg/L olarak görülmüştür.

4.10. Büyük Göl ve Küçük Gölün BOİ Değişimi



Şekil 4.19. Büyük Göl BOİ değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

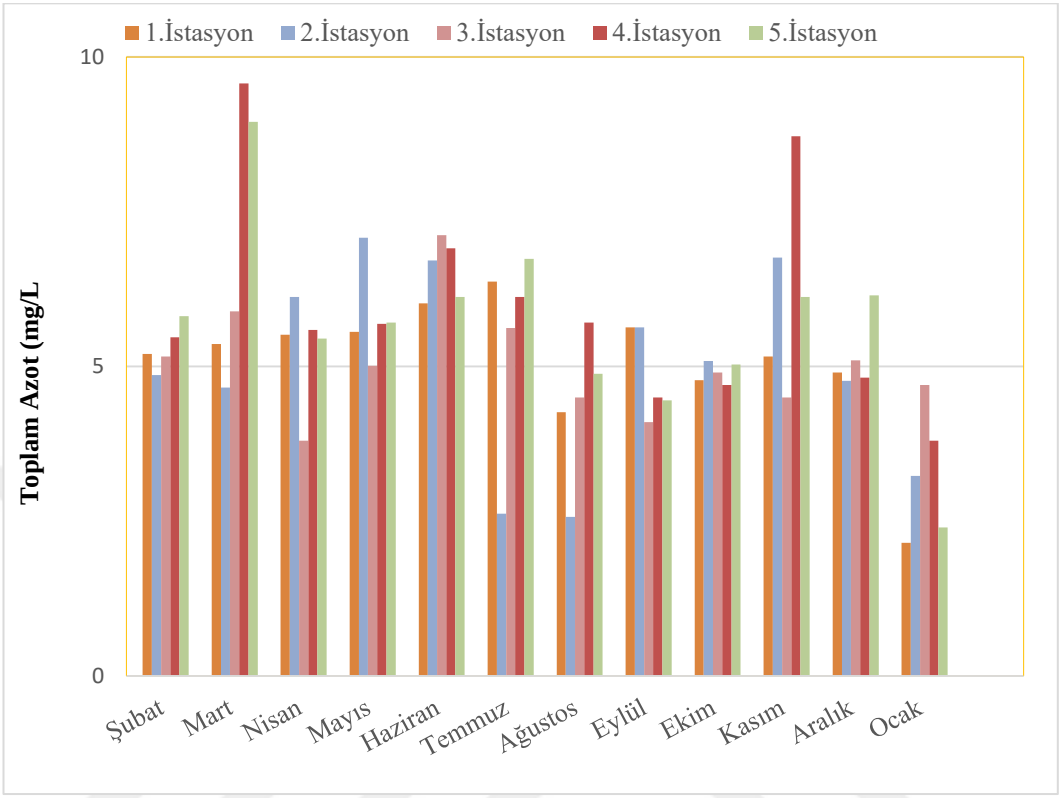


Şekil 4.20. Küçük Göl BOİ değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

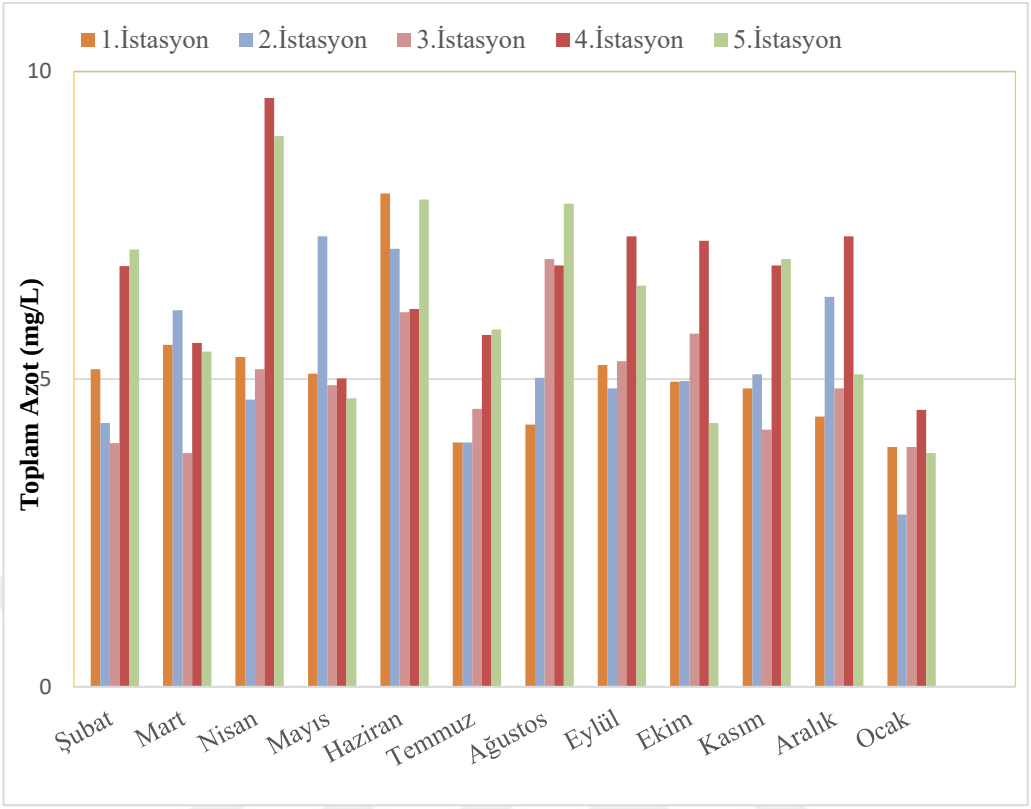
Büyük gölde BOİ parametrenin en yüksek aylık ortalama değeri 31,66 yaz mevsimin Haziran ayı olarak Şekil 4.19.'da görülmüştür. Aylar arasındaki en yüksek değer 40 mg/L yaz dönemin haziran ayında tespit edilmiştir. En düşük aylık ortalama BOİ değeri kış dönemin ocak ayında 5,62 mg/L olarak görülmüştür. En düşük değer ise kış dönemin ocak ayında 2. istasyonunda 5 mg/L olarak görülmüştür.

Küçük gölde BOİ parametrenin en yüksek aylık ortalama değeri 26,12 yaz mevsimin haziran ayı olarak Şekil 4.20.'de görülmüştür. Aylar arasındaki en yüksek değer 40,5 mg/L yaz dönemin haziran ayında tespit edilmiştir. En düşük aylık ortalama BOİ değeri kış dönemin ocak ayında 3,84 mg/L olarak görülmüştür. En düşük değer ise kış dönemin ocak ayında 1. istasyonunda 4 mg/L olarak görülmüştür. Büyük ve Küçük göllerin BOİ değerlerini incelediğinde; zamanla göllerin içerisindeki organik yük miktarı artmış olup buna bağlı BOİ miktarı da artmaktadır.

