

**TORTUM GÖLÜ'NÜN (ERZURUM) AZOT
FRAKSİYONLARI İLE DEMİR VE BAKIR
KONSANTRASYONLARININ MEVSİMSEL VE
YERSEL DEĞİŞİMİ**

Münevver ŞENEL

**Yüksek Lisans Tezi
Su Ürünleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Yrd. Doç. Dr. Özden FAKIOĞLU
2013
Her Hakkı Saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TORTUM GÖLÜ'NÜN (ERZURUM) AZOT FRAKSİYONLARI İLE
DEMİR VE BAKIR KONSANTRASYONLARININ MEVSİMSEL VE
YERSEL DEĞİŞİMİ**

Münevver ŞENEL

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**ERZURUM
2013**

Her Hakkı Saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

Tortum Gölü'nün (Erzurum) Azot Fraksiyonları ile Demir ve Bakır Konsantrasyonlarının Mevsimsel ve Yersel Değişimi

Yrd.Doç.Dr. Özden FAKIOĞLU danışmanlığında, Münevver ŞENEL tarafından hazırlanan bu çalışma 10/10/2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr. Muhammed ATAMANALP

İmza

Üye : Yrd.Doç.Dr. Gonca ALAK

İmza

Üye : Yrd.Doç.Dr. Özden FAKIOĞLU

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU
Enstitü Müdürü

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi BAP kapsamında desteklenmiştir.
Proje No:2012/489

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TORTUM GÖLÜ'NÜN (ERZURUM) AZOT FRAKSİYONLARI İLE DEMİR VE BAKIR KONSANTRASYONLARININ MEVSİMSEL VE YERSEL DEĞİŞİMİ

Münevver ŞENEL

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Özden FAKIOĞLU

Tortum Gölü'nde, Haziran 2012-Mayıs 2013 tarihleri arasında yürütülen bu çalışmada 3 istasyon ve bunlara bağlı 5 farklı derinlikten aylık alınan su örneklerinde bazı fiziko-kimyasal parametreler ve ağır metallerinin (Fe, Cu, SO₄) mevsimsel ve yersel değişimi incelenmiştir. Çalışma süresince elde edilen verilerde, ortalama çözünmüş oksijen değeri 12,85±5,75 mg/L, su sıcaklığı 13°C, pH değeri 8,51±0,39 ve Secchi derinliği 3,24 m ölçülmüştür. Ortalama değerleri sırasıyla, NH₃-N (amonyak-azotu) 0,19 ± 0,01 mg/L, NO₂-N (amonyak-azotu) 0,02± 0,01 mg/L, NO₃-N (amonyak-azotu) 0,08±0,01 mg/L, TP (toplam fosfor) 0,004±0,001 mg/L, sülfat (SO₄) 0,31±0,00 mg/L, silikat (Si) 0,60±0,003 mg/L ve toplam demir (Fe⁺³) 0,02±0,01 mg/L değeri hesaplanmıştır. Gölde bakır (Cu) tespit edilememiştir.

Bu çalışmada, çözünmüş oksijen, pH, amonyak ve nitrat azotu bakımından I. sınıf kaliteli sular sınıfına girerken, nitrit azotu derişimine göre II. sınıf kaliteli sular sınıfına girmektedir. Tortum Gölü Secchi derinliğine göre mezotrofik, toplam fosfor derişimine göre oligotrofik düzeyde tahmin edilmiştir.

2013, 56 sayfa

Anahtar Kelimeler: Azot fraksiyonu, demir, silikat, su kalitesi, derin göl, Tortum Gölü

ABSTRACT

Master Thesis

SEASONAL AND TEMPORAL CHANGES OF NITROGEN FRACTIONS, IRON AND COPPER CONCENTRATIONS IN TORTUM LAKE (ERZURUM)

Münevver ŞENEL

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Aquaculture

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Özden FAKIOĞLU

Water samples had been taken monthly from three station and five different layers of Lake Tortum between June 2012 and May 2013. Some physico-chemical parameters and heavy metal (Fe, Cu, SO₄) concentrations were researched change of seasonal and temporal. In this study was measured mean dissolved oxygen 12.85±5.75, pH 8.51±0.39, water temperature 13°C and Secchi depth 3.24 m. Mean value NH₃-N (ammonia-nitrogen) 0.19 ± 0.01 mgL⁻¹, NO₂-N (nitrite-nitrogen) 0.02± 0.01 mgL⁻¹, NO₃-N (nitrate-nitrogen) 0.08±0.01 mgL⁻¹, TP (total phosphorus) 0.004±0.001 mgL⁻¹, SO₄ (sulfate) 0.31±0.00 mgL⁻¹, Si (Silica) 0.60±0.003 mgL⁻¹ ve total iron (Fe⁺³) 0.02±0.01 mgL⁻¹ were calculated, respectively. But copper wasn't identified in the lake.

