

**GÖLÜNYAZI GÖLÜ'NÜN (ÇORUM) SU KALİTESİNİN FİZİKSEL
VE KİMYASAL YÖNTEMLERLE TESPİT EDİLMESİ VE GÖL
CİVARINDA YAŞAYAN BAZI HAYVANLARIN BELİRLENMESİ**

Semanur ÖZAKKOYUNLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE BİLİMLERİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OCAK 2007
ANKARA**

**GÖLÜNYAZI GÖLÜ'NÜN (ÇORUM) SU KALİTESİNİN FİZİKSEL
VE KİMYASAL YÖNTEMLERLE TESPİT EDİLMESİ VE GÖL
CİVARINDA YAŞAYAN BAZI HAYVANLARIN BELİRLENMESİ**

Semanur ÖZAKKOYUNLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE BİLİMLERİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OCAK 2007
ANKARA**

Semanur ÖZAKKOYUNLU tarafından hazırlanan GÖLÜNYAZI GÖLÜ'NÜN (ÇORUM) SU KALİTESİNİN FİZİKSEL VE KİMYASAL YÖNTEMLERLE TESPİT EDİLMESİ VE GÖL CİVARINDA YAŞAYAN BAZI HAYVANLARIN BELİRLENMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Dr. Ali SALUR

Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Çevre Bilimleri Anabilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : Prof. Dr. Suat KIYAK

Üye : Doç. Dr. Sibel YİĞİT

Üye : Doç. Dr. Ahmet ALTINDAĞ

Üye : Y. Doç. Dr. M. Sayım KARACAN

Üye : Öğr. Gör. Dr. Ali SALUR

Tarih : 23/01/2007

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Semanur ÖZAKKOYUNLU

**GÖLÜNYAZI GÖLÜ'NÜN (ÇORUM) SU KALİTESİNİN FİZİKSEL VE
KİMYASAL YÖNTEMLERLE TESPİT EDİLMESİ VE GÖL CİVARINDA
YAŞAYAN BAZI HAYVANLARIN BELİRLENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Semanur ÖZAKKOYUNLU

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Ocak 2007**

ÖZET

Bu çalışma, Kasım 2005 ile Eylül 2006 tarihleri arasında Çorum ili sınırları içerisinde yer alan Gölünyazı Gölü'nün su kalitesinin tespiti amacıyla yapılmıştır. Gölünyazı Gölü'nden periyodik olarak iki ayda bir alınan su örnekleri laboratuvar ortamında fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanılarak incelenmiş ve yapılan analiz sonuçlarına göre gölün su kalitesi belirlenmiştir. Ayrıca göl civarında yaşayan bazı hayvan örnekleri toplanarak, teşhis edilmiştir. Bu çalışma, Gölünyazı Gölü'nün su kalitesinin belirlenmesine yönelik olarak yapılan ilk çalışmadır.

Bilim Kodu : 903.1.126
Anahtar Kelimeler : Gölünyazı Gölü, Su Kalitesi, Fiziksel ve Kimyasal Yöntemler
Sayfa Adedi : 53
Tez Yöneticisi : Dr. Ali SALUR

**DETERMINATION OF THE GOLUNYAZI LAKE (ÇORUM) WATER
QUALITY THROUGH PHYSICAL AND CHEMICAL METHODS AND
IDENTIFICATION OF CERTAIN ANIMALS LIVING AROUND THE LAKE
(M.Sc. Thesis)**

Semanur ÖZAKKOYUNLU

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
January 2007**

ABSTRACT

This study was performed between the dates of November 2005 and September 2006 in order to determine water quality of the Gölünyazı Lake located within the borders of Çorum province. Water samples periodically taken from the Gölünyazı Lake bimonthly were analyzed with physical and chemical methods and water quality of the lake was identified according to the results of the analyses performed. Furthermore, samples of certain animals living around the lake was collected and defined. This study is the first study, carried out to determine water quality of the Gölünyazı Lake.

**Science Code : 903.1.126
Key Words : Gölünyazı Lake, Water Quality, Physical and
Chemical Methods
Number of Pages : 53
Project Administrator : Dr. Ali SALUR**

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın her aşamasında yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Dr. Ali SALUR' a teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim. Laboratuvar çalışmaları süresince kıymetli tecrübelerini esirgemeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Atilla MURATHAN' a şükranlarımı sunarım. Ayrıca araziden toplanan örneklerin teşhisi konusunda verdiği destekten dolayı Mustafa DARILMAZ'a ve çalışmalarına yardımlarından dolayı eşim Murat SERBES'e çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GÖLLERİN ÖZELLİKLERİ	3
2.1. Fiziksel Özellikler	3
2.1.1. Işık	3
2.1.2. Sıcaklık	3
2.1.3. Turbidite (Bulanıklık)	5
2.1.4. Yoğunluk	6
2.2. Kimyasal Özellikler	6
2.2.1. Çözülmüş gazlar	7
2.2.2. Çözülmüş maddeler.....	9
3. GÖLLERİN KİRLENMESİ.....	15
3.1. Göllerde Biyofizikokimyasal Olaylar	16
4. ARAŞTIRMA YERİNİN TANITILMASI	18

Sayfa

4.1. Konu İle İlgili Literatür	20
5. MATERYAL VE METOT.....	22
5.1. Su Örneklerinin Alınması	23
5.2. Fiziksel ve Kimyasal Ölçümler.....	23
5.2.1. Kalsiyum.....	24
5.2.2. Toplam sertlik.....	24
5.2.3. Magnezyum.....	25
5.2.4. Alkalinite.....	25
5.2.5. Çözünmüş oksijen.....	26
5.2.6. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı.....	27
5.2.7. Spektrofotometrik analizler	27
5.3. Canlı Örneklerinin Toplanması ve Saklanması	28
6. BULGULAR	29
7. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	31
7.1. Fiziksel ve Kimyasal Sonuçlar.....	31
7.1.1. pH	31
7.1.2. Sıcaklık	32
7.1.3. Elektriksel iletkenlik.....	32
7.1.4. Kalsiyum	33
7.1.5. Toplam sertlik	34
7.1.6. Magnezyum.....	35
7.1.7. Alkalinite.....	36
7.1.8. Nitrat azotu.....	37

Sayfa

7.1.9. Amonyum azotu	38
7.1.10. Nitrit azotu	38
7.1.11. Sülfat.....	39
7.1.12. Fosfat	40
7.1.13. Çözünmüş oksijen.....	40
7.1.14. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ ₅)	41
7.2. Biyolojik Sonuçlar.....	43
8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	44
KAYNAKLAR.....	46
EKLER SAYFASI.....	49
EK-1 İçme suyu standartları	50
EK-2 Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri.....	51
ÖZGEÇMİŞ	53

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Suyun sıcaklığı ile çözünmüş oksijen miktarı arasındaki ilişki	8
Çizelge 2.2. Suların sertlik sınıflandırması	11
Çizelge 4.1. Gölünyazı Gölü civarında bulunan bazı kuşların listesi	19
Çizelge 5.1. Yapılan analizler ve yöntemleri	23
Çizelge 6.1. Deney sonuçları.....	29
Çizelge 6.2. Çorum iline ait 2005-2006 yılları arasındaki aylık ortalama hava sıcaklığı ve yağış miktarı.....	30
Çizelge 7.1. Araştırma alanında yaşadığı tespit edilen bazı hayvanlar.....	43

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Göl ekolojisinin şematik gösterimi	15
Şekil 3.2. Ekosistemlerde enerji akışı.....	16
Şekil 3.3. Ekosistemde madde döngüsündeki aşamalar.....	17
Şekil 7.1. pH değerinin aylara göre değişimi	31
Şekil 7.2. Sıcaklık değerinin aylara göre değişimi	32
Şekil 7.3. Elektriksel iletkenlik değerinin aylara göre değişimi.....	33
Şekil 7.4. Kalsiyum miktarının aylara göre değişimi	34
Şekil 7.5. Toplam sertlik değerinin aylara göre değişimi	34
Şekil 7.6. Magnezyum miktarının aylara göre değişimi	36
Şekil 7.7. Alkalinite değerinin aylara göre değişimi	37
Şekil 7.8. Nitrat azotu miktarının aylara göre değişimi	38
Şekil 7.9. Nitrit azotu miktarının aylara göre değişimi.....	39
Şekil 7.10. Sülfat miktarının aylara göre değişimi	39
Şekil 7.11. Fosfat miktarının aylara göre değişimi.....	40
Şekil 7.12. Çözünmüş oksijen miktarının aylara göre değişimi.....	41
Şekil 7.13. BOİ ₅ değerinin aylara göre değişimi.....	42

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 4.1. Gölünyazı Gölü'nün kuş gözlem kulesinden çekilen görüntüsü	18
Resim 4.2. Gölünyazı'da balıkçıların avlanması.....	20
Resim 5.1. Gölünyazı Gölü'nde su örneklerinin alındığı noktalar.....	22

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

ppm

Milyonda bir kısım

Kısaltmalar

AT

Avrupa Topluluğu

TSE-266

Türk Standartları 266 kısaltmalar

TSE

Türk Standartları Enstitüsü

WHO

Dünya Sağlık Örgütü

BOİ₅

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı

Eİ

Elektriksel iletkenlik

KOİ

Kimyasal oksijen ihtiyacı

1. GİRİŞ

Dünyadaki toplam su miktarı 141 milyar m³ iken tuzlu sular toplam suyun %97,6'sını, tatlısu kaynakları toplam suyun %2,4'ünü oluşturur. Tatlısuların göllerde, akarsularda ve barajlarda bulunan kısmı ise %0,3'tür. Bu oranlardan anlaşılacağı gibi kullanılabilir suyun miktarı oldukça azdır [1].

Su kaynakları; evsel atıklardan, endüstri ve tarım faaliyetlerinin sonuçlarından olumsuz yönde etkilenmektedir. Özellikle sanayi ve evsel atıkların doğrudan veya dolaylı olarak göl, akarsu ve denizlere boşaltılması, tarımda pestisitlerin bilinçsiz kullanımı ve aşırı gübre kullanılması, deniz kazaları ile deniz taşımacılığı suların kirlenmesine neden olan faaliyetlerdendir.

Günümüzde, yukarıda bahsedilen sebeplerden dolayı su kaynaklarının kalitesi giderek azalmaktadır. Dünyada mevcut olan, kullanılabilir su miktarının oldukça az olduğu ve insan nüfusunun hızla arttığı düşünüldüğünde su kaynaklarının korunmasında yapılan çalışmaların daha geniş alanlara yayılması ve artırılması gerektiği sonucuna varılmaktadır.

Su kirliliğinden en çok etkilenen ortamlar göllerdir. Çünkü göller, durgun su grubuna dahildir ve durgun suların kendini yenilemeleri akarsulara ve deniz ortamlarına göre daha zor olmaktadır [1].

Çeşitli faktörlerin etkisi altında göllerde meydana gelen kirliliğin derecesini ve su kalitesini belirleyici birtakım parametreler vardır. Su kalitesini belirlemek için su kaynağına uygun olan parametrelerin seçimi oldukça önemlidir. Göllerde pH, askıda katı madde, toplam azot, toplam fosfor, klorofil-a, çözünmüş oksijen ve bakteriyolojik parametrelerin ölçümü oldukça önemlidir.

Su ortamında meydana gelen kirlilik, suda yaşayan canlıları da olumsuz yönde etkiler. Su kalitesinin belirlenmesinde suda yaşayan canlıları baz alan biyolojik

parametreleri kullanmak ve yukarıda bahsedilen fiziksel ve kimyasal yöntemlerle birlikte değerlendirmek kesin ve en objektif sonucu verir.

Bu çalışmada, başta göçmen su kuşları olmak üzere zengin yaban hayatı barındırmasının yanı sıra, yörenin su rejimini düzenleyen, iklimi yumuşatan Gölünyazı Gölü'nün fiziksel ve kimyasal yöntemlerle su kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. GÖLLERİN ÖZELLİKLERİ

2.1. Fiziksel Özellikler

2.1.1. Işık

Işık bir enerji çeşidi olup, değişik reaksiyonlar sonucu farklı enerji çeşitlerine dönüşebilir. Göllere güneşten gelen ışık enerjisi biyokimyasal reaksiyonlarla belli oranlarda kimyasal ve ısı enerjisine dönüşerek ekosistemin varlığını sürdürmesinde önemli rol oynar [2].

Ekolojide ışık şiddeti, dalga boyu ve süresi önemlidir. Göllerde ışığın şiddeti ve dalga boyu fotosentez yapan organizmaların yayılışını sınırlarken ışık süresi ise canlı yaşamındaki biyoritmlerde önemli rol oynar [3, 4].

Sucul ortamda yüzeye gelen ışınların hepsi suya geçemez. Bir bölümü geriye yansıtılır. Yansıtma miktarı su yüzeyinin ve güneşin gökyüzündeki durumuna bağlı olarak değişir. Suya geçen ışık ise belli bir açı ile kırılarak spektrum renklerine ayrılır. Göl sularına giren ışınlardan bir kısmı suyun derinliğine doğru inerken, diğerleri de su tarafından absorbe edilir. Bu olayda ışığın dalga boyu önemlidir. Uzun dalga boylu ışıktan kısa dalga boylu ışığa doğru göllerde ışığın soğurulması azalır. Kırmızı ışığın % 65' i, turuncu ışığın % 24' ü, sarı ışığın % 4' ü, yeşil ışığın % 1' i ve mavi ışığın % 5' i ilk bir iki metrede soğurulur. Uzun dalga boylu kırmızı ışık 5 metreden daha aşağıya inemezken yeşil ışığın % 45' i ve mavi ışığın % 70' i 70 metre derinliğe kadar inebilir [2, 5].

2.1.2. Sıcaklık

Suyun ısınma kaynaklarını genellikle güneş ışınları, atmosfer sıcaklığı, moleküler sürtünmeden kaynaklanan kinetik enerji ve herhangi bir su kitlesine katılan diğer su kaynakları oluşturur [2, 6].