4.11.Büyük Göl ve Küçük Gölün Toplam Azot değerleri



Şekil 4.21. Büyük Göl toplam azot değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

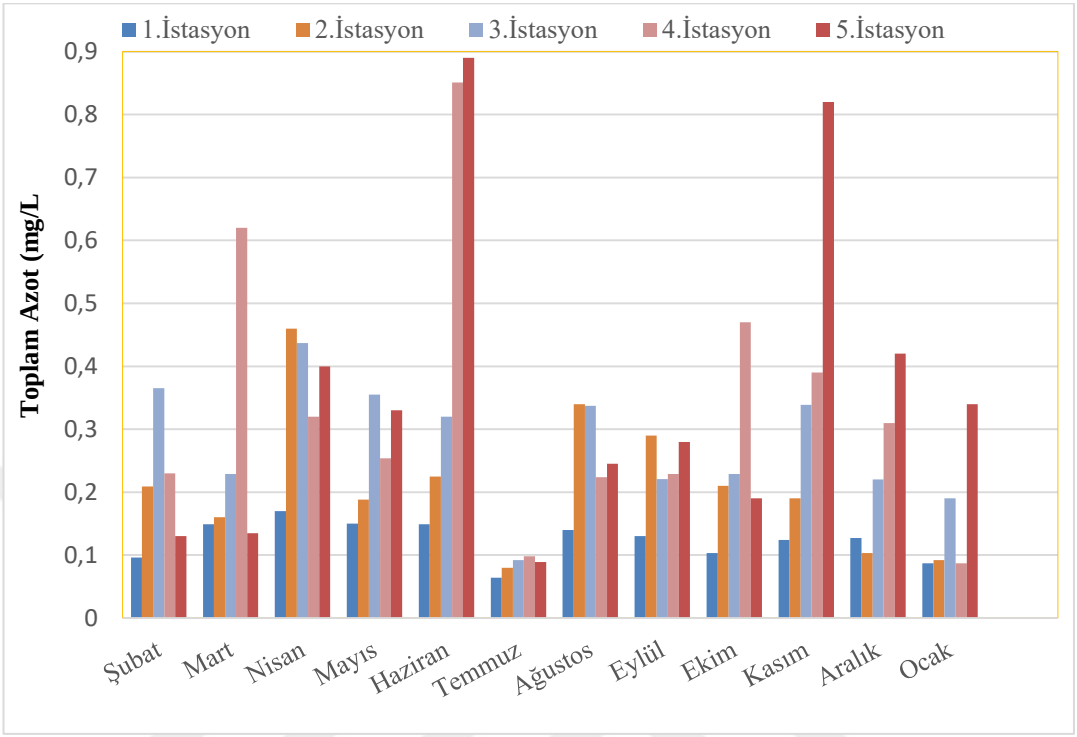


Şekil 4.22. Küçük Göl toplam azot değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

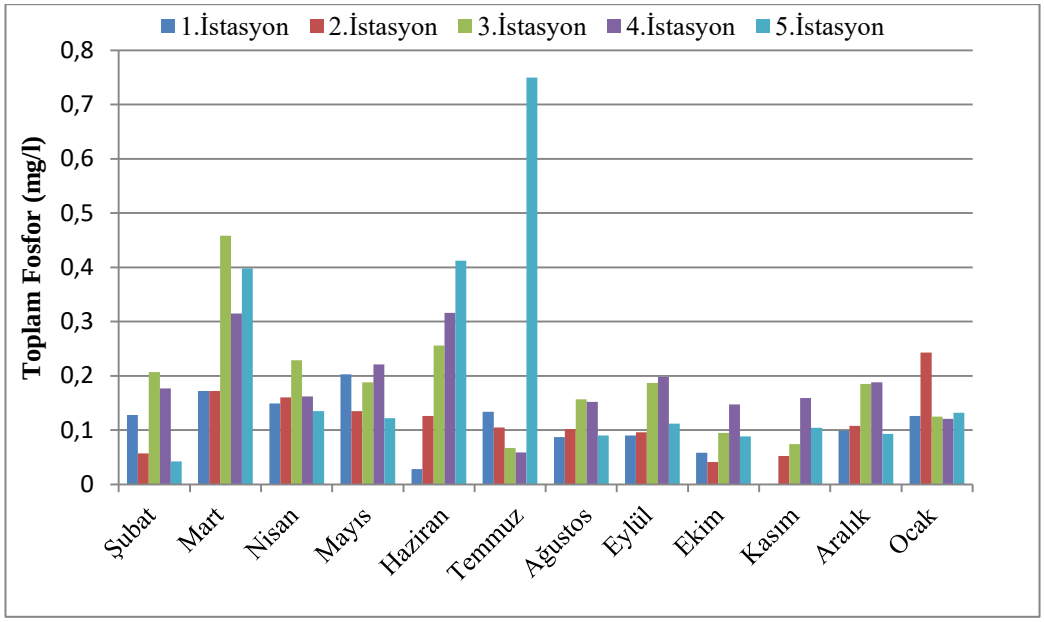
Büyük Gölün numune noktalarında alınan toplam azot değerlerin sonuçlarına göre Şekil 4.21.'de en yüksek aylık ortalama toplam azot değeri mart ayında 6,89 mg/L olup en yüksek değer ilkbahar mevsiminin mart ayında ve 5. istasyonda 8,95 mg/L olarak tespit edilmiştir. En düşük aylık ortalama toplam azot değeri, 3,26 mg/L ocak ayı olarak görülmüştür. En düşük değer kış mevsimin ocak ayının 1. istasyonunda 2,15 mg/L değeri tespit edildi.

Küçük Gölde alınan toplam azot değerlerin sonuçlarına göre Şekil 4.22.'de en yüksek aylık ortalama toplam azot değeri mart ayında 6,74 mg/L olup en yüksek değer ilkbahar mevsiminin nisan ayında ve 4. İstasyonda 9,57 mg/L olarak tespit edilmiştir. En düşük aylık ortalama toplam azot değeri, 3,78 mg/L ocak ayı olarak görülmüştür. En düşük değer kış mevsimin ocak ayının 2. istasyonunda 2,8 mg/L değeri tespit edildi.

4.12.Büyük Göl ve Küçük Gölün Toplam Fosfor değerleri



Şekil 4.23. Büyük Göl toplam fosfor değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