In this study, in the first class water quality were found by dissolved oxygen, pH, NH₃-N and NO₃-N values, while according to NO₂-N in the second class water quality was found. Tortum Lake has been estimated mesotrophic level as far as Secchi depth, oligotrophic level by total phosphorus.

2013, 56 pages

Keyword: Nitrogen fractions, iron, silica, water quality, depth lake, Tortum Lake

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımı yönlendiren, araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyen sosyal hayatta da desteğini hep hissettiğim hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Özden FAKIOĞLU'na, tezimle ilgili çalışmalarımda laboratuvar olanaklarını esirgemeyen başta Su Ürünleri Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP olmak üzere bütün hocalarıma ayrıca istatistiksel analizler sırasında yardımını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Memiş ÖZDEMİR'e teşekkür ederim.

Manevi desteklerini esirgemeyen aileme en derin duygularıyla teşekkür ederim. Ayrıca arazi ve laboratuvar çalışmalarımda bana yardımcı olan ekip arkadaşlarıma, kaptanımız Osman Cuvadar'a teşekkürlerimi sunarım.

Münevver ŞENEL

Ekim, 2013

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	5
2.1. Göllerin Jeomorfolojik Yapısı.....	5
2.1.1. Orijinlerine göre göller.....	5
2.2. Göl Suyunun Fiziksel Özellikleri.....	7
2.2.1. Işık.....	7
2.2.2. Sıcaklık.....	7
2.2.3. pH.....	8
2.2.4. Suyun bulanıklığı	9
2.3. Göl Suyunun Kimyasal Özellikleri	9
2.3.1. Çözülmüş gazlar	10
2.3.2. Çözülmüş maddeler	11
2.3.2.a. Azot bileşikleri	11
2.3.2.b. Fosfor bileşikleri	12
2.3.2.c. Demir bileşikleri	13
2.3.2.d. Silikat	13
2.3.2.e. Sülfat.....	13
2.3.2.f. Bakır.....	13
2.4. Göllerin Ekolojik ve Limnolojik Sınıflandırılması	14
2.5. Su Kalite Parametreleri	15
2.6. Literatür Özetleri	17
2.6.1. Yerli ve yabancı kaynaklar.....	17
2.6.2. Tortum Gölü'nün özellikleri	21

3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	24
3.1. Materyal	24
3.1.1. Araştırma yeri.....	24
3.1.2. İklim	25
3.2. Yöntem.....	26
3.2.1. Numune alımı.....	26
3.2.2. Laboratuar analizi.....	26
3.2.2.a. Amonyak-Azotu	26
3.2.2.b. Nitrat-Azotu	26
3.2.2.c. Nitrit-Azotu	27
3.2.2.d. Toplam Fosfor	27
3.2.2.e. Sülfat.....	27
3.2.2.f. Silikat	27
3.2.2.g. Bakır	27
3.2.2.h. Demir.....	27
3.2.3. İstatistiksel analizler	28
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	29
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	46
KAYNAKLAR.....	50
EKLER.....	53
EK 1. Arazi Çalışmalarıyla ve Araziyle İlgili Resimler.....	53
ÖZGEÇMİŞ	57

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde Oran
°C	Santigrat Derece
Ca	Kalsiyum
CaCO ₃	Kalsiyum Karbonat
CO ₂	Karbondioksit
Cu	Bakır
cm	Santimetre
ÇO	Çözünmüş Oksijen
EDTA	Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
Fe	Demir
FS°	Fransız Sertliği
g/m ³	Metreküpte 1 gram
H	Hidrojen
ha	Hektar
H ₂ O	Su
km	Kilometre
km ²	Kilometrekare
L	Litre
m	Metre
m ³	Metreküp
mg/l	Litrede 1 miligram
mg/m ³	Metreküpte 1 miligram
Mg	Magnezyum
ml	Mililitre
N	Azot
NH ₃ -N	Amonyak Azotu
NO ₂ -N	Nitrit Azotu
NO ₃ -N	Nitrat Azotu
O ₂	Oksijen

P	Fosfor
pH	H iyonu derişiminin 10 tabanında (-) logaritması
ppm	Toplam madde miktarının milyonda birlik kısmı
Si	Silikat
SO ₄	Sülfat
TOP	Toplam Ortafosfat
TP	Toplam Fosfor
µ m	Mikrometre
µ g/l	Litrede 1 mikrogram
µ g/m ₃	Metreküpte 1 mikrogram