Göl sularının sıcaklığı, mevsimlere, gölün coğrafik konumuna, yüzey alanına, derinliğine, içinde erimiş halde bulunan madensel tuzlara ve absorbe edilen güneş ışınlarına bağlı olarak değişir. Genel olarak suya giren ışık enerjisinin % 53' ü ilk metrelerde ısıya dönüşür. Uzun dalga boyundaki görünür bölge ışınları (kırmızı, turuncu) ilk metrelerde soğurulduğundan bu bölgedeki suyun ısınmasını da sağlar. Derinlere inen kısa dalga boylu ultraviyole ışınları böyle bir özelliğe sahip olmadığından derin suların ısınmasında bir etkileri yoktur [2].

Sıcaklık sulardaki birçok bitkisel ve hayvansal organizmanın dağılımlarını etkiler. Sucul organizmaların belli bir sıcaklığa toleransları vardır. Soğuk su balıklarından olan alabalığın 25°C' yi aşan sularda yaşayamadığı, 14°C' den yüksek sularda yumurtaların gelişemediği bilinir. Bazı Ephemeroptera , Plecoptera ve Crustacea türleri 15°C' nin üzerinde yaşayamadıkları halde bazı Diptera ve Oligochaeta üyeleri oksijeni az, sıcak suları severler. Ani sıcaklık değişimleri sucul canlılar için öldürücü olabilir. Her organizmanın yaşayabileceği belirli sıcaklık derecesi olduğundan organizmalar aynı zamanda suların sıcaklık göstergesidir [4].

Göllerde termal tabakalaşma

Ilıman bölgelerde bulunan büyük ve derin göllerde mevsimsel sıcaklık değişimlerine bağlı olarak tabakalaşma meydana gelir.

İlkbahar sirkülasyonu veya karışımı: Kış mevsiminin sonunda bir gölün yüzeyindeki buzlar çözülürken buz tabakasının altındaki su sıcaklığı 1°C ile 2°C arasında değişir. Dibe doğru inildikçe su sıcaklığı +4°C' ye ulaşır. Çünkü +4°C' de suyun yoğunluğu maksimumdur. İlkbaharda hava sıcaklığının artması ile yüzey suyunun sıcaklığı yükselir, +4°C' ye ulaştığında ise yüzey suyu ağırlaşarak aşağıya doğru batmaya başlar. Alttaki biraz daha soğuk (2°C - 3°C) ve hafif olan su yüzeye çıkar. Bu karışımın gerçekleşmesine ilkbahar rüzgarları da yardımcı olmaktadır. Böylece tüm göl suyu sıcaklığı yüzeyden dibe kadar aynı sıcaklığa ulaşınca kadar devam eder ve bu olaya ilkbahar karışımı denir [2].

Yaz stagnasyonu veya durgunluğu: Yaz aylarında güneş ışınlarının dik gelmeye başlamasıyla artan hava sıcaklığı nedeniyle gölün yüzey suları daha çabuk ısınır. Bir süre sonra 20°C' ye ulaşan yüzey suyunun yoğunluğu azaldığı için hafifler, batmaz ve altındaki su ile karışamaz. Bu nedenle yüzey suyu ile alttaki su arasındaki sıcaklık farkı 15°C' den fazla olabilir. Bu durumda yüzey suyu sadece rüzgarla sirkülasyon yapar. Böylece göllerde kısa bir süre sonra termal tabakalaşma meydana gelir ve üç farklı tabaka görülür. Bunlar sıcak sulardan oluşan epilimniyon denilen üst tabaka, ılıman sulardan oluşan metalimniyon veya termoklin denilen orta tabaka ve soğuk sulardan oluşan hipolimniyon denilen alt tabakadır. Bu tabakalaşmanın sebebi su sıcaklığının azalmasıyla su yoğunluğunun artmasıdır. Yazın göllerde bu tabakalaşma meydana geldikten sonra göl yaz boyunca durgunluk periyoduna girer [2,7].

Sonbahar sirkülasyonu veya karışımı: Yaz sonunda hava sıcaklığının azalmasıyla yüzey sularının sıcaklığı düşer ve dip suları ile yüzey suları arasındaki sıcaklık farkı azalır. Rüzgarın etkisiyle de yüzey ve dip suları tamamen karışarak sıcaklık ve kimyasal bakımdan homojen sular oluşur. Bu olaya sonbahar karışımı denir [4].

Kış stagnasyonu veya durgunluğu: Kış başında hava sıcaklığı azalırken yüzey suları soğuyarak +4°C' ye ulaşır ve yoğunluğu arttığı için dibe doğru çöker. Bu şekilde bütün göl suyu +4°C' ye ulaştıktan sonra yüzey kısmının daha da soğumasıyla su sıcaklığı 0°C' ye düşerek buz tabakası oluşumu görülür. Sulardaki bu hareketsizliğe kış durgunluğu denir [2, 4].

2.1.3. Turbidite (Bulanıklık)

Doğadaki sular hiçbir zaman tamamıyla saf olmayıp, içinde bulunan süspansiyon halindeki maddeler oranında berraklığını kaybederek bulanır. Bulanıklığa neden olan maddeler ya abiyotik ya da biyotik maddeler olup göle dışarıdan gelir veya gölde oluşur. Bulanıklık seston denilen su içinde yüzen veya asılı duran toz, kil, silt, balçık gibi inorganik partiküller, çürümekte olan organik maddeler ve planktonik organizmalardan kaynaklanır [2, 4].

Göllerin bulanıklığı genel olarak ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde artış gösterir. Bunun nedeni ilkbaharda suların ısınmasıyla plankton sayısının artması, yağmur ve kar sularının getirdiği materyallerin göllerde birikmesi, sonbaharda ise yine yağmur sularının ve rüzgarın etkisinin artmasıdır [4].

Genellikle sular %4 ‘ ten fazla süspansiyon halde katı madde ihtiva ettiği zaman bulanıklığın etkisi görülmeye başlar. Bulanıklık, ışık şiddetini ve ışığın su içindeki yayılışını azaltarak bitkilerin fotosentez olayını kısıtlar ve ortamın verimini düşürür. Ayrıca bulanıklığa sebep olan maddelerden bir kısmının dibe çökmesiyle beslenme ve üreme alanları örtülen organizmalar yaşamlarını devam ettiremezler [5].

2.1.4. Yoğunluk

Suyun yoğunluğu 0°C ve 760 mmHg atmosfer basıncında havanıninkine göre 775 kat daha fazladır. Suyun yoğunluğu su sıcaklığına, basınca, su içinde çözünmüş ve asılı halde bulunan mineral tuzlara bağlıdır. Saf suyun deniz seviyesinde ve +4°C’ deki yoğunluğu en yüksek olup 1gr/cm³ tür [8].

Göl sularında sıcaklık düşmesiyle yoğunluk artar ve suyun sıcaklığı +4°C’ ye düştüğü anda suyun yoğunluğu en yüksek değere ulaşır. Buzun hacmi aynı miktar suyun hacminden fazla olduğundan gittikçe hafifleyerek batmaz olur ve yüzeyde kalır. Soğuma arttıkça oluşan buz örtüsü yüzeyi kaplar. Buz tabakasının altındaki su 0°C’ dir. Aşağıya doğru inildikçe su sıcaklığı yükselerek +2, +3°C’ ye ulaşır. Bu sıcaklık dibe kadar hemen hemen aynıdır. Dip suyunun sıcaklığı derin göllerde +4°C, sığ göller de ise bu değerden daha düşük olabilir [4, 7].

2.2. Kimyasal Özellikler

Doğada bulunan sular hiçbir zaman saf su özelliğinde olmayıp içerisinde çözünmüş olan maddeler vardır. Doğal sular, saf su niteliğinde olsaydı içinde hiçbir canlı yaşayamazdı. Suda bulunan çözünmüş maddeler; çözünmüş gazlar, çözünmüş anorganik ve organik maddeler olmak üzere üç grupta toplanır.

2.2.1. Çözünmüş gazlar

Oksijen

Doğal sularda çözünmüş olarak bulunan gazlardan en önemlisi oksijendir. Bu gaz suda ortamlarda bulunan aerobik canlıların yaşamı için oldukça önemlidir. Atmosferdeki oksijen miktarı hacim olarak %20,99 veya havanın litresinde 210 cc'dir. Bu aynı hacimdeki tatlısuda bulunan oksijenden 25 defa daha fazla demektir. Atmosferdeki oksijenin hava - su yüzeyinden geçiş oranı ve suda çözünmesi bir çok etmene bağlıdır. Sularda gazların çözünmesi, gazların basıncıyla doğru orantılıdır [2].

Suyun oksijen kaynakları atmosferle temas, rüzgarın sağladığı dalga ve akıntılar, bitkisel organizmaların fotosentezi ve oksijence zengin başka su kaynaklarının katılması olarak sıralanabilir. Suyun oksijen kayıpları ise hayvansal organizmaların solunumu, bitkisel organizmaların gece solunumu, sıcaklığın artışıyla oluşan buharlaşma, suyun kirlenmesi, çeşitli metallerin yükseltgenmesi, organik maddelerin çürümesi (pütrifikasyon) ve hava ile temas sonucu suyun oksijen kaybetmesi olarak sıralanabilir [6].

Sudaki çözünmüş oksijen ile sıcaklık arasında ters bir ilişki vardır. Sıcaklık arttıkça suyun oksijen içeriği azalır. Suyun sıcaklığı ile çözünen oksijen miktarı arasındaki ilişki Çizelge 2.1'de gösterilmiştir [9].

Göllerde ilkbahar ve sonbahar sirkülasyonları esnasında su karışımı nedeniyle sular oksijence zenginleşir. Fakat yaz aylarındaki tabakalaşmalar nedeniyle dip sularında erimiş oksijen miktarı azalır. Ayrıca bu azalmada dipteki oksidasyon olayları da etkilidir.

Çizelge 2.1. Suyun sıcaklığı ile çözülmüş oksijen miktarı arasındaki ilişki [9]

Su sıcaklığı °C	Çözülmüş O ₂ ppm	Su sıcaklığı °C	Çözülmüş O ₂ ppm
0	14,6	8	11,4
1	14,2	10	11,4
2	13,9	12	10,9
3	13,5	14	10,4
4	13,1	16	10,0
5	12,5	18	9,4
6	11,9	20	9,2
7	11,6	22	8,9

Karbondioksit

Karbondioksit oksijene oranla suda çok daha fazla çözünen bir gaz olup sıcaklık, basınç, solunum ve fotosentez suda çözünmesinde etkilidir. Doğal suların canlılar için uygun bir ortam oluşturmada karbondioksitin bazı önemli özellikleri vardır. Bunlardan birisi sucul ortamın çok çabuk asidik ve bazik olmasını engelleyici etkisidir. Diğer fotosentez gibi biyolojik olayları düzenlemedeki rolüdür. Ayrıca karbondioksitin yapısında bulunan karbon tüm organik bileşiklerin yapısına katılır [8].

Karbondioksit doğal sulara ya doğrudan atmosferden difüzyonla geçer ya da göl dibindeki organik maddelerin bakteriler tarafından ayrıştırılmasıyla oluşur. Ayrıca suyun içerisinde bulunan asitler ve çeşitli karbonat bileşikler kimyasal reaksiyonlar sonucu karbondioksit oluşumuna neden olur [2].

Sularda karbondioksit; serbest halde, ayrılmamış karbonik asit (H_2CO_3), ayrılmış karbonik asit (HCO_3^- , H^+), kalsiyum bikarbonat, hidroliz sonucu oluşan hidroksit iyonları (OH^-), karbonatlardan gelen CO_3^{2-} anyonları şeklinde bulunmaktadır [4].

Hidrojen sülfür ve metan

Canlılar için oldukça zehirli olan hidrojen sülfür gazı sülfatların oksijenin olmadığı ortamlarda bakteriler tarafından indirgenmesiyle veya içinde kükürt bulunan organik moleküllerin yine oksijensiz ortamda heterotrof bakterilerce parçalanmasıyla oluşur. Sülfatlar özellikle ötrofik göllerde fazla olduğundan bu göllerin hipolimniyon tabakasında bazen oldukça yoğun olarak hidrojen sülfür gazına rastlanır [2, 10].

Metan gazı genellikle suyu fazla karışmayan göllerin dibinde oluşur, karışım yapan göllerde ise kabarcıklar halinde yüzeyden atılır. Canlılar için zararlıdır. Bataklık gazı olarak da bilinen bu gaz bakterilerin selülozu basit şekerlere dönüştürüp, oksijensiz ortamda bu şekerleri parçalamasıyla oluşur [4].

2.2.2. Çözünmüş maddeler

Organik maddeler

Suda bulunan bitki ve hayvan artıklarının bozuşup ayrışması sonucu göl sularına erimiş organik maddeler karışır. Ayrıca tarım ve gıda ile ilgili fabrikaların atık suları, evsel deşarjlar su ortamına çok fazla miktarda organik maddenin karışmasına neden olur [7]. Bu maddeler su içerisinde bulunan bakteriler tarafından ayrıştırılırken bu sırada suda çözünmüş halde bulunan oksijeni kullanırlar ve ortamın oksijen konsantrasyonunu azaltırlar. Suyu giren organik maddelerin fazla olması halinde çözünmüş oksijenin tamamı kullanılarak ortam oksijensiz bir hal alabilir. Bu durumda sistemin ekolojik dengesi bozulur ve sudaki canlı hayat tehlikeye girer [6].

Anorganik maddeler

Tatlısu ortamında bulunan en önemli çözünmüş anorganik maddeler kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, azot, fosfor, alüminyum demir, kükürt ve silisyum bileşikleridir. Ayrıca bu maddelere ek olarak doğal sularda bor, kobalt, molibden, mangan gibi elementlere de çok az miktarda rastlanır. Bu elementlere eser

elementler ya da oligoelementler denir. Bu maddeler her ne kadar eser halinde bulunsalar da canlıların yaşamlarındaki önemi büyüktür [2].

Kalsiyum ve magnezyum

Bu iki toprak alkali mineral tatlısuda en bol bulunan iyonlardır. Bir çok canlının kabuk ve iskelet yapısını oluşturan kalsiyum doğada element olarak bulunmayıp kalsiyum tuzları şeklinde bulunur. Doğada en çok karbonat şeklindedir. Bilinen diğer kalsiyum mineralleri ise kalsit, mermer, kireçtaşı, tebeşir, mergel ve dolomittir.