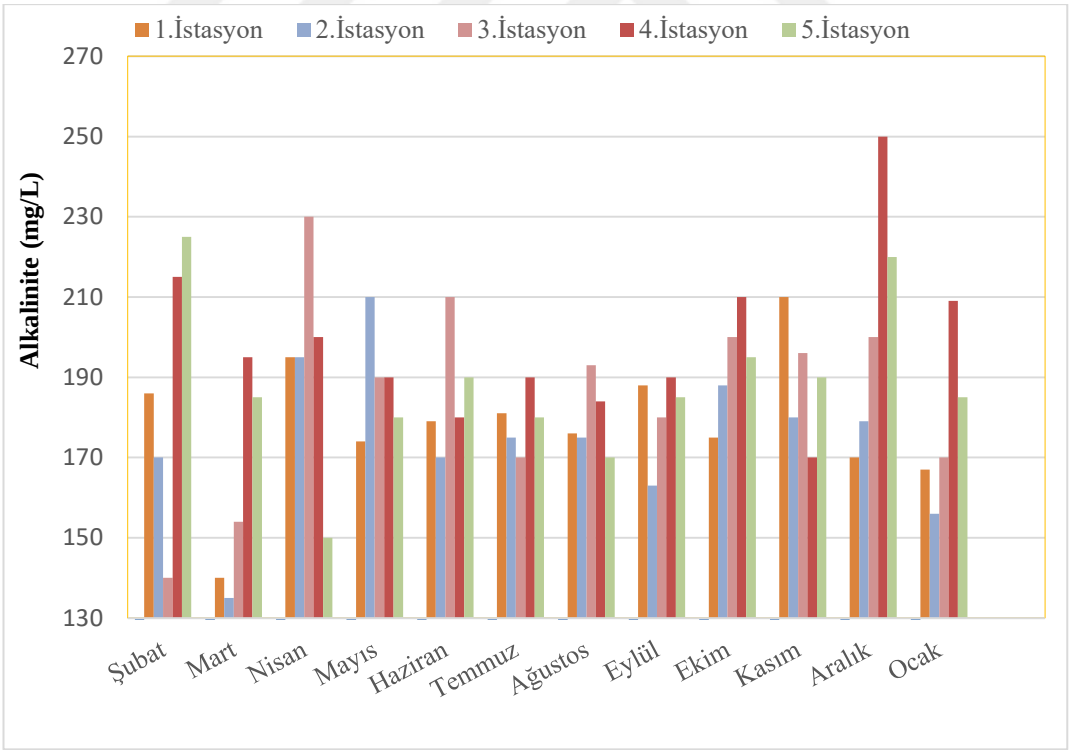


Şekil 4.24. Küçük Göl toplam fosfor değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

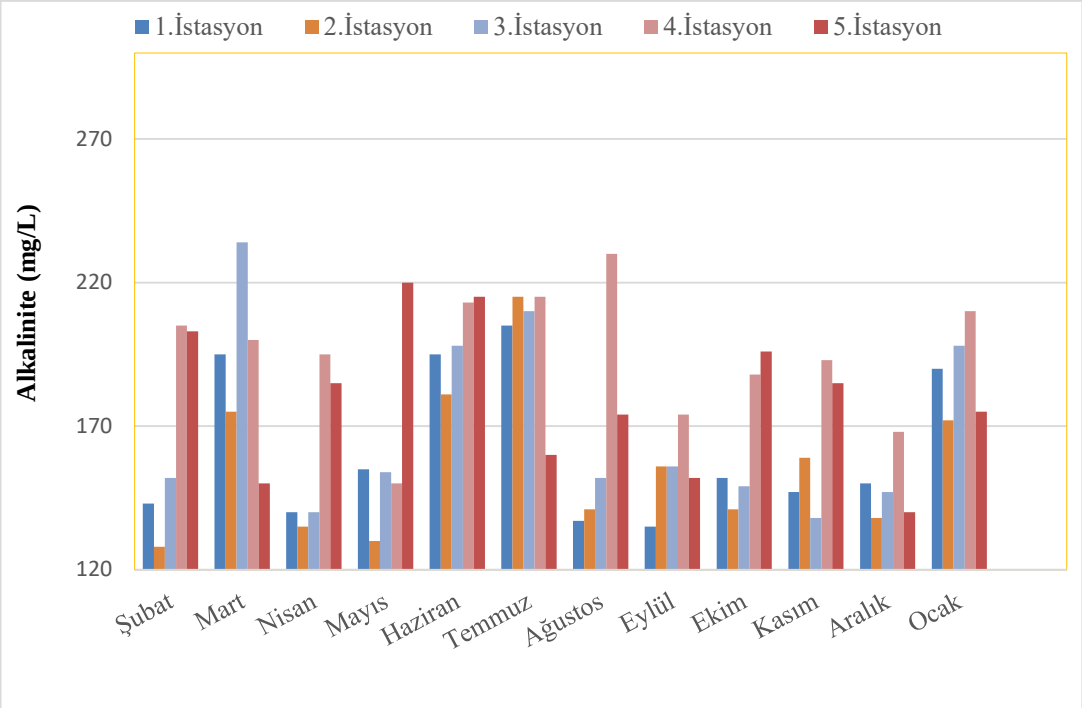
Büyük Gölün numune noktalarında alınan toplam fosfor değerlerine göre Şekil 4.23.'de en yüksek toplam azot değeri yaz mevsimin haziran ayında ve 5.istasyonda 0,89 mg/L olup en düşük değeri, temmuz ayında ve 5.istasyonda 0,085 mg/L olarak görülmüştür. En düşük değer kış mevsimin ocak ayında 3. İstasyonunda 0,078 mg/L değeri tespit edildi.

Küçük Gölde alınan toplam fosfat değerlerine göre Şekil 4.24.'de yüksek toplam azot değeri yaz mevsimin temmuz ayında 4. İstasyonunda 0,75 mg/L olup en düşük toplam fosfor değeri sonbahar mevsimin ekim ayında ve 2. istasyonunda 0,041 mg/L olarak görülmüştür. Kış mevsiminde su bitkileri az dolayısıyla tüketilen azot ve fosfor oranı az yağış akış ve sızma ile taşınan sular tüketilmediği için azdır yazın su bitkileri fazladır.

4.13. Büyük göl ve Küçük Gölün Alkalinite Değerleri



Şekil 4.25. Büyük Göl alkalinite değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

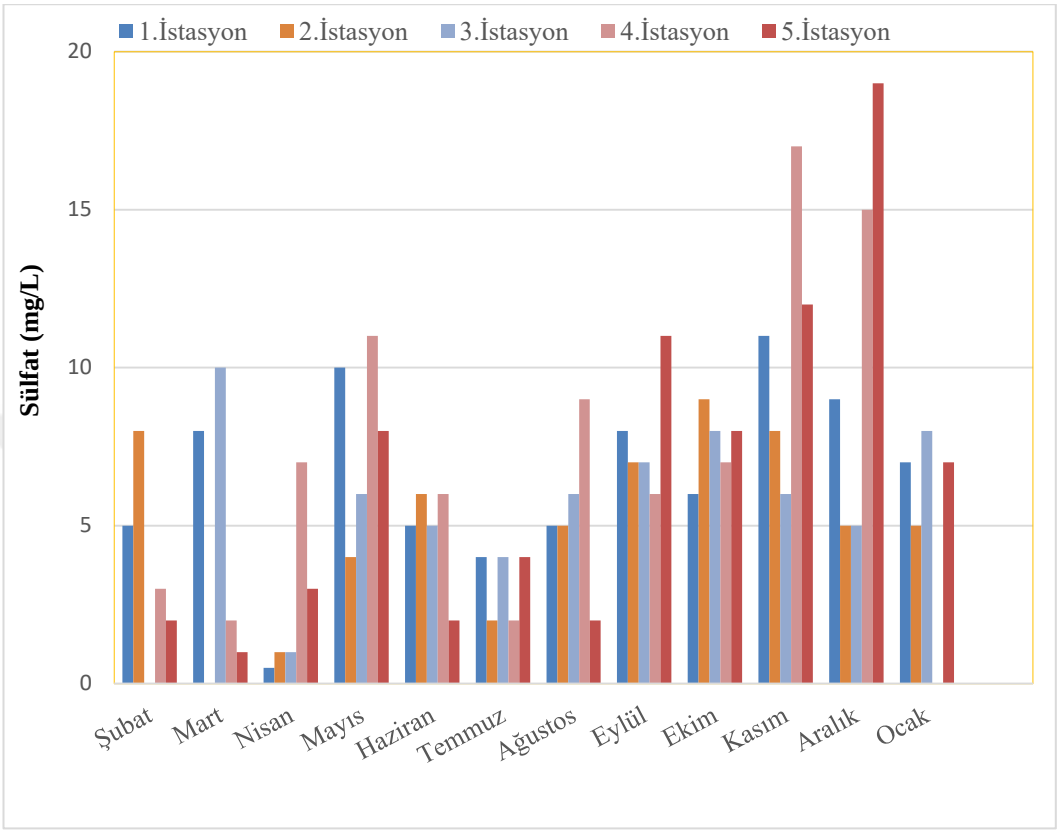


Şekil 4.26. Küçük Göl alkalinite değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