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Derin göllerdeki termal tabakalaşma	8
Şekil 2.2. Serbest CO ₂ , HCO ₃ ⁺ ve CO ₃ ⁼ ile hidrojen iyon konsantrasyon ilişkisi	9
Şekil 2.3. Suda çözünmüş gazlar ve maddeler.....	10
Şekil 2.4. Dimiktik oligotrof ve ötrof göllere ait oksijen yoğunluğunun mevsim ve derinliğe bağlı değişimi.....	10
Şekil 2.5. Göl suyundaki azot kaynakları ve formları	11
Şekil 2.6. Göl suyundaki fosfor kaynakları	12
Şekil 2.7. Bir gölün ekolojik sınıflandırılması.....	14
Şekil 3.1. Tortum Gölü ve istasyonları gösteren harita ve istasyonların koordinatları..	25
Şekil 4.1. Tortum Gölü su sıcaklığı değerinin derinliklere ve mevsimlere bağlı değişimi	29
Şekil 4.2. Tortum Gölü çözünmüş oksijen değerinin derinliklere ve mevsimlere bağlı değişimi	30
Şekil 4.3. Tortum Gölü pH değerinin istasyon, derinlik ve mevsime bağlı değişimi....	31
Şekil 4.4. Tortum Gölü Secchi derinliği değerinin aylara ve istasyonlara bağlı değişimi	32

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Besin düzeyi sınıflandırmasında kullanılan bazı parametre değerleri	15
Çizelge 2.2. Göllerin besin düzeyinin sınıflandırmasında kullanılan bazı parametre değerleri.....	16
Çizelge 2.3. Türk Çevre Mevzuatına göre kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre su kalite kriterleri.....	16
Çizelge 4.1. Tortum Gölü'nde $\text{NH}_3\text{-N}$ değerlerinin aylara, istasyonlara ve derinliklere bağlı değişimi (Ortalama $\pm$ Standart sapma) (mg/l) (n=4)	33
Çizelge 4.2. Tortum Gölü'nde $\text{NO}_2\text{-N}$ değerlerinin aylara, istasyonlara ve derinliklere bağlı değişimi (Ortalama $\pm$ Standart sapma) (mg/l) (n=4)	35
Çizelge 4.3. Tortum Gölü'nde $\text{NO}_3\text{-N}$ değerlerinin aylara, istasyonlara ve derinliklere bağlı değişimi (Ortalama $\pm$ Standart sapma) (mg/l) (n=4)	37
Çizelge 4.4. Tortum Gölü'nde TP değerlerinin aylara, istasyonlara ve derinliklere bağlı değişimi (Ortalama $\pm$ Standart sapma) (mg/l) (n=4)	39
Çizelge 4.5. Tortum Gölü'nde Fe değerlerinin aylara, istasyonlara ve derinliklere bağlı değişimi (Ortalama $\pm$ Standart sapma) (mg/l) (n=4)	41
Çizelge 4.6. Tortum Gölü'nde Si değerlerinin aylara, istasyonlara ve derinliklere bağlı değişimi (Ortalama $\pm$ Standart sapma) (mg/l) (n=4)	43
Çizelge 4.7. Tortum Gölü'nde SO_4 değerlerinin aylara, istasyonlara ve derinliklere bağlı değişimi (Ortalama $\pm$ Standart sapma) (mg/l) (n=4)	45

1. GİRİŞ

İnsanoğlu yaşamının devamlılığı için temiz ve kaliteli tatlı suya ihtiyaç duymaktadır. Tatlı suların dünyada kapladığı alan %2'dir (Demir 2008). Bu oranın içme ve kullanma suyu amacıyla kullanılan kısmı ise hızlı artan dünya nüfusu ve negatif çevresel etkiler sonucunda her geçen gün azalmaktadır.

Göl ekosisteminin kirlenmesindeki en önemli faktör, kentsel, sanayi ve tarımsal faaliyetlerdir. Bunlara ek olarak taşımacılık, nükleer santraller, plansız yapılan hidroelektrik santralleri de kirletici kaynağıdır. Organik ve inorganik kirlетici maddeler boşaldıkları ortamın fiziko-kimyasal ve biyolojik yapısını önemli ölçüde değiştirmekte ve suyun dip yapısında önemli değişimlere neden olmaktadır (Çoban 2007).

Ötrofikasyon konusu sürekli çalışılan bir konu olma özelliğindedir. Ötrofikasyon artan besleyici element girişlerinden kaynaklanan göllerin aşırı verimli olması durumudur. Ötrofikasyon sonucunda göller yok olmakla karşı karşıya kalırlar. Ötrofikasyonun azaltılmasındaki esas, göl ekosistemindeki besin elementi konsantrasyonlarının azaltılmasıyla sağlanabilir (Karabacak 2003).