Magnezyum da kalsiyum gibi doğada element formunda bulunmayıp pek çok kaya ve mineralin bileşiminde yer almakla birlikte en fazla kireç taşları ve dolomit kayalarında $MgCO_3$ halinde bulunur. Magnezyumun bileşikleri kalsiyumun bileşiklerine oranla suda daha kolay çözünür. Magnezyum fotosentetik canlılarda klorofilin yapısına katıldığından oldukça önemlidir. Ayrıca alg, mantar ve bakterilerde fosfor metabolizmasını düzenlemektedir [11, 12].

Sertlik

Sulardaki sertlik büyük ölçüde suyun toprak ve kayaçlarla teması sonucu meydana gelir. Suyun sertliğine su içerisinde çözünmüş olan toprak alkali yani +2 değerlikli kalsiyum, magnezyum, stronsiyum ve baryum gibi iyonlar neden olur [13, 14].

Su sertliğinin en doğru tayini, sertlik oluşturan iyonların miktarlarının tek tek ölçülüp birbirine eklenmesi yöntemidir. Ancak çok uzun sürdüğü ve detaylı olduğu için bu metodun kullanımı güçtür [6].

Doğal sularda en sık rastlanan kalsiyum ve magnezyum iyonlarının meydana getirdiği sertlik, toplam sertlik olarak kabul edilebilir. Yüksek miktarda kalsiyum ve magnezyum içeren sular ‘sert sular’ olarak nitelendirilir [6, 12].

Sular, genel olarak sertlik oluşturan maddelerin sudaki miktarlarına göre Çizelge 2.2'deki gibi sınıflandırılırlar.

Çizelge 2.2. Suların sertlik sınıflandırması [6]

CaCO ₃ mg/l	Sertlik Derecesi
0-75	Yumuşak
75-150	Orta sertlikte
150-300	Sert
300 ve üzeri	Çok sert

Bazı Avrupa ülkelerinde sertlik derecesi birimlendirmeleri değişiktir.

Buna göre;

1 Alman Sertlik Derecesi: 17,8 mg/l CaCO₃

1 Fransız Sertlik Derecesi: 10 mg/l CaCO₃

1 İngiliz Sertlik Derecesi: 14,3 mg/l CaCO₃

1 USA Sertlik Derecesi: 1mg/l CaCO₃ 'dir.

Sodyum ve potasyum

Sodyum pek çok suda rastlanan bir element olup 1 mg Na/l ile 500 mg Na/l arasında değişebilir. Daha yüksek miktarlarına tuzlu atık sularda rastlanır. Birinci kalite suda 125 mg/l' den fazla sodyum bulunmaması gerekir. Doğal sularda sodyumun en yaygın bileşiği sodyum klorürdür. Bazı göllerde sodyum, sodyum tetraborat halinde iken bazılarında sodyum sülfat şeklinde bulunur. Potasyum ise potasyum klorür ve potasyum sülfat halinde bulunur. Potasyumun limnolojik etkisi ve önemi sodyuma çok benzediği, ayrıca analiz zorluğu nedeniyle bu iki element birlikte tayin edilir [2, 6].

Azot ve azot bileşikleri

Azot canlıların en önemli bileşeni olan proteinlerin yapısına katıldığı için bütün ekosistemlerin temelidir. Doğal sularda azot; çözülmüş gaz halinde, çözülmüş veya asılı organik bileşik ve mineral şeklinde bulunabilir. Bu azot şekillerinden sadece mineral halde olanlar sudaki ototrof canlılar tarafından besleyici element olarak kullanılır. Mineral azotun amonyum (NH_4^+), nitrit (NO_2^-) ve nitrat (NO_3^-) olmak üzere üç formu bulunmaktadır [7, 15-17].

Amonyum azotu

Sudaki amonyum miktarı organik maddenin bozulması, organik gübre kullanımı, evsel ve endüstriyel kirlenme sonucunda ortaya çıkar. Deoksidasyon olayıyla nitratın nitrite, nitritin de amonyuma dönüşmesi sudaki amonyum miktarını artırıcı yönde etki yapar [15-18].

Nitrit azotu

Nitrit amonyumun yükseltgenmesi ya da nitratın indirgenmesi ile oluşur. Nitrit temiz sularda ya hiç bulunmaz ya da eser miktarda bulunur. Ancak organik kirlenmenin olduğu, oksijen içeriğinin düşük olduğu yerler ile endüstriyel ve evsel atık su deşarjlarının olduğu yerlerde yüksek miktardadır. Yüksek miktarda nitrit varlığı suların kirlenmiş olduğunu gösterir [12].

Nitrat azotu

Temiz olan tatlısularda çok az miktarda görülür. Azotun akarsularda görülen en yaygın formudur. Atmosferdeki elektrik boşalmaları az miktardaki azot gazının yükseltgenmesi olayı ile nitrata dönüşmesine ve sulara karışmasına neden olur [19]. Ayrıca nitrat, kemosenetik bakteriler tarafından gerçekleştirilen nitrifikasyon sonucu oluşur. Organik kirlenmenin yoğun olduğu ve aşırı yağışlı zamanlarda sudaki nitrat miktarı büyük ölçüde artar. Azotlu gübre kullanılan tarım arazilerinde yağışlı

dönemlerde toprakların yıkanması nitratin suya geçmesine ve suda nitrat miktarının artmasına neden olur. Sularda bulunan nitrat, bitkilerin tüketimi ve indirgenme olayı ile amonyağa dönüştürülmesi sonucu yok edilir [12].

Sülfat

Tatlısularda en çok rastlanan kükürt formlarından biri katyonlara bağlı sülfat ($\text{SO}_4^{=}$) anyonu ve hidrojen sülfür (H_2S)'dir. Sülfat suya yağmurla sülfatlı sedimanlardan geçer. Sülfatın doğal sulardaki ekolojik önemi oldukça fazladır. Sülfat canlıların protein metabolizmasında, bitkilerin büyümesinde rol oynar. Ayrıca oksijensiz ortamlarda sülfatın indirgenmesiyle oluşan hidrojen sülfür, kükürt bakterileri tarafından kemosentez olayında kullanılır [2].

Klorür

Yerkabuğunun ortalama bileşiminin % 0,045'ini oluşturur. Normal kaynak suları 10-30 mg Cl/l içermektedir. Deniz sahilleri yakınında yüzey sularında klorür miktarı çok yüksektir. Deniz suyunda erimiş halde bulunan tüm elementlerin yarıdan fazlasını klorür oluşturur. Türk Standartları Enstitüsü TSE-266 (1986) içme suları standartlarına göre kaynak sularında 20mg/l, şehir içme sularında ise 200mg/l klorür izin verilebilir değer olarak kabul edilmektedir [6, 12].

Fosfat

Denizlerde ve akarsularda fosfat çözünmüş organik fosfat, çözünmüş fosfat ve partiküler fosfor bileşikleri halinde bulunur. Çözünmüş fosfata ortofosfat iyonları halinde rastlanır. Bütün bu fosfat çeşitleri toplam fosfat miktarını verir [18]. Atık su kirlenmesinde fosfat miktarı garantili bir indikatördür. Kirlenmemiş kaynaklarda özellikle dağ sularında fosfat miktarı 0,1 mg/l'yi geçmez ve çoğunlukla 0,03 mg/l'dir [13].

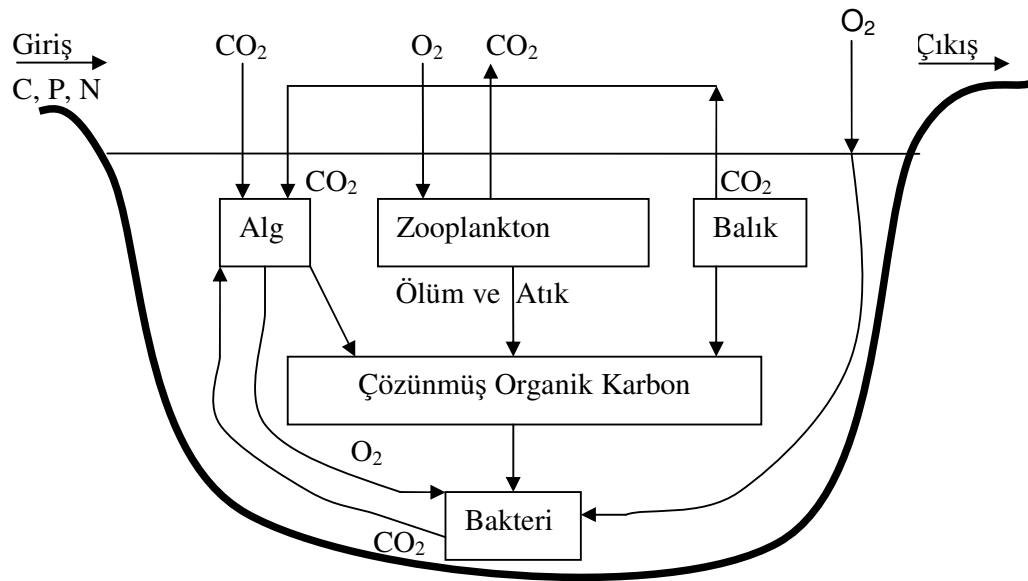
Doğal sularda toplam fosfor yoğunluğu; havzanın morfometresine, bölgenin jeolojik yapısının kimyasal içeriğine, suya karışan organik madde olup olmadığına ve sudaki organik metabolizmaya bağlıdır. Ayrıca suda yaşayan canlıların ölmesi sonucu ayrıştırıcı canlılar tarafından gerçekleştirilen çürüme olaylarıyla, tarımsal arazilerde fosforlu gübre kullanılmasıyla, kanalizasyon suları ve endüstriyel atıkların sulara karışmasıyla sularda fosfor oranı giderek artar. Bu durum göllerde ve akıntının yavaş olduğu akarsularda ötrofikasyon olayına neden olur [2].

3. GÖLLERİN KİRLLENMESİ

Göl ve rezervuarlarındaki suların kalitesi, zaman içerisinde meydana gelen fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayların sonucuna göre değişmektedir. Bu kirlenme;

1. Bir nehir vasıtasıyla kirlilik yaratacak maddelerin göle taşınması,
 2. Atık suların göle deşarj edilmesi,
 3. Yağmur suları tarafından kirliliğe neden olacak maddelerin çevreden getirilmesi,
 4. Gölün içerisinde kimyasal olaylarla çeşitli maddelerin üretilmesi
- olaylarıyla meydana gelmektedir.

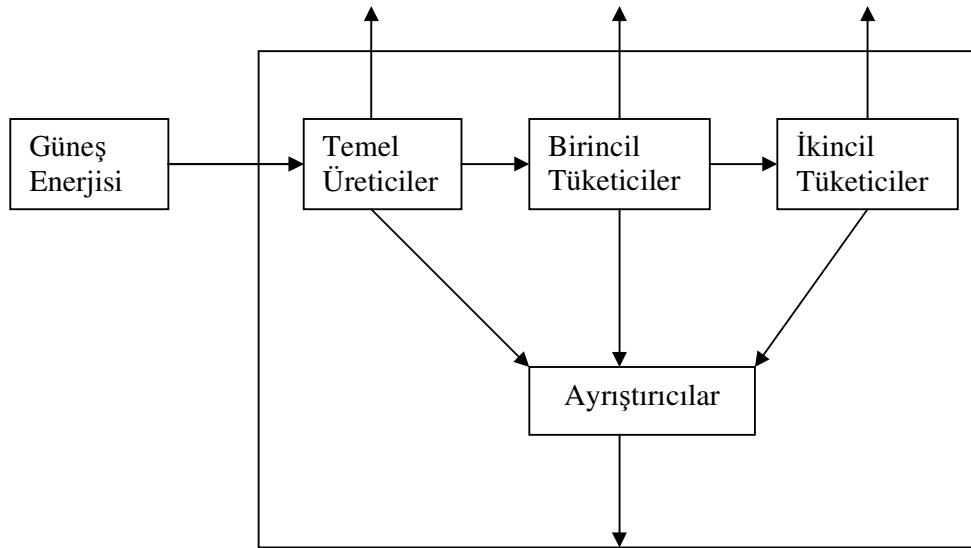
Göl içerisinde bulunduğu gibi ayrıca doğal ve suni bir şekilde göle giren organik maddeler güneş ışığı, rüzgar, sıcaklık ve buharlaşma gibi çevresel etmenlerin etkisi altında kalırken oksidasyon, kimyasal çökme, ayrışma gibi olaylara da maruz kalır. Organik maddeler dikkate alındığında göl verimliliği yönünden iki kısma ayrılır. Bunlar, trofojenik bölge denilen fotosentez olayının meydana geldiği üst kısım ile trofolitik bölge denilen organik maddelerin ayrıştığı kısımdır. Göl ekolojisinin şematik gösterimi Şekil 3.1’de olduğu gibidir [20].