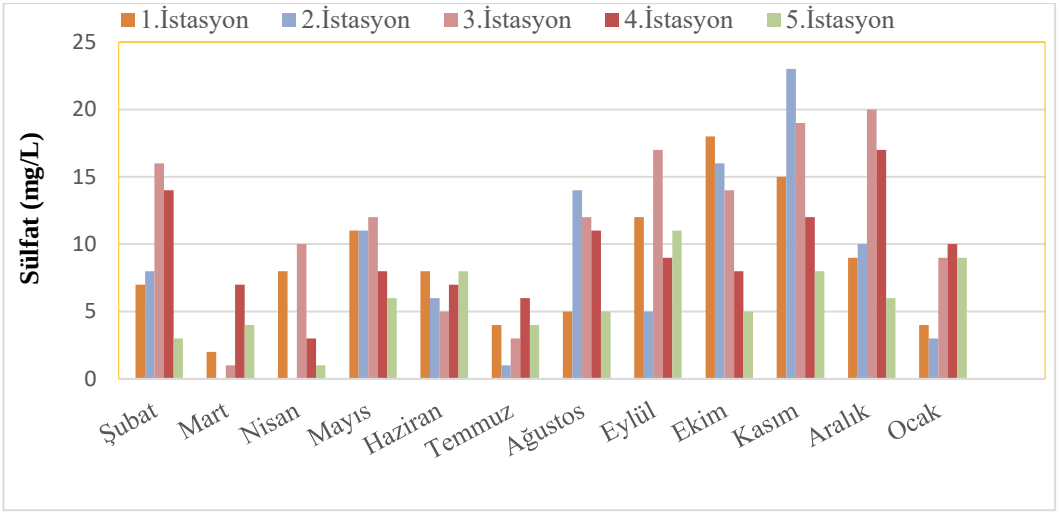
Büyük gölün örnekleme zamanlarında ölçülen alkalinite değerlerine bakıldığında Şekil 4.25.'de en yüksek aylık ortalaması aralık ayında 190,8 mg/L olup en yüksek değer ilkbahar mevsimin mart ayında 3.istasyonda 234 mg/L olarak kaydedilmiştir. En düşük aylık ortalama şubat ayında 166,2 mg/L olup en düşük değer kış mevsimin şubat ayında ve 2. istasyonda 128 mg/L olduğu saptanmıştır.

Küçük gölün örnekleme zamanlarında ölçülen alkalinite değerlerine bakıldığında Şekil 4.26.'de en yüksek aylık ortalaması aralık ayında 199,8 mg/L olup en yüksek değer kış mevsimin aralık ayında 4. istasyonda 250 mg/L olarak kaydedilmiştir. En düşük aylık ortalama mart ayında 161,8 mg/L olup en düşük değer ilkbahar mevsimin mart ayında ve 2. istasyonda 135 mg/L olduğu saptanmıştır.

4.14. Büyük göl ve Küçük Gölün Sülfat Değerleri



Şekil 4.27. Büyük Gölün sülfat değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi

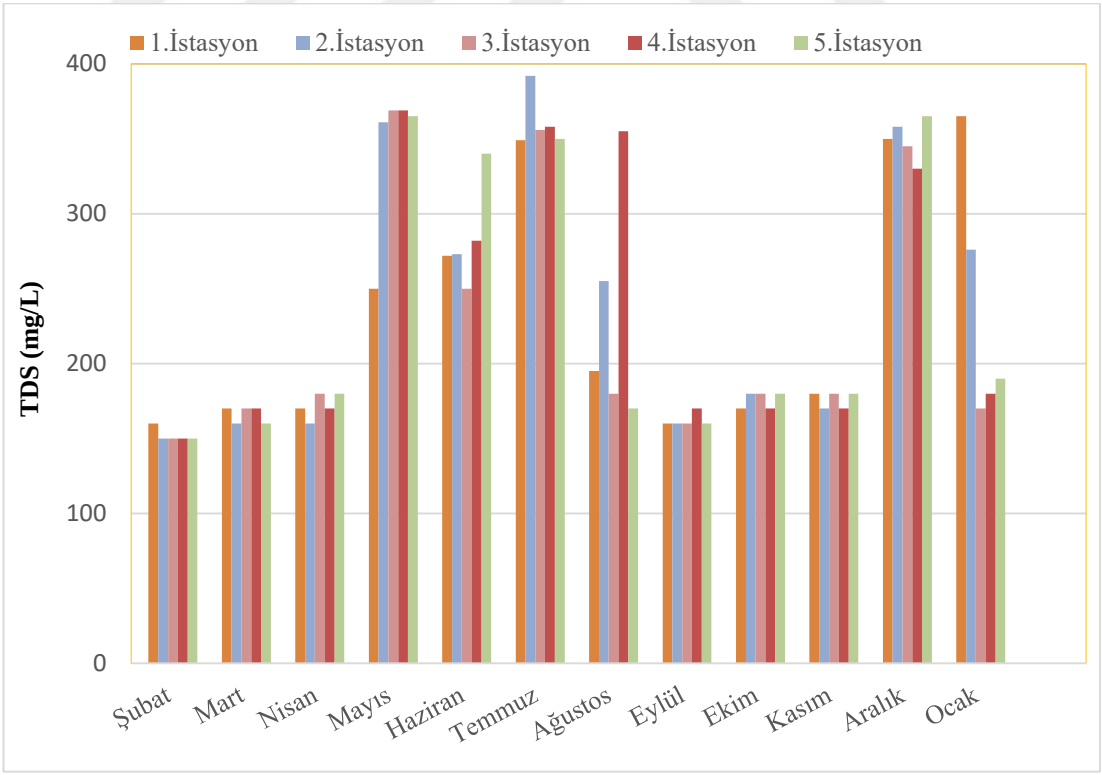


Şekil 4.28. Küçük Gölün sülfat değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi

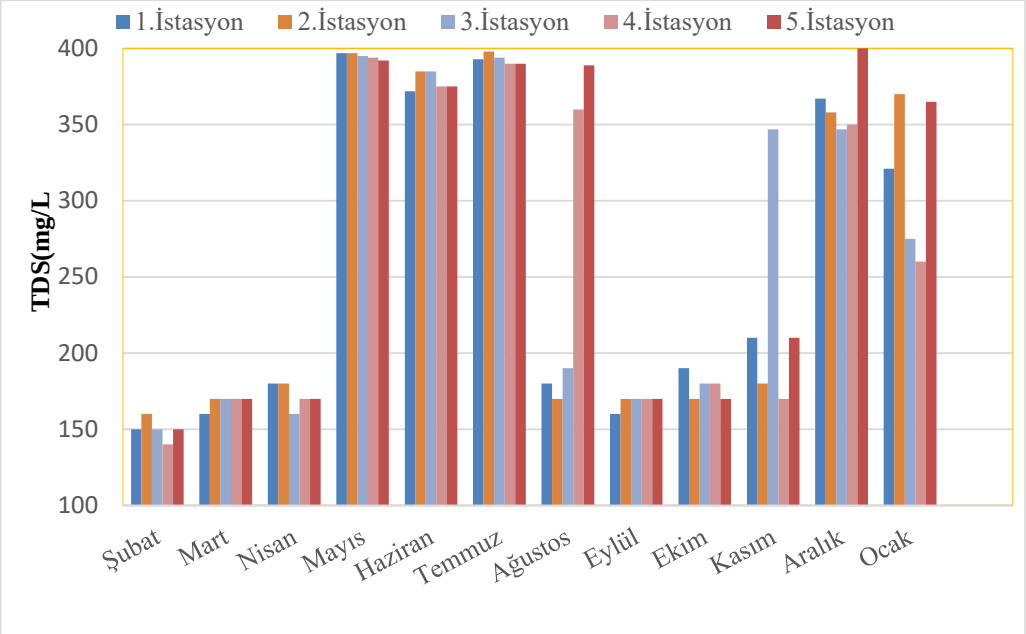
Büyük Gölü'nde yapılan incelemelerde Şekil 4.27.'de sülfat miktarı en yüksek aylık ortalama değeri aralık ayında 10,6 mg/L olduğu saptanmıştır. Sülfat miktarının en yüksek 19 mg/L ve 5. istasyonda aralık ayı olarak belirlenmiştir. Sülfat miktarı aylık ortalamaları incelendiğinde en düşük değer 2,5 mg/L olup, ilkbahar dönemin Nisan ayında ve 1.istasyonda 0,5 mg/L olarak görülmüştür.

Büyük Gölü'nde yapılan incelemelerde Şekil 4.28.'de sülfat miktarı en yüksek aylık ortalama değeri kasım ayında 15,4 mg/L olduğu tespit edilmiştir. Sülfat miktarının en yüksek 23 mg/L değeriyle 2. istasyonda kasım ayı olduğu belirlenmiştir. Sülfat miktarı aylık ortalamaları incelendiğinde en düşük değer 2,5 mg/L olup, ilkbahar dönemin mart ve nisan ayında ve 2. istasyonlarda 0 mg/L olarak görülmüştür.

4.15. Büyük Göl ve Küçük Gölün TDS (Toplam Çözünmüş Madde) Değişimleri



Şekil 4.29. Büyük Gölün TDS değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi



Şekil 4.30. Küçük Gölün TDS değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi

Büyük Gölü'nde yapılan incelemelerde Şekil 4.29.'da TDS miktarı en yüksek aylık ortalama değeri aralık ayında 349,6 mg/L olduğu saptanmıştır. TDS değerinin en yüksek 365 mg/L olup 5. istasyonda aralık ayı olduğu belirlenmiştir. Sülfat miktarı aylık ortalamaları incelendiğinde en düşük değer 150 mg/L olup, kış dönemin Şubat ayında ve 2,3,4,5. istasyonlarda en düşük değer göstermiştir.

Küçük Göl'de yapılan incelemelerde Şekil 4.30.'da TDS miktarı en yüksek aylık ortalama değeri mayıs ayında 395 mg/L olduğu saptanmıştır. TDS değerinin en yüksek 445 mg/L olup 5. istasyonda aralık ayı olduğu belirlenmiştir. TDS miktarı aylık ortalamaları incelendiğinde en düşük değer 140 mg/L olup, kış dönemin şubat ayında ve 4. istasyonlarda en düşük değer göstermiştir.

4.16. Büyük ve Küçük Göllerdeki Su Bitkilerin Davranışı

Çalışmaya başladığımız şubat ayında alınan görüntülerde göl yüzeyi açık, berrak olduğu Şekil 4.31.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.31. Büyük Gölün kış mevsimi görüntüsü



Şekil 4. 32. Büyük Gölün ilkbahar mevsimi görüntüsü

Bu çalışmada özellikle büyük gölün giderek bütün göl yüzeyini sazlık ve kamışların boy attığı yaz mevsimi ve sonbahar mevsiminde su bitkilerin arttığı Şekil 4.33.'de ve Şekil 4.34.'de fotoğraflarda görülmektedir. Ayrıca gölün sığ olması nedeniyle su sukülasyonu düşüktür. Çevrede su kuyularının açılması nedeniyle ve aşırı sulama suyu olarak kullanılması gölü besleyen yeraltı su kaynakların azaldığı

varsayılmaktadır. Bu nedenle su bitkilerinin tespiti ve izlenmesi göllerin ve sulak alanların korunması için büyük önem taşımaktadır.

Büyük gölün giderek artan sazlık ve kamışların her numune aldığımız ayda alınan görüntülerle artışın devam ettiği Şekil 4.33.'de belirlemiş olduğu mevsimi temsilen temmuz ayında alınan görüntüler bariz olarak görülmektedir.



Şekil 4.33. Büyük gölün yaz mevsimi sazlıklar

Ayrıca eylül ayında alınan görüntülerde sazlıkların ve bitkilerin tüm göl yüzeyini kapladığı ve boylarının 2 m bulduğu Şekil 4.34.'de gösterilmiştir. Gölle giren nütrientlerin azot fosfor gibi kaynakların artış göstermesine paralel olarak bu su bitkilerin büyüdüğü varsayılabilir. İlkbahar ve yaz mevsiminde yağış akıntı ve sızıntı ile azot fosfor besin maddelerinin ve havalarının ısınmasıyla sıcaklık artışına paralel olarak atış beklenir (Winkel, 2008).



Şekil 4.34. Büyük Gölün sonbahar mevsimi görüntüleri

Küçük gölde herhangi bir atıksu deşarjı yapılmamıştır. Gölde süreç içerisinde, 12 ay boyunca yapılan gözlemde kenarları hariç, su bitkileri göl merkezinde Şekil 4.35.'de oluşmadığı görülmektedir. Bu durum göle azot ve fosfor gibi nütrientlerin girişinin olmadığı veya minimum olduğu gölün özümleme kapasitesinin aşınmadığı şekilde değerlendirilebilir.