Göllerdeki diğer bir tehlike ise metal atıklardır. En zehirli metaller sırasıyla Hg, Cu, Cd, Pb, Zn, Ni ve Co'dur. Metalin bileşik ya da iyon halde oluşuna göre değiştiği gibi organizmaların metali absorbe etme derecesine göre de değişir. Bunun yanı sıra ağır metalin diğer metallerle olan etkileşimi ve çeşitli kirlетicilerle olabilecek kombinasyonda belirlenmesi önemlidir (Dökmeci 2005).

Doğal kaynakların kullanımıyla ilgili çalışmalarda, ilk olarak kaynağın su kalitesinin belirlenmesi gerekir. Su kaynaklarının kalitesinin belirlenmesinde fizikokimyasal (N, P, Si, Ca, Mg gibi) ve biyolojik (fitoplankton, zooplankton, bentik omurgasızlar gibi) birçok parametre kullanılır. Suyun fiziksel özelliklerinden en önemlisi sıcaklıktır. Sıcaklık canlıların yaşaması için doğal bir ortam oluşturmasını sağlar. Ilıman veya

subtropikal bölgelerde 20 m'den derin ve büyük göllerde mevsimsel sıcaklık değişimleri görülür. Diğer bir önemli parametre ise pH'dır. Göllerde pH 6-9 arasında değişir. Suyun içerisindeki organik ve inorganik maddeler suyun rengini oluşturur. Suyun rengi ise Secchi diski ile ölçülür. Suyun rengi göl suyunun kalitesini gösteren fiziksel parametrelerden biridir (Tanyolaç 2009).

Oksijen göller için en temel parametredir. Aerobik sucul canlılar için çözünmüş oksijen metabolizmanın düzenli işlemesi için gereklidir. Sudaki çözünmüş oksijenin kaynağı atmosferdeki oksijen düzeyi ve fitoplanktonların varlığıdır (Wetzel 2001).

Doğal sularda azot, çözünmüş veya asılı organik bileşik ve mineral şeklinde bulunabilir. Bu azot tipinden sadece azot besleyici azot tipindedir. Amonyum, nitrit ve nitrat şeklinde bulunur (Wetzel 2001).

Fosfor, doğada erimiş organik fosfor veya sestondaki organik fosfor şeklinde bulunur. Fosforun önemi hücrede enerji taşıma sistemlerinde rol almasıdır (Tanyolaç 2009).

Demir, hayvanların solunum pigmentinde bulunması ve sudaki birçok kimyasal olayda katalizör olarak görev yapması bakımından oldukça önemlidir. Demir doğada iki şekilde bulunur. Birincisi oksitlenmiş 3 değerli ferrik (toplam) ve ikincisi indirgenmiş 2 değerli ferro (çözünmüş) durumundadır (Tanyolaç 2009).

Silis, tatlı sularda silis dioksit ve silikat olmak üzere iki önemli formda bulunur. Tatlı sularda silikat hemen hemen bol miktarda bulunur ve diatom alg toplulukları açısından çok önemlidir (Wetzel 2001).

Tatlı sularda en çok rastlanan sülfür formlarından biri katyonlara bağlı sülfat anyonu ve kükürtlü hidrojen'dir. Bakır yer kabuğundaki kayalar da doğal bakır veya bakır içeren sülfür (kalkopirit, kalkosit) ve karbonat mineralleri halinde (malahit, azurit) bulunur (Dökmeci 2005; Tanyolaç 2009).

Göllerin ve göletlerin besin düzeyine göre sınıflandırılması, karşılaştırılması, göl yönetim stratejileri ve restorasyon çalışmaları açısından büyük önem taşımaktadır. Besin düzeyi sınıflandırılmasında en çok kullanılan parametreler; berraklık, ilk üretim, klorofil *a* ve toplam fosfordur. Bunun yanı sıra Türk Çevre Mevzuatına göre kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre değerlendirildiğinde ise Amonyum azotu, Nitrit azotu, Nitrat azotu da besin düzeyini belirlemede kullanılan parametreler arasında yer almaktadır. Türkiye, yaklaşık olarak 10000 km²'lik bir alan kaplayan akarsuları ve gölleriyle çok önemli iç su kaynaklarına sahiptir. Göller, bataklıklar, deltalar, sazlıklar ve çamur düzlükleri, başta kuşlar olmak üzere, yaban yaşamı için de oldukça önemlidir. Ülkemizin iç su potansiyeli: 33 adet nehir (177 714 km), 200 adet doğal göl (906 118 ha), 159 adet baraj gölü (342 377 ha) ve 750 adet (15 500 ha) göletten oluşmaktadır. Sulak alanlarımızdan 135'i uluslararası öneme sahiptir. Bunlardan 12 tanesi Ramsar alanı olarak ilan edilmiştir (Anonim 2009).