Şekil 3.1. Göl ekolojisinin şematik gösterimi [21]

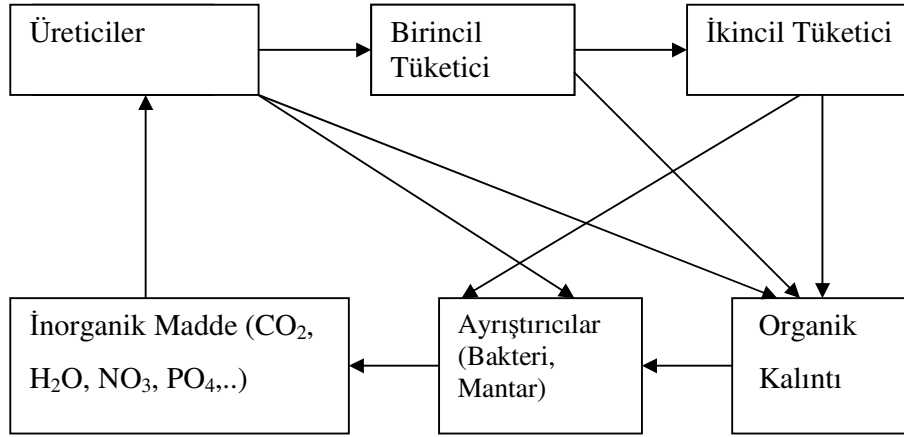
3.1. Göllerde Biyofizikokimyasal Olaylar

Gölde yaşayan organizmalar birbirleriyle ve cansız çevre ile sürekli ilişki içerisinde. Göl ortamında yaşam güneş enerjisi ile devam etmektedir. Güneş enerjisinin bir kısmı fotosentetik canlılar tarafından kullanılır. Fotosentez olayıyla güneş enerjisi, üretilen organik maddelerde kimyasal bağ şeklinde depo edilir. Üretilen organik maddeler besin zinciri yoluyla diğer canlılara aktarılır. Bu sayede canlılar yaşamlarını sürdürecekt enerjiyi üretirler. Göl ortamında ölen canlılar ise ayrıştırıcılar (bakteriler ve mantarlar) tarafından inorganik maddelere dönüştürülür (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Ekosistemlerde enerji akışı [1]

Sistemdeki enerji akışı, besin ve diğer elementlerin çevrimini beraberinde getirir. Her ekosistemde olduğu gibi göl ve çevresi biyolojik bir toplumu (üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcıları) içerir. Karmaşık bir ekolojik toplumda tüm üyeler besin çevriminde rol alır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Ekosistemde madde döngüsündeki aşamalar [1]

Dengeli bir göl ekosisteminde fotosentetik faaliyetler ve heterotrof organizmalar arasında, organik madde üretim ve tüketimi ile oksijen üretim tüketimi yönünden karşılıklı bir ilişki sürdürülür. Fotosentez ve solunum bu arasındaki denge, göl sularının redoks durumunu düzenler. Su ortamında C, N, O, S, H, Fe, Mn gibi bazı elementler redoks proseslerinde yer almaktadır. Fotosentetik olmayan organizmalar fotosentezin dengesiz ürünlerini ayrıştırarak dengenin kurulması yönünde davranırken, metabolik ihtiyaçları için de enerji sağlar. Bir gölde, fotosentezin organik ürünleri dibe çökelerek indirgen (elektron verici) olarak davranır [20].

4. ARAşTIRMA YERİNİN TANITILMASI

Çorum ili, merkez ilçe Kırkdilim Köyü sınırları içinde bulunan Gölünyazı, diğeri adıyla Eymir Gölü; toplam 23 hektar büyüklüğünde bir alan olup, 1100 m rakımda 40° 41' N 34° 57' E koordinatlarında yer almaktadır. Göl, Çorum-Osmancık Karayoluna 150 m, Çorum Şehir Merkezine de 22 km mesafede bulunmaktadır.

Gölünyazı doğal bir izole tatlısu ekosistemi olup, herhangi bir yeraltı ve yerüstü su kaynağı ile beslenmemektedir. Beslenişi mevsimlik yağışlara bağlıdır. Geçmişte göldeki su seviyesini artırmak için alanın kuzeyinde bulunan Gözlük Deresi'nin yatağı sulak alana doğru çevrilmiş, fakat yağışlı aylarda tarım alanlarında su taşkınlarının oluşması sebebi ile bu uygulamaya son verilmiştir.



Resim 4.1. Gölünyazı Gölü'nün kuş gözlem kulesinden çekilen görüntüsü [22]

Çizelge 4.1. Gölünyazı Gölü civarında bulunan bazı kuşların listesi [23]

Bilimsel Adı	Türkçe Adı
<i>Motacilla alba</i>	Ak Kuyruksallayan
<i>Merops apiaster</i>	Arı Kuşu
<i>Parus major</i>	Büyük Baştankara
<i>Aythya ferina</i>	Elmabaş Pakta
<i>Delichon urbica</i>	Ev Kırlangıcı
<i>Ardea cinerea</i>	Gri Balıkçıl
<i>Turdus merula</i>	Karatavuk
<i>Sitta europea</i>	Sıvacı Kuşu
<i>Buteo rufinus</i>	Kızıl Şahin
<i>Pyrrhonorax pyrrhonorax</i>	Kırmızıgagalı Dağkargası
<i>Corvus corax</i>	Kuzgun
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Küçük Batağan
<i>Corvus corone pallescens</i>	Leş Kargası
<i>Parus caeruleus</i>	Mavi Baştankara
<i>Fulica atra</i>	Sakarmeke
<i>Pica pica</i>	Saksağan
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Saz Bülbülü
<i>Circus aeruginosus</i>	Saz Delicesi
<i>Sturnus vulgaris</i>	Sığırcık

Sulak alanın hakim bitki örtüsü sazlıktır (Resim 4.1). Alanda, içlerinde elmabaş patka ve balıkçıl türleri gibi su kuşları başta olmak üzere toplam 19 kuş türü olup, bunların bazıları göçmendir. Bu kuşların listesi arazide yapılan gözlemlere ve ilgili literatüre dayalı olarak Çizelge 4.1 'de verilmiştir [23]. Gölünyazı, kuşların özellikle ilkbahar göçü sırasında bir çok göçmen kuşa dinlenme, konaklama ve üreme olanağı vermektedir. Gölde kuşları gözlemlemeye imkan sağlayan bir kule bulunmaktadır.

Sulak alanın etrafı tarım arazileri ile kaplıdır ve genellikle şeker pancarı tarımı yapılmaktadır. Geçmişte Gölünyazı, etrafında bulunan tarım arazileri için su kaynağı olarak kullanılmış ancak 21 Mayıs 2003'te Çorum Valiliği tarafından düzenlenen toplantıda alınan kararlar ile sulak alandan sulama amaçlı su çekimi ve avcılık yasaklanmıştır. Gölün koruma altına alınması amacıyla etrafı tel örgüyle çevrelenmiştir.

Tarımsal alanlar ile çevrili olan gölde, tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübre dışında herhangi bir kirlilik unsuru bulunmamaktadır [24].

Çalışma alanında yapılan gözlemlerde insanların balık tutma yasağına uymadıkları görülmüştür (Resim 4.2).



Resim 4.2. Gölünyazı’da balıkçıların avlanması [22]

4.1. Konu ile İlgili Literatür

Kaynak taramasında Gölünyazı Gölü’nün su kalitesine yönelik olarak yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu tür çalışmalar önceden yapılmadığı için gölün karşılaştığı çevresel sorunların göl ekosistemini nasıl etkilediğini saptamak olanaklı değildir. Çalışma alanının su kalitesinin belirlenmesinde kullandığımız parametreler ülkemizde yapılan benzer çalışmalarda da kullanılmıştır.

Kazancı ve Ark.'nın Kasım 1993 ve Kasım 1995 yılları arasında Burdur Gölü ve Acıgöl'e yönelik olarak yaptıkları çalışmalarda, su kalitesinin belirlenmesinde sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik, çözünmüş oksijen, BOİ (biyolojik oksijen ihtiyacı), KOİ (kimyasal oksijen ihtiyacı), alkalinite, askıda katı madde, nitrit, nitrat, amonyum, sülfat, fosfat, klor, kalsiyum, magnezyum, karbondioksit, klorofil-a ve bulanıklık parametreleri kullanılmıştır [15].

Kazancı ve Ark.'nın Kasım 1996 ve Kasım 1997 yılları arasında Beyşehir Gölü'nde, 1995 ve 1998 yılları arasında da Köyceğiz, Eğirdir, Akşehir, Eber, Çorak, Kovada, Salda, Karataş, Çavuşçu Gölleri, Küçük ve Büyük Menderes Deltası, Güllük Sazlığı ve Karamuk Bataklığı'nda yaptıkları çalışmalarda yukarıda belirtilen parametreler kullanılmıştır [16, 17].

Özdemir ve Ark.'nın Ekim 1996 ve Eylül 1997 yılları arasında Kocagöl'de, 1993-1995 yılları arasında Ortadoğu Teknik Üniversitesi'nin Mogan ve Eymir göllerinde, Balık ve Ark.'nın Mart 2001 yılında Birgi ve Sazlıgöl'de yaptıkları çalışmada da aynı parametreler kullanılmıştır [14, 20, 25].

Özellikle pH, oksijen, nitrit, sülfat, fosfat gibi parametreler de başta WHO (Dünya Sağlık Örgütü) olmak üzere Avrupa Topluluğu ülkelerinde de içme suyu ya da kirli olmayan sular için limit değerleri kullanılmaktadır (bkz. EK-1 ve EK-2). Sonuç olarak bu parametreler bize Gölünyazı Gölü'nün kirli olup olmadığını gösterecektir.

5. MATERYAL VE METOT

Gölünyazı Gölü'nün su kalitesini belirlemeye yönelik olarak yapılan çalışmaya Kasım 2005 tarihinde başlanmıştır. Gölü temsil edebilecek yerlerden dört adet istasyon seçilmiş, bir yıl boyunca yapılan ölçümler ve örnekler buralardan alınmıştır. Araştırma Kasım 2005 ve Eylül 2006 tarihleri arasında altı kez tekrarlanmıştır. Yapılan işlemler aşağıda belirtilmiştir.



Resim 5.1. Gölünyazı Gölü'nde su örneklerinin alındığı noktalar [26]

5.1. Su Örneklerinin Alınması

Gölde sandal ya da kayak gibi bir taşıma aracı olmadığı için su örneklerinin üç tanesi kıyıda seçilen istasyonlardan bir tanesi de 2 metrelik bir sopanın ucuna bağlanan kap yardımıyla biraz açıktan alınmıştır. Her bir istasyondan 250cm³'lük ani numune alınmış ve bu numunelerin tümü 1 litrelik koyu renkli bir cam şişeye konulmuştur. Şişede hava kalmamasına dikkat edilmiş ve şişenin ağzı hava almayacak şekilde sıkıca kapatılmıştır. Alınan örneğin bozulmaması için şişenin etrafı buz torbaları ile sarılarak laboratuara getirilmiştir.

5.2. Fiziksel ve Kimyasal Ölçümler

2005 Kasım 2006 Eylül tarihleri arasında her iki ayda bir alınan su numunelerinin analizleri Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü Kimya laboratuvarlarında yapılmıştır (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1. Yapılan analizler ve yöntemleri [22]

Parametre	Tayin Yöntemi
Çözünmüş Oksijen	Tiyosülfat
BOİ ₅	Tiyosülfat
Sertlik	EDTA
Alkalinite.	Sülfürik Asit
Kalsiyum	EDTA
Mağnezyum	EDTA
Sülfat	AL-25 Akualitik Spektrofotometre (Baryumsülfat)
Amonyum	AL-25 Akualitik Spektrofotometre (Nessler)
Nitrat	AL-25 Akualitik Spektrofotometre (Naftil amino sülfanilik asit)
Nitrit	AL-25 Akualitik Spektrofotometre (Naftil amino sülfanilik asit)
Fosfat	AL-25 Akualitik Spektrofotometre (Vanadyum molibdat)
Elektriksel İletkenlik	Hanna Instruments HI833 Kondüktometre

Yapılan tüm hidrokimyasal örnekleme/ analiz çalışmalarında Greenberg ve Ark. tarafından önerilen yöntemler kullanılmıştır [27]. Yerinde ölçüm ve analiz çalışmaları sırasında numune alım noktasında pH, elektriksel iletkenlik (Eİ), sıcaklık (T) parametreleri belirlenmiştir.

Numunelerin laboratuarda yapılan analizleri; Ca^{+2} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , HCO_3^- , kirlilik analizleri, biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOI_5), NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} araştırılmıştır. Deneylerin yapılışı aşağıda verilmiştir.

5.2.1.Kalsiyum

Numunedeki kalsiyum tayini şöyle yapılmıştır:

20 ml su numunesi 100ml'lik bir erlene konulur. Üzerine de 1 ml 1N'lik NaOH ve spatül ucu ile alınan az miktarda müreksid indikatörü eklenir. Pembe bir renk alan çözelti 0,01 N'lik EDTA ile renk mora dönünceye kadar titre edilir. Kalsiyum miktarı aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır.

$$\text{mg / l kalsiyum} = \frac{A \times 0,5 \times 400}{\text{ml}(\text{numune})}$$

A: Numune için titrasyonda kullanılan ml EDTA çözeltisi

V: Alınan numune miktarı

5.2.2. Toplam sertlik

Numunenin toplam sertlik değeri şöyle bulunmuştur:

20 ml su numunesi 100 ml'lik bir erlene alınır. Üzerine 1 ml $\text{NH}_4\text{Cl-NH}_4\text{OH}$ (tampon I) çözeltisi ile spatül ucuna alınan az miktarda Eriochrome black-T ilave edilir ve karıştırılır. Kırmızı renk alan çözelti 0,01 N'lik EDTA ile renk maviye dönünceye kadar titre edilir. Titrasyon sonucundaki sertlik aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{mg / l toplam sertlik} = \frac{A \times 0,5 \times 1000}{\text{ml}(\text{numune})}$$

A: Numune için titrasyonda kullanılan ml EDTA çözeltisi

5.2.3. Magnezyum

Numunedeki magnezyum miktarı hesap yoluyla şöyle bulunur:

Toplam sertlik CaCO_3 cinsinden ifade edilir. Doğal sularda en sık rastlanan kalsiyum ve magnezyum iyonlarının meydana getirdiği sertlik toplam sertlik olarak kabul edilir.

Bulunan toplam sertlik değerinden kalsiyum sertliğini (CaCO_3 cinsinden) çıkarttığımızda CaCO_3 cinsinden olan magnezyum sertliği bulunur.

CaCO_3 'ın mol ağırlığı 100 gr'dır

Mg'nin mol ağırlığı 24,3gr'dır.

Ca'nın mol ağırlığı 40 gr'dır.

Numunedeki kalsiyum sertliğini bulmak için numunedeki kalsiyum miktarı 100/40 ile çarpılır ve mg CaCO_3 /l sonucuna ulaşılır.

$\text{mg Mg}^{+2} = (\text{toplam sertlik} - \text{kalsiyum sertliği}) \times 24,3/100$ eşitliği ile numunedeki magnezyum değeri hesaplanır.

5.2.4. Alkalinite

Suyun alkaliliği hidroksit (OH^-), karbonat (CO_3^{2-}) ve bikarbonat (HCO_3^-) iyonlarından ileri gelir. Bu üç çeşit alkalinite iki indikatör yardımıyla ve 0,02N'lik sülfirik asitle titre edilerek bulunabilir. Kullanılan indikatörler fenolftalein ve metil oranjdır [28].