Şekil 4.35. Küçük Gölün mevsimsel görüntüleri (A) İlkbahar mevsimine ait görüntüsü, B) Yaz mevsimi C) Sonbahar mevsimi ve D) Kış mevsimi

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Büyük Göl ve Küçük Göllerde çalışmamızda bir yıl boyunca ölçülen su kalitesi parametrelerinin toplam on istasyondan alınan su numunelerin aylık ve mevsimsel değişim değerleri tablolar ve grafikler halinde ifade edilmiştir. Bazı parametrelerde zamansal olarak farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu parametreler ayrı ayrı değerlendirilerek göl suyunun kalitesi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu parametreler iletkenlik (EC), sıcaklık (T), çözünmüş oksijen (DO), pH, askıda katı maddeler (AKM), nitrat nitrojen (NO3-N), Toplam Azot (TN)), Toplam Fosfor (TP), Toplam Fosfor (TP), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Alkalinite ve Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ), analizlerin sonuçlarına göre, su kalitesi Yüzey Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği (YSKKY)'inde verilmiş "Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" çizelgesinden yararlanılarak değerlendirilip ifade edilmiştir. Su kalitesi parametreleri I,II,III ve IV olup dört sınıfa ayrılmaktadır. Yapılan çalışmada su kalitesi sınıfları tespit edilirken on istasyonun yıllık değişim aralığına göre dikkate değerlendirilmiştir. Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Çizelge 5.1.'de gösterilmiştir.

Büyük Göl ve Küçük Göl'de ölçümü yapılan fiziksel ve kimyasal verilerin değerlendirilmesi ile elde edilen sonuç verilerine göre Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği gereğince; askıda katı madde, sülfat, nitrit, çözünmüş oksijen, bakımından I.sınıf su kalitesi olduğu tespit edilmiştir. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), toplam fosfat değerleri bakımından III. Sınıf su kalitesi olduğu belirlenmiştir. Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), nitrat, sıcaklık IV Sınıf su kalitesi özelliği gösterirken pH parametresi de I-III. su kalite sınıfında olup toplam azot değeri de II. Sınıf su kalitesi özelliğine sahiptir. Toplam alkanite değerleri incelendiğinde sert sular sınıfında olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 5.1. Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri

.

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları				Büyük göl değişim aralığı	Küçük göl değişm aralığı
	Sınıf I (çok iyi)	Sınıf II (iyi)	Sınıf III (orta)	Sınıf IV (zayıf)		
Sıcaklık (°C)	≤25	≤ 25	≤ 30	> 30	10-33	9-26
Çözünmüş oksijen (mg O2/L)a	> 8	6-8	3-6	< 3	6,12-10,32	6,15-11,6
Nitrat azotu (mg NO_3^--N/L)	< 5	5-10	10-20	> 20	0,5-30,1	0,01-26,9
Nitrit azotu (mg NO_2^--N/L)	<0,002	0,002-0,01	0,01-0,05	> 0,05	0,009-0,98	0,0045-0,12
Toplam fosfor (mg P/L)	< 0,02	0,020,16	0,16-0,65	> 0,65	0,085-0,89	0,75-0,041
Toplam azot (mg N/L)	< 5	5-10	10-20	> 20	2,15-8,95	2,8-9,57
Kimyasal oksijen ihtiyacı (mg/L)	< 25	25-50	50-70	> 70	17-55	17-45,12
Biyolojik oksijen ihtiyacı (mg/L)	< 4	4-8	8-20	> 20	5-40	4-40
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	< 6,0 veya > 9,0 dışında	6,3-8,9	6,5-9
Elektriksel İletkenlik (µS/cm)	< 400	1000	3000	> 3000	310-635	310-606

Büyük Gölüne etki eden kirletici faktörlerin daha çok tarımda kullanılan gübrelerden, evsel atıklardan ve atıksuların göle direk deşarj yapıldığı tespit edilmiştir.

Su seviyesinin düşmesi sonucu sazlık alanlar artmıştır. Bu sebeple su seviyesindeki bir metrelik düşüş, bitkilerin artışı ile ters orantılı olduğundan, yeni ortaya çıkan bitkilerin büyümesine izin vermiş olabilir.

Daha önceki yıllarda özellikle Büyük gölün etrafındaki yapılardan göle direk atık suyun deşarjı yapıldığı bu süreç içerisinde gölün aşırı azot fosfora yüklendiği su bitkilerin artışına neden olmuştur. Daha sonraki yıllarda su otoritelerinin (DSİ, yerel yönetimler, çevre il Müdürlüğü vb.) gölün kurtarılması ötrofikasyon sürecini engelemeye yönelik ve göl çevresi ile ilgili herhangi bir düzenlemenin yapılmaması su bitkileri temizleme ve gölde biriken sedimentin birikmesi ve zamanla temizlenmemesi gölü besleyen yeraltı su kaynakları gözeneklerin tıkanması yer altı su kaynakların azalmasına neden olmuştur. İlerleyen dönemlerde deşarjların engelemesine rağmen gölün sığ olması, akış ve yağışların az olması, göllerin çevresindeki su kuyuların açılması gölü besleyen yeraltı su kaynaklarından beslenmesinin azalması nedeniyle mevsimsel olarak su bitkilerinde özellikle yaz ve sonbahar aylarında artış görülmüştür.

5.2. Öneriler

Büyük gölün öncelikle mevcut olan kirliliğin temizlenmesi ve ardından standartlara göre çalışılması önerilmektedir.

- Çevredeki tüm paydaşlardan oluşan göl koruma komitesi oluşturulabilir.
- Gölün refahı hakkında insanları bilinçlendirmekle yükümlü olmalı
- Büyük ve Küçük Göl yağış havzası ile bütünleştirilmeli, kirliliğin kaynağı belirlenmeli, göllere atıksu deşarj edilmemeli ve deşarjdan kaçınılmalıdır.
- Göl çevresinde düzensiz ve plansız yapılaşmayı kontrol edilmelidir.
- Biyolojik ve ileri arıtma için yerleşim yerlerinden atık su toplamak için uygun atıksu uzaklaştırma sistemlerini ve mevcut sistemlerini kullanın. Yöntemle saflaştırılmalıdır.
- Katı atık yönetimi, atıkların göl kıyısına yakın bir yerde birikmesini engelleyecektir.

Kapalı havzalar okyanusa ulaşamadıkları için yüzey suları göllere, sulak alanlarına veya bataklıklara boşaltılmaktadır. Bu nedenle kirliliği önlemek için sıkı önlemler alınmalıdır. Atıksuların su kaynaklarına deşarjının ana kirlilik faktörü olarak belirlenmiştir. Yetersiz arıtılmış veya arıtılmamış kentsel deşarjlar, yüzey ve

yeraltı su kütlelerini etkileyebilir. Kirliliği önlemek amacı ile gelişmiş arıtma teknolojileri kullanılarak atık su deşarjını azaltmak ve kirlilik yükünü azaltmak önemlidir. Başlıca kirleticiler arasında organik kirliliği, besin maddelerini ve kimyasal kirleticileri hesaplayabiliriz. Yüksek teknolojili kentsel atıksu arıtma tesisleri inşa etmek ve arıtma seviyesini iyileştirmek için mevcut kanalizasyon arıtma tesislerinde gerekli dönüşümleri gerçekleştirmek. Kanalizasyon arıtma altyapısı veya kentsel su temini altyapısı inşaatı, iyileştirme veya bakım, inşaat, iyileştirme veya septik tankların bakımını sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

ADJAKLOE, Y. D., 2021. Customary water resources governance in the Faase community of Ghana. Social Sciences & Humanities Open, 4 (1): 100228.