Türkiye, küresel ısınmadan etkilenmekte, yağışlar azalmakta, genel bir mevsimsel sıcaklık artışı ve buna bağlı olarak su kaynaklarında azalma gözlenmektedir. Bununla birlikte su kaynaklarının kalitesi düşmekte, su kaynaklarının içme, sulama gibi amaçlarla kullanımı etkilenmektedir. Ülkemiz her ne kadar geniş su kaynaklarına sahip bir ülke olarak bilinse de, su kaynaklarının yanlış kullanımı sonucu hızla azalmaya başladığı vurgulanmaktadır. Akdeniz bölgesindeki sığ göllerdeki tehlike insan kullanımının verdiği hasardır. Çünkü bu göllerin %80'i tarım arazilerinin sulanmasında kullanılmaktadır. Örneğin, Türkiye'de 500 km²'den büyük ekili alanlar kuru dönemdeki sulama ihtiyacı tatlı su göllerinden sağlanmaktadır. Bu göllerden biri olan Akşehir Gölü'nün 361 km²'lik alanıyla son zamanlarda kuruduğunu ve endemik üç balık türünün (*Alburnus nasreddini*, *Gobio gobio intermius* ve *Leuciscus anatolicus*) yok olduğunu bildirmişlerdir (Jeppesen vd 2009).

Tortum Gölü, Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Doğu Anadolu Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Erzurum'un Tortum ilçesine 56 km uzaklıkta yer almaktadır (Altuner 1982). Tortum Gölü ve çevresinin hakim litolojik yapısını, Alt Kretase (Mesozoik) yaşlı killi kireçtaşları oluşturmaktadır. Balıklı Köyü batısında

bulunan Kemerli Dağı (2770 m)'nın killi kireçtaşıdan oluşan doğu yamaçları, Tortum Vadisi'ne doğru eğimlidir. 1700'lü yılların ortalarında, bu heyelan ile Tortum Çayı Vadisi tamamen doldurulmuş olup Kemerli Dağı'nın yamacını aşındırmış ve bunun sonucunda büyük bir kalker kütlesi yerinden kopup vadiye doğru kaymıştır (Doğanay ve Alim 2003). Tortum Gölü, 6.625.000m² yüzölçümüne sahip bir dağ göçüğünün meydana getirdiği Türkiye'deki en büyük heyelan set gölüdür. (Güresinli 1978; Orhan ve Karahan 2010).

Bu çalışma ile doğal sit alanı statüsündeki Tortum Gölü'nde farklı literatüre göre gölün besin kalitesi ortaya konulması, buna ek olarak gölde bazı ağır metal parametreleri incelenmiş, gölün bu günkü durumu belirlenmiştir. Bu çalışma, göldeki değişimlerin izlenmesi açısından önem taşımaktadır.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. Göllerin Jeomorfolojik Yapısı

Göl orjini ve morfolojisi en çok araştırılan konulardır. Göl jeomorfolojisi, fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak üç bölümde incelenirken yer aldığı havzanın iklimi de birlikte yorumlamalarda önemlidir. (Wetzel 2001).

Göllerin oluşumunda genellikle tektonik olayların etkisi fazla olmakla birlikte göl havzalarının yapısı (havzadaki akarsuların taşıdığı alüvyonlar, yükseklik, havzanın iklimi v.s) da etkili olmaktadır.

2.1.1. Orijinlerine göre göller

Jeolojik oluşumlarına göre göller 6 bölüme ayrılırlar;

1. Tektonik göller: Yeryüzünün kıvrılmasıyla oluşan çukurlarda veya bir hat boyunca meydana gelen çatlak veya fay çöküntüleri içinde su birikmesiyle oluşur. Bu tip göller genellikle derin, dar ve uzundur. Yaşlı göllerin büyük bir kısmı bu özelliktedir. Birçok bitki ve hayvan çeşidine ev sahipliği yapar (Wetzel 2001; Löffler 2003). Dünyadaki tektonik göllere Baykal (Asya) ve Tanganika (Afrika) gölleri örnektir. Türkiye'deki göllerin büyük bir kısmı tektonik kökenlidir. Marmara bölgesinde Manyas (Kuş Cenneti), Apolyont (Ulubat), İznik, Sapanca, Bolu'da Çağa gölleri sayılabilir. Akdeniz bölgesinde Burdur, Acıgöl, Eğirdir, Beyşehir gölleri, İç Anadolu'da Tuz Gölü, Akşehir, Eber, Tuzla, Seyfe (Kırşehir), Çavuşçu (Ilgın), Suğla (Konya) ve Kovada gölleri tektonik kökenlidir. Ayrıca Hozapın (Ardahan) ve Hazar (Elazığ) gölleri de bu gruba dahildir (Tanyolaç 2009).