Su hidroksit (OH^-) veya karbonat (CO_3^{2-}) içerdği zaman fenolftalein pembe renk verir. Asitle titrasyonda çözelti pembeden renksiz hale geçtiği anda $\text{pH} = 8,2-8,3$ 'tür.

Metiloranj , bu üç alkaliteden birinin bulunması halinde sarı renk verir ve asit mevcudiyetinde ise kırmızıya döner. Bu anda $\text{pH} = 4,4$ 'tür.

Eğer numunede fenolftalein alkalinitesi varsa hidroksit (OH^-) veya normal karbonat (CO_3^{2-})'tan biri ya da her ikisi de bulunabilir. Eğer numunede metiloranj alkalinitesi varsa, bu üç alkaliteden herhangi biri mevcut olabilir veya hidroksit (OH^-) ve karbonat (CO_3^{2-}) birlikte veyahutta karbonat (CO_3^{2-}) ve bikarbonat (HCO_3^-) birlikte bulunabilir [28].

Numunenin alkalinite ölçümü şöyle yapılmıştır:

20 ml su numunesi erlene alınır. Üzerine 2 damla fenolftalein eklenir. Karışımın rengi pembe olursa 0,02 N'lik H_2SO_4 ile renk berrak oluncaya kadar titre edilir. Eğer renk pembe olmazsa karışıma 2 damla metiloranj eklenir. Renk turuncudan kırmızıya dönünceye kadar 0,02 N'lik H_2SO_4 ile titre edilir ve kullanılan H_2SO_4 miktarı belirlenir ve bu değer aşağıda verilen eşitlikte kullanılır.

$$\text{Alkalinite mg CaCO}_3 / \text{l} = \frac{A \times N \times 50,000}{\text{ml}(\text{numune})}$$

A: Numune için titrasyonda kullanılan H_2SO_4 miktarıdır.

N: Çözeltinin normalitesidir.

5.2.5. Çözünmüş oksijen

330 ml'lik BOI_5 şişelerine ağzına kadar su numunesi doldurulur ve 2ml MnSO_4 , 2 ml alkali iyodür azid dipten şişe içerisine konur. Şişenin ağzı kapatılır ve karıştırılır. 10 dakika beklendikten sonra 2 ml derişik H_2SO_4 dipten eklenir ve karıştırılır. Erlene alınan numunenin üzerine 2 ml nişasta çözeltisi eklenir. Çözelti 0,025N'lik tiyosülfat

ile renk berrak oluncaya kadar titre edilir ve kullanılan tiyosülfat miktarı belirlenir ve bu değer aşağıdaki eşitlikte kullanılır.

$$\text{Çözünmüş oksijen mg/l} = \frac{0,2xA \times 1000}{B - C} = \frac{200xA}{324} = 0,617xA$$

A: Numune için titrasyonda kullanılan tiyosülfat miktarıdır.

B: Kullanılan BOİ şişesinin ml cinsinden aldığı sıvı miktarıdır.

C: Kullanılan MnSO₄, alkali iyodür azid ve derişik H₂SO₄ çözeltilerinin toplam miktarıdır.

5.2.6. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı

İki tane BOİ₅ şişesi alınarak her birine 50 ml numune ve üzerine seyreltme suyu konulur. Bir tanesi hemen diğeri de 25 °C'ye ayarlanmış inkübatörde 5 gün bekletildikten sonra deney işlemlerine tabi tutulur. Çözünmüş oksijeni bulmak için yapılan işlemlerin aynısı uygulanır ve kullanılan tiyosülfat miktarı belirlenir. Bulunan değerler aşağıdaki eşitlikte kullanılır.

$$\text{BOİ}_5 \text{ mg/l} = \frac{(G - D) \times 100}{F}$$

D: 5 gün bekletilen numunenin çözünmüş oksijen değeridir.

F: Seyreltme oranıdır.

G: Hemen deneye alınan numunenin çözünmüş oksijen değeridir.

5.2.7. Spektrofotometrik analizler

Numunenin sülfat, fosfat, nitrit, nitrat, amonyum tayinleri AL-25 Aqualitik Spektrofotometre ile yapılmıştır.

Spektrofotometrik analiz ortama katılan belirtecin aldığı rengin bir referansa karşılık olarak ölçüm yapıldığı bir methodtur. Bu belirteçler kimyasal maddelerdir. Spektrofotometrik analiz yapılırken önce referans bir değerin belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için bir küvet içerisinde bulunan saf suya kit konulur ve ölçüm yapılır. Bulunan değer, referans değer olarak kabul edilir. Daha sonra ölçüm yapılacak olan numunenin içine konulan kite karşılık gelen değer okunur.

5.3. Canlı Örneklerinin Toplanması ve Saklanması

Çalışma alanında örnekler, göl civarından atrap, su kepçesi, dip atrabı yardımıyla toplanmıştır. Örnek toplanırken, örneğin habitatına ilişkin ekolojik bilgiler ve toplama yeri bilgileri arazi defterine kaydedilmiştir. Yakalanan nazik örnekler öldürme kavanozlarında etil asetat buharında öldürüldükten sonra, sağlam yapılı örnekler %70 'lik Etanolde öldürüldükten sonra laboratuvar ortamına yağlı kağıttan yapılmış taşıma zarflarına konularak getirilmiştir. Genel olarak toplama, preparasyon ve koruma işlemlerinde entomolojik müze metodlarından yararlanılmıştır.

Laboratuvar ortamına getirilen örneklerin bir kısmı nemlendirme kutularında 1 gün bekletilerek yumuşatılmıştır. Yumuşatma işleminden sonra germe tahtalarında gerilerek iğnelenen örnekler, 2-3 gün oda sıcaklığında kurutularak tasnif kutularına aktarılmışlardır. Örneklerin yer etiketleri de yazılarak standart müze materyali haline getirilmiş ve koleksiyon kutularına yerleştirilmiştir. Koleksiyon kutuları koleksiyon dolaplarına alınarak düzenli bir koleksiyona sahip olunmuştur. Germe işlemi uygulanmayan örnekler ise taşıma zarflarından çıkartılmayıp zarf içerisinde saklanmaktadır. Tasnif kutularında saklanan örneklerin müze örneklerine zarar veren güve, dermestidler v.b zararlılar tarafından hasara maruz kalmaması için kutulara naftalin konulmuştur.

Toplanan canlı örnekleri tür seviyesinde teşhis edilmiştir. Türlerin teşhis çalışmalarında Stichel [29], Jansson [30], Askew [31], Demirsoy [32, 33], Kuru [34], Angus [35], Franciscolo [36], Hebauer- Klausnitzer [37] ' den yararlanılmıştır.

6. BULGULAR

Deneylerden elde edilen sonuçlar Çizelge 6.1’de, Çorum iline ait olan yağış ve sıcaklık verileri Çizelge 6.2’de verilmiştir.

Çizelge 6.1. Deney sonuçları [22]

PARAMETRE	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs	Temmuz	Eylül
Sıcaklık, °C	4	-1	10	16	19	21
pH	7,70	7,58	7,50	7,6	7,6	7,65
Elektriksel iletkenlik, mS/cm	1,24	1,28	1,52	1,32	1,25	1,56
Alkalinite, CaCO ₃ mg/l	200	260	190	215	215	275
Kalsiyum, mg/l	21	28	18	25	26	24
Magnezyum, mg/l	25,5	19,44	19,44	21,87	18,25	25
Toplam sertlik, CaCO ₃ mg/l	157,5	150	125	152,5	140	162,5
Nitrat azotu, mg/l	0	0,01	0,26	0,40	0,55	0,60
Amonyum azotu, mg/l	0	0	0	0	0	0
Nitrit azotu, mg/l	0,003	0,008	0,34	0,002	0,15	0,006
Sülfat, mg/l	210	190	130	135	130	125
Fosfat, mg/l	0,05	0,011	0,064	0,07	0,05	0,035
Çözülmüş oksijen, mg/l	5,93	6,05	7,59	5,99	4,44	4,63
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı, mg/l	16,67	12,67	12,4	12,68	24,52	28,56

Çizelge 6.2. Çorum iline ait 2005-2006 yılları arasındaki aylık ortalama hava sıcaklığı ve yağış miktarı [38]

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Ort.sıc./ Top.yağ
2005													
Sıcaklık (°C)	2,0	1,8	5,1	11	15,4	18,2	23,2	23,6	17,6	10,2	4,6	1,8	13
Yağış (mm)	23,3	14,8	91	56,9	38,8	21,8	12,3	4,6	21,8	36,7	50,3	12,9	385,2
2006													
Sıcaklık (°C)	-2,9	-1,4	6,3	11,4	14,7	19,9	20,6	25,2	17,2				
Yağış (mm)	40	60,3	57,4	17,5	54	36,1	9,3	yok	84				

7. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

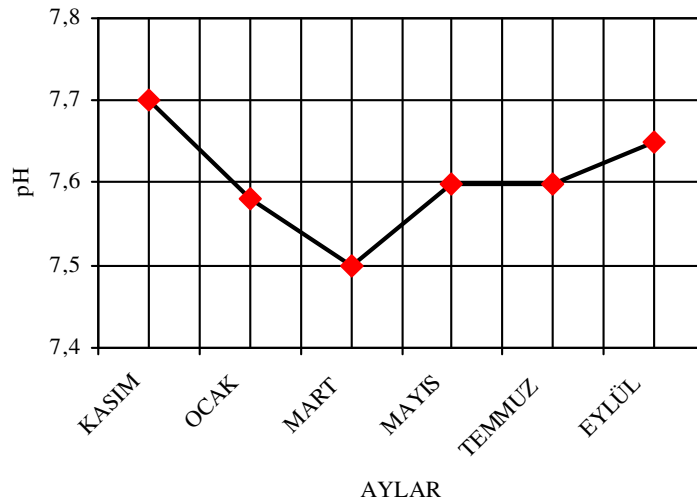
7.1. Fiziksel ve Kimyasal Sonuçlar

Deneyler sonucunda elde edilen parametre değerleri aylara bağlı olarak Şekil 7.1-Şekil 7.13 arasında grafiğe geçirilmiştir. Bu değerler Ekler kısmında bulunan Çizelge 1.1 ve Çizelge 2.1 'de verilen bazı standart değerler ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır [39].

7.1.1. pH

pH sudaki hidrojen iyonu konsantrasyonu ölçüsüdür ve sudaki asit baz arasındaki dengeyi gösterir. Sudaki karbonat, hidroksit ve bikarbonat iyonları suyun bazikliğini; serbest mineral asitler ve karbonik asit ise suyun asitliğini artırır [12].

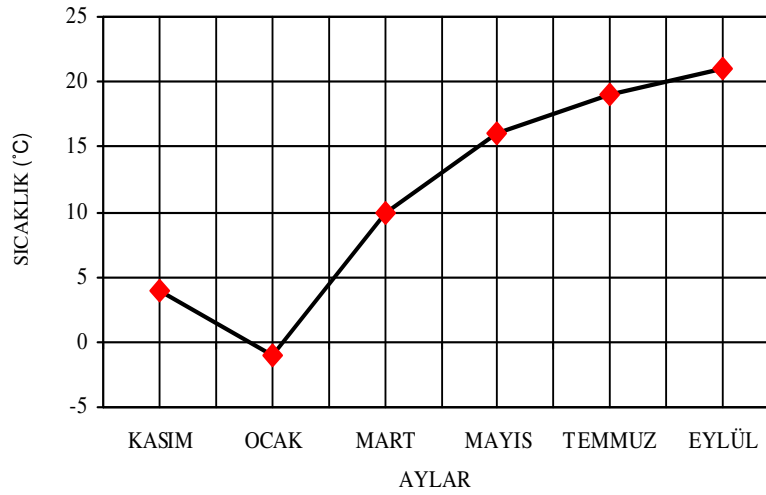
Şekil 7.1'de göldeki pH değerlerinin aylara göre değişimi verilmiştir. pH değerleri 7,5 ile 7,7 arasında değişmektedir. Ölçülen pH değerleri Çizelge 2.1 ile karşılaştırıldığında pH değeri bakımından Gölünyazı Gölü'nün I. kalite su sınıfında olduğu, Çizelge 1.1'e bakıldığında bu değerlerin AT, WHO ve TS-266'da belirtilen tavsiye değerlere uygun olduğu görülür.



Şekil 7.1. pH değerinin aylara göre değişimi [22]

7.1.2. Sıcaklık

Şekil 7.2 'de göldeki sıcaklık değerlerinin aylara göre değişimi verilmiştir. Buna göre en düşük sıcaklık değeri Ocak ayında -1°C , en yüksek değer ise Eylül ayında 21°C olarak ölçülmüştür.

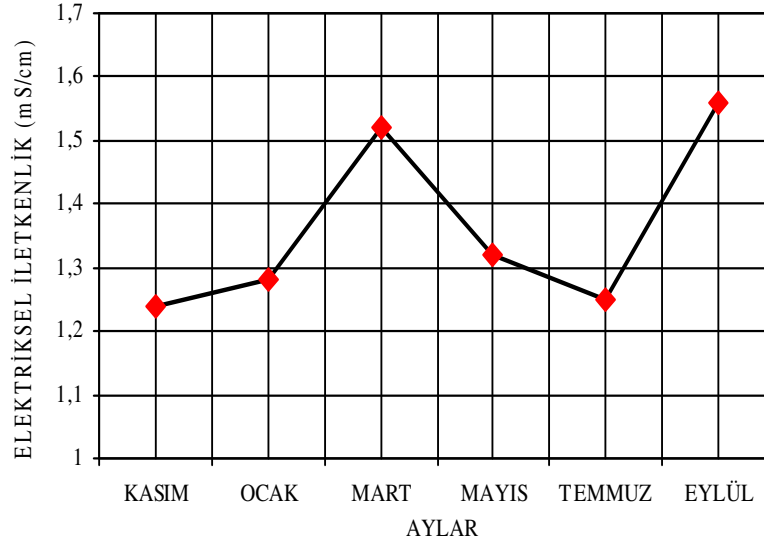


Şekil 7.2. Sıcaklık değerinin aylara göre değişimi [22]

7.1.3. Elektriksel iletkenlik

Bir suyun elektriki iletkenliği suda bulunan tuzların ve çözünebilir maddelerin miktarının toplamıdır. Suyun elektriki iletkenliği hem jeolojik etkenlere hem de dış etkenlere bağlıdır. Suyun içerisindeki tuz ve çözünebilir madde miktarı arttıkça iletkenliği de artmaktadır [12].