ALPARSLAN, K., KARAKAYA, G., KOÇER, M. A. T., ve YILDIZ, N., 2013. Güzelyurt Baraj Gölü (Malatya) Su Kalitesinin Belirlenmesi. Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 2 (1): 1-11.

BAŞARAN, K. A., ve EGEMEN, Ö., 2006. Orta Toros Dağlarındaki Eğrigöl" ün su kalitesi parametrelerinin araştırılması". Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 12 (2): 137-143.

BHATERİA, R., and JAİN, D., 2016. Water quality assessment of lake water: a review. Sustainable Water Resources Management, 2 (2): 161-173.

BORZENKO, S. V., 2021. The main formation processes for different types of salt lakes: Evidence from isotopic composition with case studies of lakes in Transbaikalia, Russia. Science of The Total Environment, 782: 146782.

BRACK, W., ALTENBURGER, R., SCHÜÜRMANN, G., KRAUSS, M., HERRÁEZ, D. L., VAN GİLS, J., and DE ARAGÃO UMBUZEİRO, G., 2015. The Solutıons project: challenges and responses for present and future emerging pollutants in land and water resources management. Science of the total environment, 503: 22-31.

BULUT C, ATAY R., UYSAL K., 2009. Eğirdir Gölü'nde Fiziko-Kimyasal Parametrelerin Mevsimsel Değişimi ve Limnolojik Açıdan Değerlendirilmesi. Anadolu Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10 (2): 447-454.

EL-MAGD, S. A. A., TAHA, T. H., PİENAAR, H. H., BREİL, P., AMER, R. A., and NAMOUR, P., 2021. Assessing heavy metal pollution hazard in sediments of Lake Mariout, Egypt. Journal of African Earth Sciences, 176: 104116.

ERTÜRK, M. D., 2005. Acarlar Gölündeki mikrobiyolojik ve kimyasal kirlenme olaylarının tespiti Doctoral dissertation, Marmara Universitesi,

FAKIOĞLU, Y. E., ALP, M. T., ve KOCA, H. M., 2014. Akgöl lagünü (Silifke/Mersin) su kalitesi ve alg florasının belirlenmesi. Mersin Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimleri Bölümü, Mersin,

FANG, Z., CHEN, D., YAN, F., LV, J., WANG, Y., and GUAN, X., 2021. A Novel Ni/ZnO/Cu Composite Electrode with High Sensitivity for Detection of Chemical Oxygen Demand. Surfaces and Interfaces, 24: 101091.

DAS, R.,KRİSHNAKUMAR, A., KUMAR, M. R., and THULSEEDHARAN, D., 2021. Water quality assessment of three tropical freshwater lakes of Kerala, SW India, with special reference to drinking water potential. Environmental Nanotechnology, Monitoring& Management, 16: 100588.

DEDE, A., 2009. İznik göl suyu kalite parametrelerinin yapay sinir ağlarıyla değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi,

DEMİREL, M., 2009. Su kaynakları yönetimindeki politika ve sorunlar: Denizli örneğinde bir değerlendirme. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi,

DHİVYAPRABHA, T. T., SUBASHİNİ, P., KRİSHNAVENİ, M., SANTHİ, N., SİVANPİLLAİ, R., and JAYASHREE, G., 2021. An intelligent estimation model for water quality parameters assessment at Periyakulam Lake, South India. In Intelligent Environmental Data Monitoring for Pollution Management (pp. 161-193). Academic Press.

DİNÇER, S., 2014. Çanakçı Deresi su kalitesi ve kirlilik düzeyinin belirlenmesi Doctoral dissertation.

DİRİCAN, S., 2008. Kılıçkaya Baraj Gölü (Sivas-Türkiye)'nin Fiziko-Kimyasal Özelliklerinin Gökkuşağı Alabalığı Yetiştiriciliği İçin Değerlendirilmesi. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1 (2): 11-21.

GENG, M., WANG, K., YANG, N., Lİ, F., ZOU, Y., CHEN, X., ... & XİE, Y., 2021. Spatiotemporal water quality variations and their relationship with hydrological conditions in Dongting Lake after the operation of the Three Gorges Dam, China. Journal of Cleaner Production, 283: 124644.

GOODİER, J., 2013. Encyclopedia of Lakes and Reservoirs. Reference Reviews.

HAKSEVENLER, B. H. G., ve SELMA, A. Y. A. Z., 2021. Noktasal ve yayılı kirletici kaynaklarının yüzeysel su kalitesi üzerinde etkisi, Alaşehir Çayı alt havzası örneği. Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11 (4): 1258-1268.

HATVANİ, I. G., KİRSCHNER, A. K., FARNLEİTNER, A. H., TANOS, P., ve HERZİG, A., 2018. Hotspots and main drivers of fecal pollution in Neusiedler See, a large shallow lake in Central Europe. Environmental Science and Pollution Research, 25 (29): 28884-28898.

https://www.artemisaritim.com/dunya-genelinde-su-kaynaklarinin-durumu

İLERİ, S., KARAER, F., KÂTİP, A., ve SONAY, O. N. U. R., 2014. Sığ Göllerde Su Kalitesi Değerlendirmesi, Uluabat Gölü Örneği.

JENNY, J. P., ANNEVİLLE, O., ARNAUD, F., BAULAZ, Y., BOUFFARD, D., DOMAİZON, I., and WEYHENMEYER, G. A., 2020. Scientists' warning to humanity: rapid degradation of the world's large lakes. Journal of Great Lakes Research, 46 (4): 686-702.

JİN-YAN, L., LAN-BO, C., MİAO, D., and ALİ, A., 2021. Water resources allocation model based on ecological priority in the arid region. Environmental Research, 199: 111201.

KARA, C., ve ÇÖMLEKÇİOĞLU, U., 2004. Karaçay (Kahramanmaraş)'ın kirliliğinin biyolojik ve fiziko-kimyasal parametrelerle incelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, 7 (1): 1-7.

KARADAVUT, U., 2009. Path analysis for yield and yield components in lentil (Lens culinaris Medik.). Turkish journal of field crops, 14 (2): 97-104.

KÂTİP, A., ve KARAER, F., 2011. Uluabat Gölü su kalitesinin Türk mevzuatına ve uluslararası kriterlere göre değerlendirilmesi. Uludağ University, Journal of The Faculty of Engineering, 16 (2): 25-34.

KÜÇÜKYILMAZ, M., USLU ŞENEL, G. Ü. L. Ş. A. D., BİRİCİ, N., ÖRNEKÇİ, N. G., YILDIZ, N., ve ŞEKER, T., 2017. Karakaya Baraj Gölü su kalitesinin incelenmesi. Yunus Araştırma Bülteni, 17 (2): 145-155.

KURTTAŞ, T. Ü. R. K. E. R., ve TEZCAN, L. E. V. E. N. T., 2018. Nemrut kaldera göllerinin su kaynakları potansiyeli. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22 (2): 823-831.