2. Volkanik göller-krater gölleri: Bu tip göller sönmüş yanardağ kraterlerinin lavlarla kaplanması sonucu suların birikmesiyle veya volkanik aktivite nedeniyle oluşan

kırılmaların su ile dolmasıyla oluşur. Volkanik göller az verimli göller olarak bilinir. Tür çeşitliliği azdır (Wetzel 2001). Türkiye’deki krater gölleri genellikle volkanik alanlarda toplanmıştır. Van Gölü, Nemrut Gölü, Gölcük Gölü, Ilıgöl, Acıgöl, Tuzla ve Çıldır gölleri örnek verebilir (Tanyolaç 2009).

3. Set gölleri: Bu göller nehir veya denizlerin biriktirdiği alüvyonlarla oluşur. Nehirlerin akıntı hızları azaldıkça alüvyonları daha ileriye taşıyamayacağından biriken alüvyon bir set oluşturur. Zamanla bu setler tamamen kapanarak göl haline dönüşürler. Türkiye’de alüvyon baraj gölüne örnek Akgöl, Mogan, Eymir, Gala Gölü, Marmara, Köyceğiz ve Bafa gölleri sayılabilir. Doğal set göllerinin bir başka çeşidi heyelan gölleridir. Yer sarsıntısı veya ani ve şiddetli atmosferik olaylar bu göllerin oluşmasında etkilidir. Bunlar Tortum, Sera, Abant ve Yedigöller’dir (Tanyolaç 2009).

4. Buzul gölleri (Glasial kökenli göller): Jeolojik devirlerde buzulların kuzey-güney hareketleri yeryüzünde birçok göl oluşumuna neden olmuştur. Buzullar hareket ederken içinde bulundukları vadiyi kazıp derinleştirmişler böylece buzul eriyince dik kıyılı göller oluşmuştur. Dünyada Greenland ve çevresinde daha çok rastlanır. Özellikle kuzey İzlanda, Antartika bölgesinde ve birkaç yüksek dağın tepesinde bulunurlar (Wetzel 2001). Türkiye’de Doğu Karadeniz dağlarında bulunan: Deligöl, Göbekligöl, Karagöl, Camili Göl, Yıldız Gölü; Hakkâri’de Bey ve Gelyana; Uludağ’da Aynalı, Karagöl bunlardan başka Toroslar, Aladağ, Bolkar dağları üzerindeki göller sayılabilir (Tanyolaç 2009).

5. Çöküntü-Yıkıntı gölleri (karstik göller): Daha çok kalkerli yerlerde rastlanan bu tip göller nehir yatağı veya vadilerde çöküntü sonucu oluşur veya yer altı sularının kalkerli yerlerden geçerken buraları aşındırarak çökertmesi şeklinde oluşur. Türkiye’de Antalya-Burdur üzerinde Kestel polyesi, Karagöl, Avlan, Düdenler; Konya-Aksaray üzerinde Obruk, Çırak obruğu; Sivas’ta Tödürge Gölü bu göllerdendir (Tanyolaç 2009).

6. Yapay Göller (Barajlar): Sulama, içme suyu sağlama veya elektrik enerjisi gibi amaçlarla vadilerin uygun yerlerine büyük setler yapılarak baraj gölleri oluşturulur. Bu

göl vadinin şeklini alır. Çubuk-1, Hirfanlı, Atatürk, Keban, Demirdöven barajları örnek verilebilir (Tanyolaç 2009).

Hipolimyonu büyük olan göller su sirkülasyonlarına bağlı olarak 6 sınıfa ayrılırlar (Wetzel 2001; Tanyolaç 2009):

1. **Amiktik:** Buzla kaplı olması nedeniyle karışımın olmadığı göllerdir.
2. **Soğuk monamiktik:** Su sıcaklığı en fazla +4°C çıkabilen göllerdir.
3. **Dimiktik:** Yılda iki kere sirkülasyon gösteren göllerdir. Genellikle yaz ve kış karışımı gözlenir.
4. **Sıcak monamiktik:** Yılda bir kere karışımın gözlemlendiği, üzerinin hiçbir zaman buzla kaplanmadığı sıcaklığın en az +4°C olduğu göllerdir.
5. **Oligomiktik:** Humusu fazla ekvator bölgesinde yer alan göllerde gözlenir. Düzenli olmayan karışımlar görülür.
6. **Polimiktik:** Ekvator bölgesinde yüksek dağlarında bulunan göller bu gruba girer. Sık sık veya düzenli karışım gözlenir.