Şekil 7.3'de elektriksel iletkenlik değerinin aylara göre değişimi verilmiştir. Buna göre en düşük elektriksel iletkenlik değeri Kasım ayında $1,24 \text{ mS/cm}$, en yüksek değer ise Eylül ayında $1,56 \text{ mS/cm}$ olarak ölçülmüştür. Grafikten de görüldüğü gibi ölçülen değerler birbirine yakındır. Bu durum, gölün iyon konsantrasyonundaki değişimin fazla olmadığını gösterir.

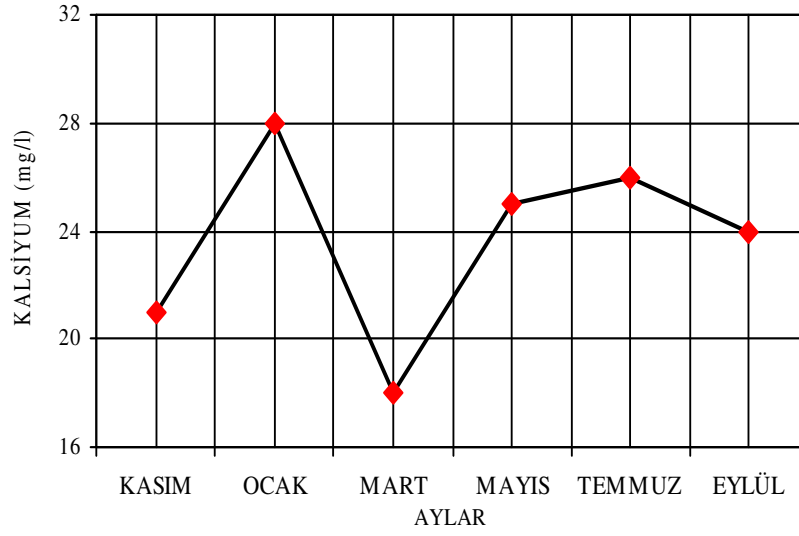


Şekil 7.3. Elektriksel iletkenlik değerinin aylara göre değişimi [22]

7.1.4. Kalsiyum

Şekil 7.4’de kalsiyum miktarının aylara göre değişimi verilmiştir. Buna göre en düşük kalsiyum miktarı Mart ayında 18 mg/l, en yüksek kalsiyum miktarı ise Ocak ayında 28 mg/l olarak ölçülmüştür.

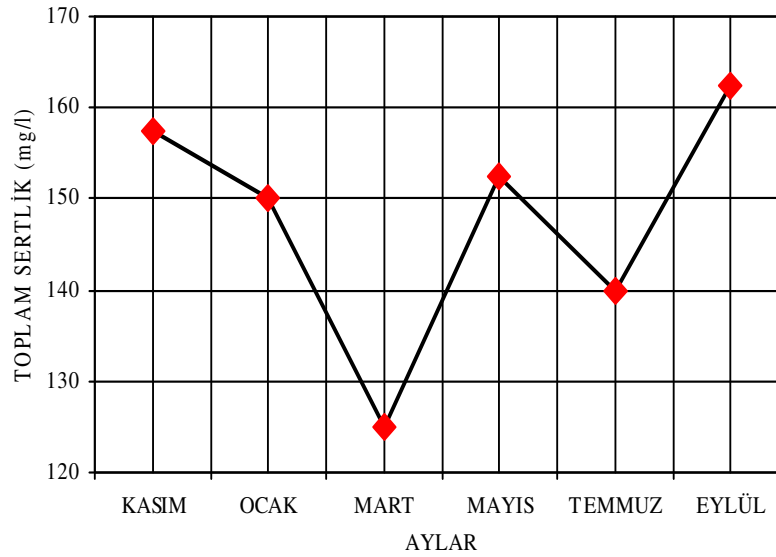
Grafikte de görüldüğü gibi kalsiyum değerleri her ay değişim göstermektedir. Ancak bu değişim çok büyük boyutlarda değildir. Bu değişime sebep göle yağmur ve kar sularıyla tarım arazilerinden çözünmüş inorganik maddelerin gelmesi, yağışlarla göl suyunun seyrelmesi ve mevcut kalsiyumun bazı anyonlarla çözünmeyen bileşikler oluşturarak çökmesi olayları gösterilebilir. Bulunan kalsiyum değerleri Çizelge 1.1’e göre değerlendirildiğinde AT’de ve TS-266’da belirtilen değerler ile uygunluk göstermektedir.



Şekil 7.4. Kalsiyum miktarının aylara göre değişimi [22]

7.1.5. Toplam sertlik

Sularda sertlik suyun evsel ve endüstriyel kullanımına uygunluğunun belirlenmesi için önemlidir.



Şekil 7.5. Toplam sertlik değerinin aylara göre değişimi [22]

Şekil 7.5' de toplam sertlik değerinin aylara göre değişimi verilmiştir. Buna göre en düşük miktar Mart ayında 125 mg CaCO_3/l en yüksek miktar Eylül ayında 162,5 mg CaCO_3/l olarak ölçülmüştür.

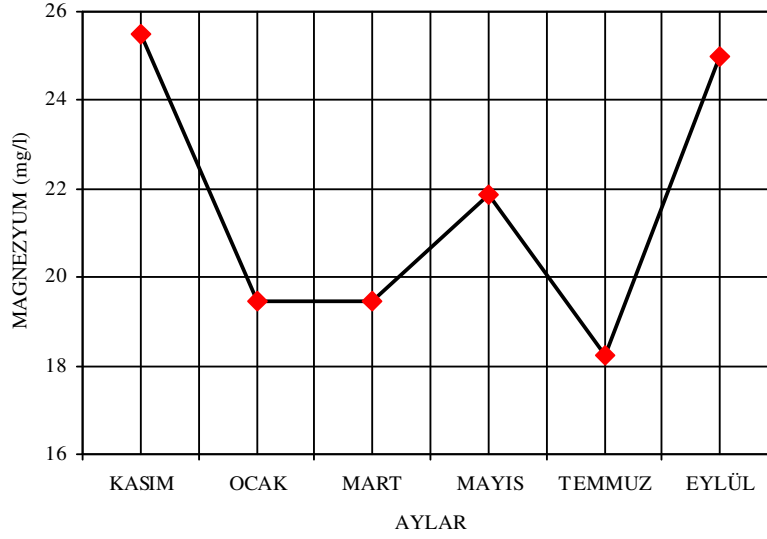
Çizelge 1.1'de AT'de maksimum değer 15 Fr° olarak verilmiştir. 1 $\text{Fr}^\circ = 10 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$ olarak standartlarda kabul edilmiştir. Buna göre ölçülen değerler 12 ile 17 Fr° arasında değişmektedir. Suların sertlik sınıflandırılmasına göre göl suyunun orta sertlikte olduğu kabul edilebilir (bkz. Çizelge 2.2).

7.1.6. Magnezyum

Magnezyumun yüksek derişimleri suyun içme, endüstri veya sulama suyu olarak kullanımını kısıtlamaktadır. Magnezyumun zehirleyici özelliği yoktur. İnsan veya sucul canlı hayatı üzerinde herhangi bir tehdit oluşturmaz [40].

Şekil 7.6.'da magnezyum miktarının aylara göre değişimi verilmiştir. Buna göre en düşük magnezyum miktarı Temmuz ayında 18,25 mg/l, en yüksek magnezyum miktarı ise Kasım ayında 25,5 mg/l olarak ölçülmüştür. Magnezyum miktarındaki aylık değişimlerin nedenlerine kalsiyum için yapılan açıklama gösterilebilir.

Bulunan magnezyum değerleri Çizelge 1.1'e göre değerlendirildiğinde AT'de ve TS-266'da belirtilen değerler ile uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 7.6. Magnezyum miktarının aylara göre değişimi [22]

7.1.7. Alkalinite

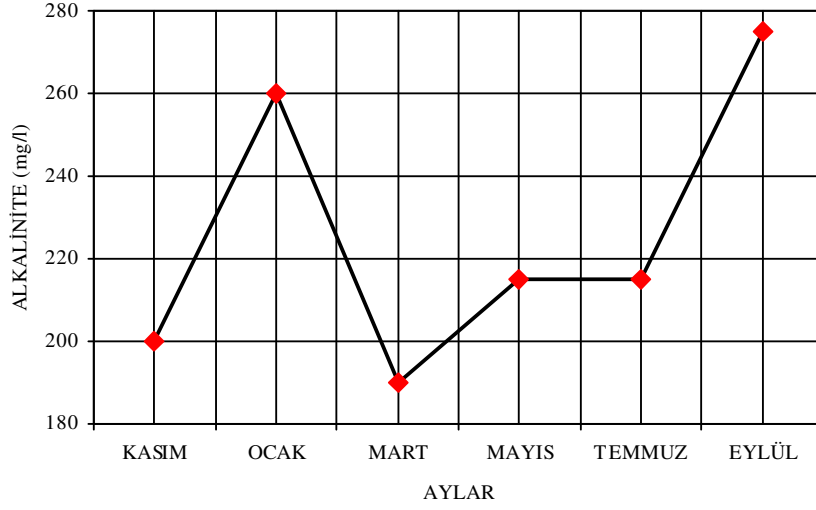
Daha önce de belirtildiği gibi alkalinite; karbonat, bikarbonat ve hidroksit iyonlarından dolayı ortaya çıkar. Yapılan deneyde numuneye fenolftalein eklendiğinde çözeltinin renginin pembe olmadığı görülmüştür. Bu nedenle numunenin fenolftalein alkalinitesi yoktur. Fenolftalein alkalinitesi sıfır olduğunda alkalitenin hepsi bikarbonattan ileri gelir. Buda sudaki sertliğin bikarbonattan kaynaklandığını gösterir. [28].

Yüksek alkaliniteye sahip sular sertliklerinin de yüksek olması nedeniyle içme suyu olarak tercih edilmez. Doğal sularda 30-500 mg CaCO_3/l aralığındaki alkalinite değerleri kabul edilmektedir [40].

Şekil 7.7 'de toplam alkalinite değerlerinin aylara göre değişimi verilmiştir. Buna göre en düşük alkalinite değeri Mart ayında 190 mg CaCO_3/l , en yüksek alkalinite değeri Eylül ayında 275 mg CaCO_3/l olarak ölçülmüştür.

Grafikten de görüldüğü gibi alkalinite değerleri bazı aylarda düşük bazı aylarda yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni alkalinite üzerine çeşitli faktörlerin etki etmesidir.

Yağmur ve kar suları ile göl suyunun seyrelmesi, tarım arazilerinden yağmur suları ile çeşitli maddelerin göl suyuna karışması ve göl içinde alkaliniteye sebep olan iyonların başka maddelerle birleşerek çökmesi olayları alkaliniteyi değiştiren faktörler içerisinde gösterilebilir.

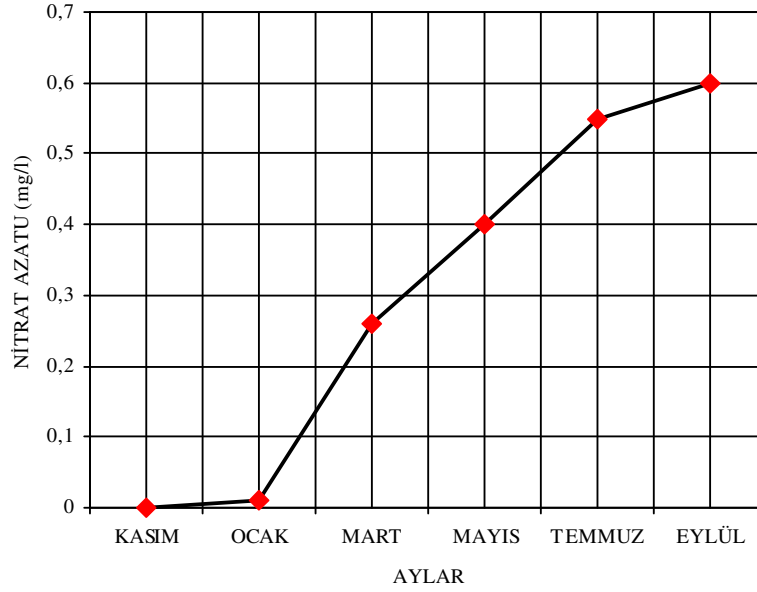


Şekil 7.7. Alkalinite değerinin aylara göre değişimi [22]

7.1.8 Nitrat azotu

Şekil 7.8’de nitrat azotu konsantrasyonunun aylara göre değişimi verilmiştir. Buna göre Kasım ayında suda nitrat azotuna rastlanmamıştır. En yüksek miktar ise Eylül ayında 0,60 mg/l olarak ölçülmüştür fakat bu değerler de oldukça düşüktür.

Bu değerler Çizelge 2.1 ile karşılaştırıldığında göl suyunun I. sınıf su kalitesinde olduğu görülür. Çizelge 1.1 ‘e göre değerlendirildiğinde AT, WHO ve TS- 266’da verilen standart değerlere uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 7.8. Nitrat azotu miktarının aylara göre değişimi [22]

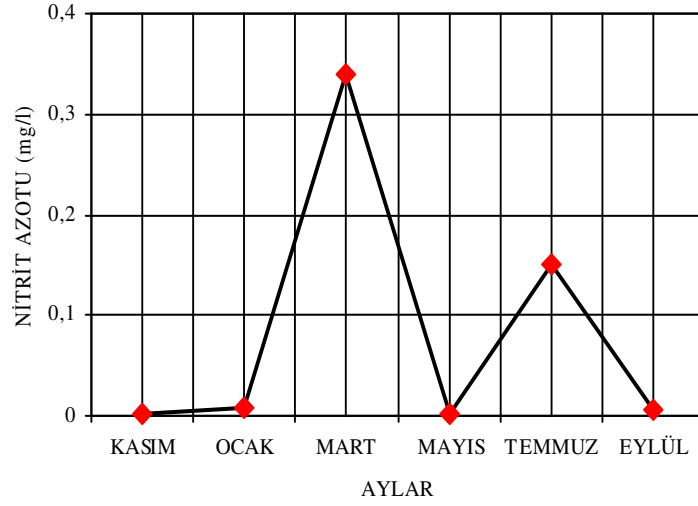
7.1.9. Amonyum azotu

Alınan su örneklerinde amonyum azotuna rastlanmamıştır. Çizelge 1.1' bakıldığında AT'nin kriterlerinde amonyum azotunun 0,5 mg/l'yi geçmemesi gerekmektedir. Bulunan değerler Çizelge 2.1'e göre değerlendirildiğinde göl suyunun I. sınıf su kalitesinde olduğu görülmektedir.