KUMAR, S., ISLAM, A. R. M. T., ISLAM, H. T., HASANUZZAMAN, M., ONGOMA, V., KHAN, R., ve MALLİCK, J., 2021. Water resources pollution associated with risks of heavy metals from Vatukoula Goldmine region, Fiji. Journal of Environmental Management, 293: 112868.

LİU, S., RYU, D., WEBB, J. A., LİNTERN, A., GUO, D., WATERS, D., ve WESTERN, A. W., 2021. A multi-model approach to assessing the impacts of catchment characteristics on spatial water quality in the Great Barrier Reef catchments. Environmental Pollution, 288: 117337.

LU, S., LİAN, Z., SUN, H., WU, X., BAİ, X., ve WANG, C., 2021. Simulating Trans-Boundary Watershed Water Resources Conflict. Resources Policy, 73: 102139.

MAO, Z.,GU, X., CAO, Y., LUO, J., ZENG, Q., CHEN, H., ve JEPPESEN, E., 2021. How does fish functional diversity respond to environmental changes in two large shallow lakes?. Science of The Total Environment, 753: 142158.

MİNARECİ, O., ve SUNGUR, Ö., 2019. Akgöl ve Gebekirse Göllerinde (Selçuk, İzmir, Türkiye) Bazı Fiziko-Kimyasal Parametrelerin Mevsimsel Değişimi. Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9 (4): 751-758.

MUTLU, E., DEMİR, T., KUTLU, B., ve YANIK, T., 2013. Sivas-Kurugöl Su Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi.

SHENOGİN, S., FERGUSON, L., ve ROY, A. K., 2020. The effect of contact resistance on electrical conductivity in filled elastomer materials. Polymer, 198: 122502.

NOOR, M. H. M., LEE, W. J., AZLİ, M. F. Z. M., NGADİ, N., MOHAMED, M., INUWA, I. M., and OPOTU, L. A., 2021. Microwave-vs Ultrasonic-synthesis of magnetic Moringa oleifera coagulant for the reduction of chemical oxygen demand in palm oil wastewater. Environmental Technology & Innovation, 102069.

ÖZAKKOYUNLU, S., 2007. Gölünyazı Gölü'nün (Çorum) Su Kalitesinin Fiziksel ve Kimyasal Yöntemlerle Tespit Edilmesi ve Göl Civarında Yaşayan Bazı Hayvanların Belirlenmesi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

ÖZATLAR, E., 2019. Hazar Gölü Kıyı Sularında Yetişen Sucul Bitkilerde, Göl Suyunda Ve Sedimentinde Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ.

ÖZBEK, M. ve Sarý, H. M., 2007. Batı Karadeniz Uzun-Bölgesi'ndeki bazı göllerin Hirudinea (Annelida) göl'ün bazı limnolojik ve hidrografik özellikleri faunası. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi, (3): 43-48.

POLAT, F., 2009. Almus Baraj Gölünde Bazı Fizikokimyasal Parametrelerin Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Değerlendirilmesi Ve Gölün Fosfor Taşıma Kapasitesinin Belirlenmesi. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü,

RAHMAN, K., BARUA, S., ve IMRAN, H. M., 2021. Assessment of water quality and apportionment of pollution sources of an urban lake using multivariate statistical analysis. Cleaner Engineeringand Technology, 100309.

ROY, R., ve MAJUMDER, M., 2019. Assessment of water quality trends in Loktak Lake, Manipur, India. Environmental Earth Sciences, 78 (13): 1-12.

TANG, C., HE, C., Li, Y., and ACHARYA, K., 2021 Diverse responses of hydrodynamics, nutrients and algal biomass to water diversion in a eutrophic shallow lake. Journal of Hydrology, 593: 125933.

TAŞ, B., 2011. Gaga Gölü (Ordu, Türkiye) su kalitesinin incelenmesi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 1 (3): 43-61, ISSN:1309-4726.

TEPE, Y., 2009. Reyhanlı Yenişehir Gölü (Hatay) Su Kalitesinin Belirlenmesi.

TONG, Y., SUN, J., UDDİN, M., KONG, X., LİN, Y., WANG, M., and WU, Z., 2021. Perspectives and challenges of applying the water-food-energy nexus approach to lake eutrophication modelling. Water Security, 14: 100095.

TÜLEK, S., 2006. Kızılırmak nehri su kalitesi belirlenmesi ve ötrofikasyona bağlı risk değerlendirmesi Master's thesis, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

ÜNLÜ, A., ÇOBAN, F., ve TUNÇ, M. S., 2008. Hazar Gölü Su Kalitesinin Fiziksel ve İnorganik kimyasal Parametreler Açısından İncelenmesi. Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University, 23 (1).

VAN WİNKEL, D., 2008. Efficiency of techniques for post-translocation monitoring of the Duvaucel's gecko (Hoplodactylus duvaucelii) and evidence of native avian predation on lizards: a thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Conservation Biology, Massey University, Auckland, New Zealand Doctoral dissertation, Massey University.

VEREP, B., ÇELİKKALE, M. S., ve DÜZGÜNEŞ, E., 2002. Uzun- göl'ün bazı limnolojik ve hidrografik özellikleri. faunası. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 19 (1-2): 233-240.

YAĞCI, M. A., 2010. Göllerde Ötrofikasyon, Kontrolü ve Planktonik Gösterge Türler. Aquaculture Studies, 10 (1): 011-014.

YAO, J., WANG, G., WANG, L., ZHANG, X., and WANG, P., 2021. Assessing the spatiotemporal variability of lake water quality using A novel multidimensional shape–Position similarity cloud model. Journal of Hydrology, 599: 126379.

YE, L., CHENG, L., LİU, P., LİU, D., ZHANG, L., QİN, S., and XİA, J., 2021. Management of vegetative land for more water yield under future climate conditions in the over-utilized water resources regions: A case study in the Xiong'an New Area. Journal of Hydrology, 126563.

YILDIRIM SÖNMEZ, F., 2016. Karmuç çayı su kalitesinin izlenmesi Doctoral dissertation, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 70.

YILMAZ, F., 2004. Mumcular Barajı (Muğla-Bodrum)nın Fiziko-Kimyasal Özellikleri. Ekoloji, 13 (50): 10-17.

YILDIZ. İ., 2013. Gelevre deresi su kalitesi ve kirlilik düzeyinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Giresun: Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri.

YU, C., YİN, X., Lİ, H., ve YANG, Z., 2020. A hybrid water-quality-index and grey water footprint assessment approach for comprehensively evaluating water resources utilization considering multiple pollutants. Journal of Cleaner Production, 248: 119225.

ZHAO, Y., XİA, X. H., YANG, Z. F., ve WANG, F., 2012. Assessment of water quality in Baiyangdian Lake using multivariate statistical techniques. Procedia Environmental Sciences, 13: 1213-1226.

ZHU, S., PTAK, M., YASEEN, Z. M., DAİ, J., and SİVAKUMAR, B., 2020. Forecasting surface water temperature in lakes: A comparison of approaches. Journal of Hydrology, 585: 124809.

WEERASİNGHE, V. P. A., ve HANDAPANGODA, K., 2019. Surface water quality analysis of an urban lake; East Beira, Colombo, Sri Lanka. Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management, 12: 100249.