2.2. Göl Suyunun Fiziksel Özellikleri

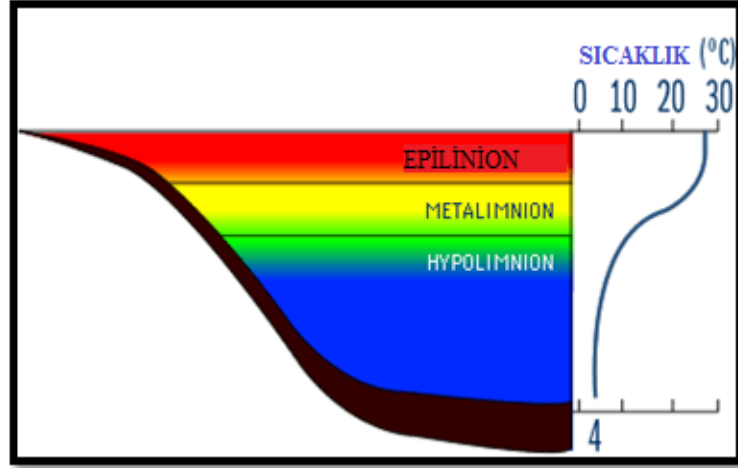
2.2.1. Işık

Göllerin güneş enerjisini soğurması, gölün biyolojik çeşitliliği ve miktarı üzerine etkilidir. Farklı dalga boylarında gelen ışıklar su içerisindeki canlıların rengini etkiler (Wetzel 2001). Genel olarak suya giren ışık enerjisinin %53'ü ilk metrelerde ısıya çevrilir. Uzun dalga veya kızılötesi dalgalar sıcaklık olarak tanımlanır (Tanyolaç 2009).

2.2.2. Sıcaklık

Suyun fiziksel özelliklerinden en önemlisi sıcaklıktır. Sıcaklık canlıların yaşaması için doğal bir ortam oluşturmasını sağlar. Su yüksek özgül ısıya sahiptir. Su maksimum yoğunluğa donma noktası olan 0°C'de değil, +3,98°C (+4°C)'de ulaşır. Ilıman veya

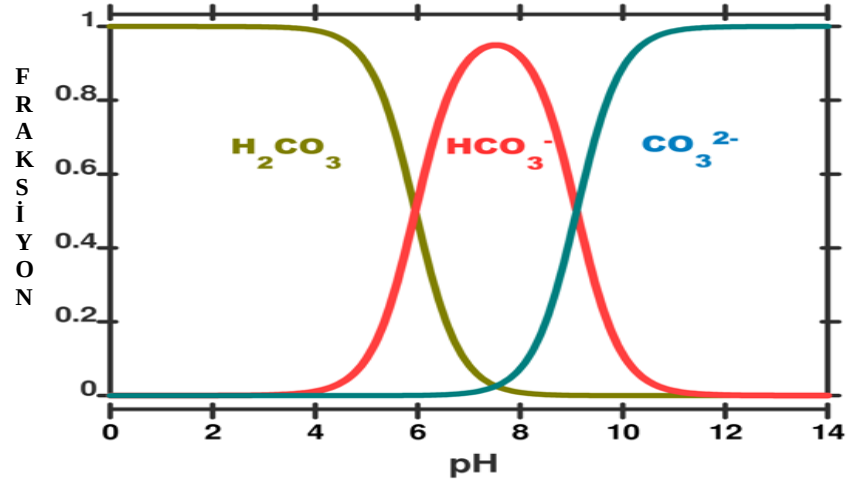
subtropikal bölgelerde 20 m'den derin ve büyük göllerde mevsimsel sıcaklık değişimleri görülür. Bu olaya **termal tabakalaşma** denir (Şekil 2.1) (Tanyolaç 2009).



Şekil 2.1. Derin göllerdeki termal tabakalaşma (Wetzel 2001)

2.2.3. pH

Bir bileşikteki hidrojen iyonunun logaritmik karşılığı olarak tanımlanır. Göllerde pH 6-9 arasında değişir. Kireçli bölgedeki göllerde çözülmüş karbonat pH'yı arttırarak 9 dolaylarına çıkara bilir. Kapalı göllerde pH değeri 12'ye çıkabilir. Volkanik göllerde ise sülfirik asit gibi asitlerin birikmesi sonucu pH 1,7 kadar düşebilir. Şekil 2.2'de sudaki karbondioksitin 3 farklı formunun pH'ya bağlı değişimi gösterilmiştir (Tanyolaç 2009).