7.1.10. Nitrit azotu

Daha öncede belirtildiği gibi nitrit temiz sularda ya hiç bulunmaz ya da eser miktarda bulunur. Yüksek miktarda nitrit varlığı suların kirlenmiş olduğunu gösterir.

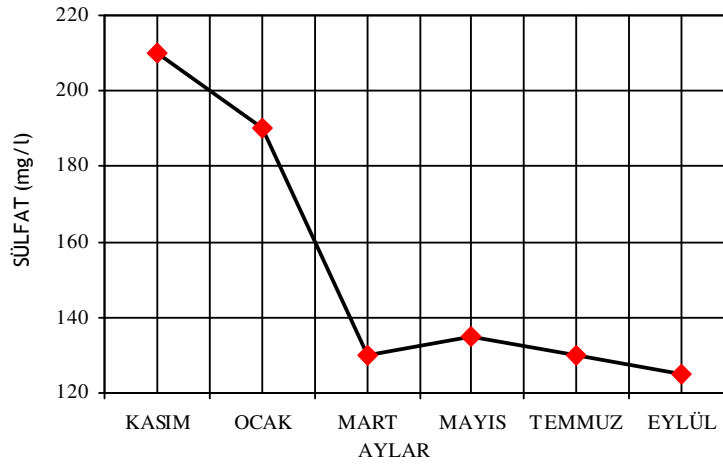
Şekil 7.9'da nitrit azotu konsantrasyonunun aylara göre değişimi verilmiştir. En düşük nitrit azotu Mayıs ayında 0,002 mg/l, en yüksek miktar ise Mart ayında 0,34 mg/l olarak ölçülmüştür. Bu değerler Çizelge 1.1'de AT'nin kriterleri ile karşılaştırıldığında sadece Mart ve Temmuz aylarında 0,1 mg/l'yi aşmıştır.



Şekil 7.9. Nitrit azotu miktarının aylara göre değişimi [22]

7.1.11 Sülfat

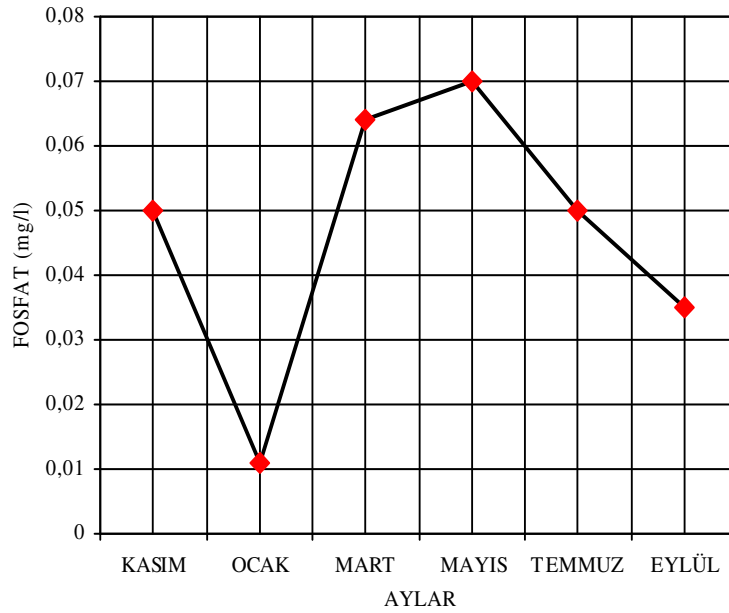
Şekil 7.10 'da sülfat konsantrasyonunun aylara göre değişimi verilmiştir. Buna göre en düşük sülfat miktarı Eylül ayında 125 mg/l, en yüksek Kasım ayında 210 mg/l olarak ölçülmüştür. Bu değerler Çizelge 2.1 ile karşılaştırıldığında I. ve II. Sınıf su kalitesinde olduğu, Çizelge 1.1'e göre değerlendirildiğinde ise AT, WHO ve TS-266 kriterlerine göre uygun olduğu söylenebilir.



Şekil 7.10. Sülfat miktarının aylara göre değişimi [22]

7.1.12. Fosfat

Şekil 7.11’de fosfat değerinin aylara göre değişimi verilmiştir. Buna göre ölçülen en düşük fosfat miktarı Ocak ayında 0,011 mg/l; en yüksek, Mayıs ayında 0,07 mg/l olarak ölçülmüştür.



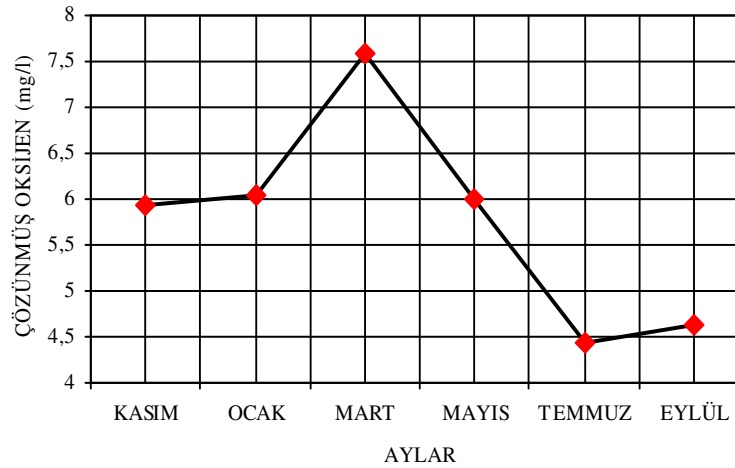
Şekil 7.11. Fosfat miktarının aylara göre değişimi [22]

Grafikten de görüldüğü gibi fosfat miktarı aylara göre değişim göstermektedir. Kasım, Mart, Mayıs ve Temmuz aylarında değerlerin yüksek olması gölün etrafında bulunan tarım arazilerinin sonbahar ve ilkbaharda gübrelenmesi ve yağmur sularıyla fosfatın göle karışması şeklinde açıklanabilir. Bulunan değerler Çizelge 2.1’e göre değerlendirildiğinde I. ve II. Sınıf su kalitesinde olduğu görülmektedir.

7.1.13. Çözünmüş oksijen

Şekil 7.12’de çözünmüş oksijen değerlerinin aylara göre değişimi verilmiştir. Buna göre en yüksek çözünmüş oksijen değeri Mart ayında 7,59 mg/l, en düşük değer ise Temmuz ayında 4,44 mg/l olarak ölçülmüştür. Çizelge 2.1 ile karşılaştırıldığında çeşitli faktörlerin etkisiyle Gölünyazı Gölü’nün su kalitesinin çözünmüş oksijen

açısından I ve III arasında değiştiği görülmektedir. Çözünmüş oksijen değerlerinin Kasım, Ocak, Mart ve Mayıs aylarına göre diğer aylardan daha yüksek çıkması gölün bu dönemlerde daha fazla yağış alması sonucu suyun seyrelmesinden kaynaklanmaktadır. Mayıs ayından sonra sıcaklık artışıyla sudaki çözünmüş oksijen azalmıştır (bkz. Çizelge 6.2). Çünkü suda çözünen oksijenle sıcaklık ters orantılıdır.



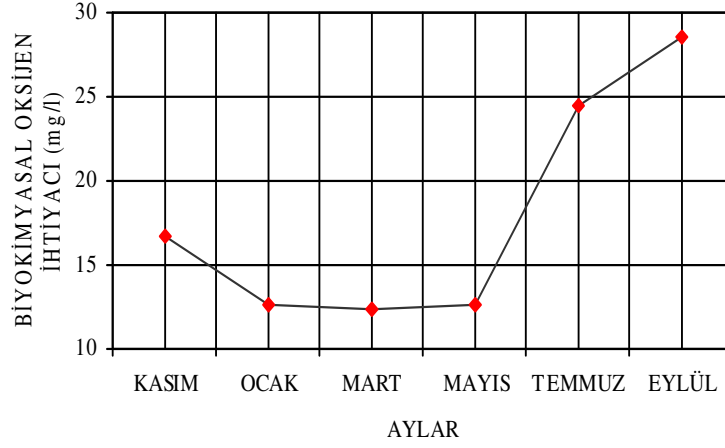
Şekil 7.12. Çözünmüş oksijen miktarının aylara göre değişimi [22]

7.1.14. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅)

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı, oksijenin yeterli oranda bulunduğu aerobik koşullarda suya katılmış olan ayrışabilir organik maddelerin parçalanarak yararlı bir duruma geçmelerinde mikroorganizmalar tarafından gereksinilen oksijen miktarına denir. Su ortamında yeterli oksijenin olduğu durumlarda ayrışma ilk 5 günde hızlı olmakta ve 20. güne kadar azalarak devam etmektedir. BOİ₅ tespiti 5 gün sürmekte ve 5 günlük değerler kritik olarak alınmaktadır. BOİ₅ değerlerinin düşük olması suyun temiz olduğunu yüksek olması ise suda organik madde kirliliğini gösterir.

Şekil 7.13'de Biyokimyasal oksijen ihtiyacının aylara göre değişimi verilmiştir. Buna göre ölçülen en yüksek BOİ₅ değeri Eylül ayında 28,56 mg/l, en düşük değer ise Mart ayında 12,4 mg/l olarak ölçülmüştür. Bu değerler Çizelge 2.1 ile karşılaştırıldığında, Gölün yazı'nın III ve IV. kalite su sınıfına girdiği görülmektedir. Ancak gölün bulunduğu yere bakıldığında gölü besleyen bir

akarsuyun olmadığı görülmektedir. Yine gölde bulunan sazlıkların da fazla miktarda olması gölün rüzgarlarla yeterli miktarda karışarak oksijenlenmesini önlemektedir. Ayrıca Çizelge 6.2 'de de görüldüğü gibi Gölün yazı'da yazın kuraklığın etkisiyle suların azalması da BOI_5 'nin yüksek çıkmasına neden olmuştur.



Şekil 7.13. BOI_5 değerinin aylara göre değişimi [22]

7.2. Biyolojik Sonuçlar

Göl civarından toplanan ve tür teşhisi yapılan bazı hayvanların listesi Çizelge 7.1’ de verilmiştir.

Çizelge 7.1. Araştırma alanında yaşadığı tespit edilen bazı hayvanlar [22]

TAKSONLAR	TAKIM/FAMİLYA	CANLILAR
Sınıf: Insecta	Odonata	<i>Anaciaeschna isosceles antehumeralis</i> (Schmidt, 1950)
		<i>Crocothemis erythraea</i> (Brulle, 1832)
		<i>Ischnura elegans ebneri</i> (Schmidt, 1939)
	Coleoptera	<i>Cybister lateralimarginalis torquatus</i> (Fischer von Waldheim, 1829)
		<i>Colymbetes fuscus</i> (Linnaeus 1758)
		<i>Hyphydrus ovatus</i> (Linnaeus, 1761)
		<i>Laccophilus minutus</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Ilybius fuliginosus</i> (Fabricius, 1792)
		<i>Agabus nebulosus</i> (Forster, 1771)
		<i>Noterus clavicornis</i> (De Geer, 1774)
		<i>Peltodytes caesus</i> (Duftschmid, 1805)
		<i>Anacaena lutescens</i> (Stephens, 1829)
	Diptera	<i>Chironomus</i> sp.
		<i>Culex</i> sp.
	Hemiptera	<i>Sigara</i> sp.
		<i>Corixa</i> sp.
		<i>Hesperocorixa</i> sp.
		<i>Micronecta</i> sp.
		<i>Plea minutissima</i> (Leach, 1817)
		<i>Gerris argentatus</i> (Schummel, 1832)
		<i>Naucoris maculatus</i> (Fabricius, 1798)
Şube: Mollusca		<i>Planorbis</i> sp.
Şube: Annelida		<i>Hirudinea medicinalis</i> (Linnaeus, 1758)
Sınıf: Crustacea		<i>Cyclops</i> sp.
		<i>Daphnia</i> sp.
Sınıf:Pisces	Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Gölünyazı Gölü'nden Kasım 2005 ve Eylül 2006 ayları arasında altı kez alınan su örneklerinin fiziksel ve kimyasal analizleri sonucunda fosfat, sülfat, amonyum, nitrat, pH, kalsiyum, magnezyum ve toplam sertlik bakımından AT'de tavsiye edilen değerler ile uygunluk göstermektedir. Kıta içi su kaynaklarının sınıflandırılmasında ise bu değerler bakımından I.ve II. sınıfa girmektedir. BOI_5 , çözünmüş oksijen ve nitrit değerleri bakımından ise suyun kalitesi daha düşüktür.

Gölün bulunduğu alanın etrafında sadece tarımsal arazilerin bulunması ve yapılan yoğun gübrelemeler sonucu suyun sülfat, fosfat ve azot bakımından daha kirli olması gerektiği düşünülebilir ancak gölde yoğun olarak bulunan *Phragmites* sp. türünden olan makrofitlerin suda bulunan bu maddeleri bünyesinde depolama özellikleri olmasından dolayı Gölünyazı Gölü doğal arıtma özelliği taşımaktadır [41].

Dünya üzerinde ve ülkemizde bulunan bu tür alanlar önceleri 'atık alanlar' ve atık suların deşarj edilebileceği uygun alanlar olarak algılanmışlardır. Doğal sulak alanların değerleri son yıllarda anlaşılmıştır. Ancak bu zamana kadar insanların bu alanlara verdiği zararlar nedeniyle ve artan ihtiyaçları karşılamak amacıyla 'yapay sulak alanlar' atık su arıtımında kullanılmaya başlanmıştır [41]. Bu nedenle Gölünyazı Gölü ve ülkemizde bulunan buna benzer alanların korunmasına önem verilmelidir. Özellikle göl etrafında bulunan tarım arazilerinde yapılan gübreleme ve diğer kimyasal uygulamaların azaltılması sağlanarak göle taşınan kirlilik yükünün kontrol altına alınması gerekmektedir. Aksi takdirde Gölünyazı Gölü'nün ötrofikasyon olayına maruz kalarak yok olması kaçınılmaz bir sonuçtur.

Ayrıca gölde yasaklanmış olan balıkçılık faaliyetlerine devam edildiği görülmektedir. Bu da gölde yaşayan balıkların neslinin devamı için tehlike oluşturmaktadır.

Gölünyazı Gölü'nün korunmasının ve göldeki canlı yaşamın devamlılığının sağlanması için öncelikle en büyük tehdit olan insanın eğitimi sağlanmalıdır. Ayrıca

devlet kurumlarının da koruma altına alınan bu alana gerekli önemi göstermesi ve kontrollerini sıklaştırması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Yıldız, K., Sipahioğlu, Ş., Yılmaz, M., “Çevre Bilimi”, *Gündüz Eğitim ve Yayıncılık*, Ankara, 51, 52, 104-106, 111 (2000).
2. Tanyolaç, J., “Limnoloji”, *Hatiboğlu Yayınevi*, Ankara, 34-97 (2000).
3. Campbell, N., A., Reece, J., B., “Biyoloji”, *Palme Yayıncılık*, Ankara, 1106-1107 (2006).
4. Cirik, S., Cirik, Ş., “Limnoloji”, *Ege Üniversitesi Yayınları*, İzmir, 23-41, 98-106 (1991).
5. Kocataş, A., “Ekoloji ve Çevre Biyolojisi”, *Ege Üniversitesi*, İzmir, 359-375, 435-438 (1999).
6. Dişli, M., “Şanlıurfa Balıklı Gölü’nün Su Kalitesi Yönüyle Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi*, Ankara, 18-23, 65, 82 (2002).
7. Lampert, W., Sommer, U., Limnoecology, *Oxford University Press*, New York 52-62, 294-307 (1997).
8. Bronmark, C., Hansson, L., “The Biology of Lakes and Ponds”, *Oxford University Press*, New York, 32-58, 222-236, (2005).
9. Afds, M.S., Bircan, R., Aras, N.M., “Genel Su Ürünleri ve Balık Üretim Esasları”, *A.Ü.Zir.Fak.Yayınları*, Erzurum, 173: 100-110 (1995).
10. Kışlalıoğlu, M., Berkes, F., “Ekoloji ve Çevre Bilimleri”, *Remzi Kitabevi*, İstanbul, 160-161 (1994).
11. Demirsoy, A., “Yaşamın Temel Kuralları” Cilt 1/ Kısım1, *Meteksan A.Ş.*, Ankara, 28, (1999).
12. İmamoğlu, Ö., “Dipsiz ve Çine (Muğla-Aydın) Çay’ının Su Kalitesinin Fizikokimyasal ve Biyolojik (Bentik Makroinvertebrat) Yönden İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı*, Muğla, 18-22 (2000).
13. Holl, K., “Wasser cuntersuchung Beuteilung, Aufbereitung, Chemie Bakteriologie, Virologie, Biologie” *6. Auflage de Gruyter*” Berlin, 85 (1979).
14. Özdemir, N., “Dalaman-Kapukargın Köy’ünde Bulunan Kocagöl’ün Limnolojik Açıdan İncelenmesi”, *Muğla Üniversitesi*, Muğla, 5, 12, 13 (1999).
15. Kazancı, N., “Burdur Gölü ve Acı Göl’ün Limnolojisi”, *İmaj Yayınevi*, Ankara, 19-24 (1998).

16. Kazancı, N., "Beyşehir Göl'ünün Limnolojisi, Çevre Kalitesi, Biyolojik Çeşitliliği ve Korunması", **Kalkan Ofset**, Ankara, 26, 27 (2003).
17. Kazancı, N., "Köyceğiz, Beyşehir, Eğirdir, Akşehir, Eber, Çorak, Kovada, Yarıklı, Salda, Bafa, Karataş, çavuşçu Gölleri, Küçük ve Büyük Menderes Deltası, Güllük Sazlığı, Karamuk Bataklığı'nın Limnolojisi Çevre Kalitesi ve Biyolojik Çeşitliliği", **Form Ofset**, Ankara, 47-54 (1999).
18. Egemen, Ö., Sunlu, U., "Su Kalitesi", **Ege Üniversitesi Yayınları**, İzmir, 153 (1996).
19. Tuncay, H., "Su Kalitesi" E. Ü. Ziraat Fakültesi, **Ofset Basımevi**, İzmir, 244 (1994).
20. Ankara Büyükşehir Belediye Başkanlığı Ankara Su ve Kanalizasyon Dairesi Genel Müdürlüğü, "Gölbaşı Mogan-Eymir Gölleri İçin Su Kaynakları ve Çevre Yönetim Planı Projesi", **ODTÜ, 93-03-03-04-01, Ankara**, 287-293 (1995).
21. Murathan, A. Arşivinden, (2004)
22. Özakkoyunlu, S. Arşivinden (2006)
23. Anonim, Gölün yazı Kuşları, **Çevreye Genç Bakış**, 5: 29 (2004)
24. Çağırankaya, S., "Yurtiçi Görev Raporu" **Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Doğa Koruma Dairesi Başkanlığı, Ankara**, 1-3 (2004).
25. Balık, S., Ustaoglu, R., "Birgi Göletleri (Urla, İzmir) ve Sazlıgöl (Karaburun, İzmir)'ün Sucul Faunası Hakkında Bir Ön Araştırma", **Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi**, 21(1-2): 29-30 (2004).
26. İnternet: "Gölün yazı Gölü Uydu Fotoğrafı" <http://earth.google.com/> (2006)
27. Greenberg, A. E., Trussel L.R., Clasceri, L.S., "Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater" 20th ed., APHA, AWWA, WPCF, Washington DC., **Wassertechnik**, 30(7): 247-249 (1998).
28. Günay, Y., Tabuman, C., Çötört, F., İçme Suyu ve Pis Sularda Standart Rutin Analiz Yöntemleri Kılavuzu, **İller Bankası**, Ankara, 24: 22-25 (1977).
29. Stichel, "Illustrierte Bestimmungstabellen der Wanzen II. Europa (Hemiptera-Heteroptera Europae)", **Selbtverlag**, Berlin-Hermsdorf, 1: 1-168 (1955-1956).
30. Jansson, A., "The Corixidae (Heteroptera) of Europe and some adjacent region", **Acta Entomol. Fenn.**, 47: 1-94 (1986).
31. Askew, R., R., "The Dragonfly of Europe", **Essex**, Harley, 1-291 (1988).

32. Demirsoy, A., "Türkiye Faunası, Odonata", **TUBİTAK Araştırma Projesi Raporu**, 4: (8), xii+438 (1995).
33. Demirsoy, A., "Yaşamın Temel Kuralları", Omurgasızlar, **Meteksan A.Ş.**, Ankara, 2(1): 1210 (2001).
34. Kuru, M., "Omurgalı Hayvanlar", **Palme Yayıncılık**, Ankara, 208 (1999).
35. Angus, R. B.; "Insecta, Coleoptera, Hydrophilidae, Helophorinae", Süßwasser fauna von Mitteleuropa, **Gustav Fischer**, Stuttgart 2 (10-2): 1-144 (1992)
36. Franciscolo, M. E., "Coleoptera, Haliplidae, Hygrobiidae, Gyrinidae, Dytiscidae" Fauna d'Italia, **Edizioni Calderini**, Bologna, XIV: 804 (1979)
37. Hebauer, F., & Klaustnitzer, B., "Insecta, Coleoptera, Hydrophiloidea, Georissidae, Spercheidae, Hydrochidae, Hydrophilidae (exkl. Helophorus)" Süßwasserfauna von Mitteleuropa, **Gustav Fischer**, Stuttgart 20 (7-9,10-1): 1-134 (1998)
38. Çorum İline Ait 2005-2006 Yılları Arasındaki Aylık Ortalama Hava Sıcaklığı ve Yağış Miktarı, **T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü**, Ankara, (2006)
39. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, **Resmi Gazete**, Ankara, 19119 (1988)
40. Sarıhan, E., "Balıkçılık Biyolojisi", **Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınlar Ders Kitabı**, Adana, 65, 119 (1993).
41. Hışır, P., "Yapay Sulak Alanlar Araştırması ve Örnek Uygulama, Yüksek Lisans Dönem Projesi", **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 11, 14, 46 (2004).

EKLER

EK-1 İçme suyu standartları

Çizelge 1.1. İçme suyu standartları [39]

Parametre	Birim	Avrupa Topluluğu 1980		WHO (1986)	Türk İçme suyu Standartı (TS-266)	
		Tavsiye Edilen Değer	Maksimum Değer		Tavsiye Edilen Değer	Maksimum Değer
Renk	Pt-Co	1	20	15	5	50
Bulanıklılık	NTU	0,4	4	5	5	25
Sıcaklık	°C	12	25			
Elektriksel İletkenlik	µmhos/cm	400				
Klorür	mg/l	25		250	200	600
Sodyum	mg/l	20	150	200		
pH		6,5-8,5		6,5-8,5	7-8,5	6,5-9,2
Askıdaki katılar	mg/l	Bulunmayacak				
Potasyum	mg/l	10	12			
Toplam sertlik	°Fr		min 15		0	500
Kalsiyum	mg/l	100			75	200
Magnezyum	mg/l	30	50		50	150
Sodyum sülfat	mg/l				100	150
Sülfat	mg/l	25	250	400	200	400
Amonyum	mg/l	0,05	0,5			
Nitrit	mg/l		0,1			
Nitrat	mg/l	25	50	44		45
TKN	mg/l		1			
PV	mg/O ₂ /l	2	5			
Alüminyum	mg/l	0,05	0,2	0,2		
Çözülmüş oksijen			>%75			
Toplam fosfat (P ₂ O ₅)	mg/l	0,4	5			
Flor	mg/l	1,5				1,4-2,4
Bor	mg/l	1			0,8-1,7	

EK-2 Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri

Çizelge 2.1. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri [6]

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV(a)
<u>Fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler</u>				
Sıcaklık (°C)	25	25	30	>30
PH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-9,0	6,5-9,0 dışında
Çözünmüş oksijen (mg/l) (a)	8	6	3	<3
Oksijen doygunluğu (%) (a)	90	70	40	<40
Klorür iyonu (mg/l)	25	200	400 (b)	>400
Sülfat iyonu (mg/l)	200	200	400	>400
Amonyum azotu (mg/l)	0,2 (c)	1,0 (c)	2,0 (c)	>2
Nitrit azotu (mg/l)	0,002	0,01	0,05	>0,05
Nitrat azotu (mg/l)	5	10	20	>20
Toplam fosfor (mg/l)	0,02	0,16	0,65	>0,65
Toplam çözünmüş madde (mg/l)	500	1500	5000	>5000
Renk (Pt-Co)	5	50	300	>300
Sodyum (mg/l)	125	125	250	>250
<u>Organik parametreler</u>				
KOI (mg/l)	25	50	70	>70
BOI ₅ (mg/l)	4	8	20	>20
Organik karbon (mg/l)	5	8	12	>12
Toplam kjeldahl azotu (mg/l)	0,5	1,5	5	>5
Emülsifiye yağ ve gres (mg/l)	0,02	0,3	0,5	>0,5
Metilen mavisi aktif maddeleri (mg/l)	0,05	0,2	1	>1,5
Fenolik maddeler (mg/l)	0,002	0,01	0,1	>0,1
Mineral yağlar ve türevleri (mg/l)	0,02	0,1	0,5	>0,5
Toplam pestisit (mg/l)	0,001	0,01	0,1	>0,1
<u>İnorganik kirlenme parametreleri (d)</u>				
Civa (µg/l)	0,1	0,5	2	>2
Kadmiyum (µg/l)	3	6	10	>10
Kurşun (µg/l)	10	20	50	>50
Arsenik (µg/l)	20	50	100	>100
Bakır (µg/l)	20	50	200	>200
Toplam krom (µg/l)	20	50	200	>200
Krom (IV) (µg/l)	eser	20	50	>50
Kobalt (µg/l)	10	20	200	>200
Nikel (µg/l)	20	50	200	>200
Çinko (µg/l)	200	500	2000	>2000
Toplam siyanür (µg/l)	10	20	100	>100
Florür (µg/l)	1000	1500	2000	>2000
Serbest klor (µg/l)	10	10	50	>50
Sülfür (µg/l)	2	2	10	>10
Demir (µg/l)	300	1000	5000	>5000
Mangan (µg/l)	100	500	3000	>3000
Bor (µg/l)	1000 (e)	1000 (e)	1000 (e)	>1000
Selenyum (µg/l)	10	10	20	>20
Baryum (µg/l)	1000	2000	2000	>2000
Alüminyum (mg/l)	0,3	0,3	1	>1
Radyoaktivite (pCi/l)				
alfa-aktivitesi	1	10	10	>10
beta-aktivitesi	10	100	100	>100

EK-2 (Devam) Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri

Notlar

- (a) Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.
- (b) Klorüre karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsantrasyon limitini düşürmek gerekebilir.
- (c) PH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu 0.02 mg NH_3^- N/L değerini geçmemelidir.
- (d) Bu gruptaki kriterler parametreleri oluşturan kimyasal türlerin toplam konsantrasyonlarını vermektedir.
- (e) Bora karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriteri 300 µg/L 'ye kadar düşürmek gerekebilir.

I : Yüksek kaliteli su

II : Az kirlenmiş su

III: Kirlenmiş su

IV: Çok kirlenmiş su

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÖZAKKOYUNLU Semanur
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 17.06.1981 Balıkesir
Medeni hali : Evli
Telefon : 05337734155
e-mail : ozakkoyunlu@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Biyoloji Eğitimi	2004
Lise	Muharrem Hasbi Lisesi	1999

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2004-2006	Gelişim Dershanesi	Biyoloji Öğretmenliği

Yabancı Dil

İngilizce