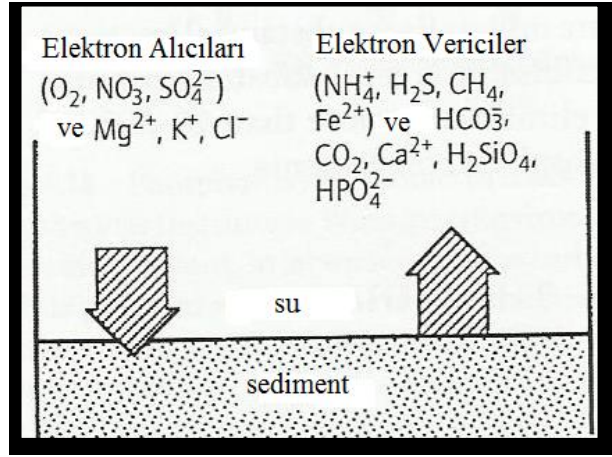
Şekil 2.2. Serbest CO_2 , HCO_3^+ ve CO_3^- ile hidrojen iyon konsantrasyon ilişkisi (Tanyolaç 2009)

2.2.4. Suyun bulanıklığı

Suyun içerisindeki organik ve inorganik maddeler suyun rengini oluşturur. Bulanıklılığa havanın kapalı ya da açık olması ve dip rengi de etkiler. Bulanıklık türbitimetre ile ölçülür. Suyun rengi ise Secchi diskisi olarak tanımlanan 20 cm çapında aletle ölçülür (Tanyolaç 2009).

2.3. Göl Suyunun Kimyasal Özellikleri

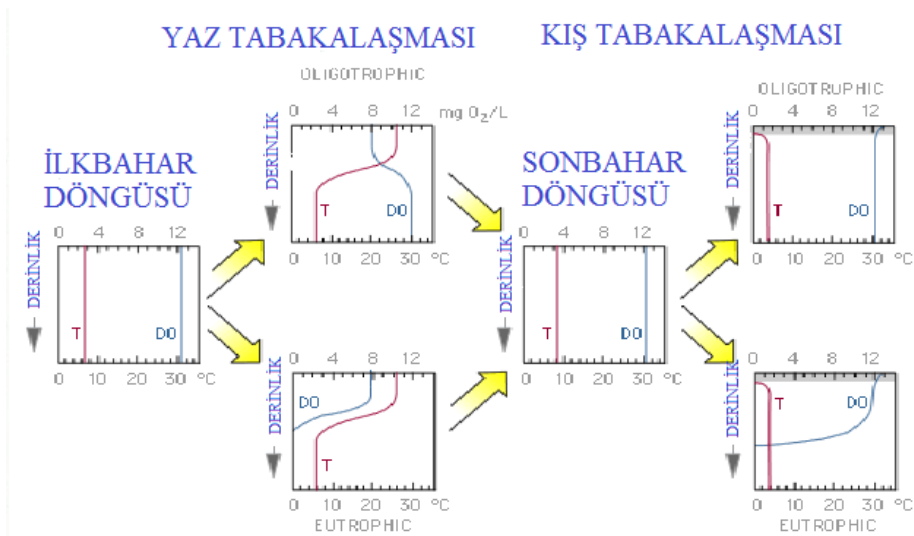
Göl suyunun kimyasal birleşimi, yer aldıkları iklim kuşağına, basınca, jeolojik oluşumuna ve çevresel etkenlere bağlıdır. Su kimyası çözülmüş gazlar ve maddeler olmak üzere iki temel başlık altında incelenir. Şekil 2.3’de sudaki çözülmüş gazlar ve maddeler kaynaklarına göre verilmiştir.



Şekil 2.3. Suda çözünmüş gazlar ve maddeler (Wetzel 2001)

2.3.1. Çözünmüş gazlar

Oksijen göller için en temel parametredir. Aerobik sucul canlılar için çözünmüş oksijen metabolizmanın düzenli işlemesi için gereklidir. Sudaki çözünmüş oksijenin kaynağı atmosferdeki oksijen düzeyi ve fitoplanktonların varlığıdır. Bunun yanı sıra çözünmüş oksijen birçok kimyasal reaksiyonda önemli rol oynar (Wetzel 2001). Termal tabakalaşma gösteren ötrof ve oligotrof göllerde oksijen ve sıcaklığın mevsimsel dağılımı Şekil 2.4’de gösterilmiştir.



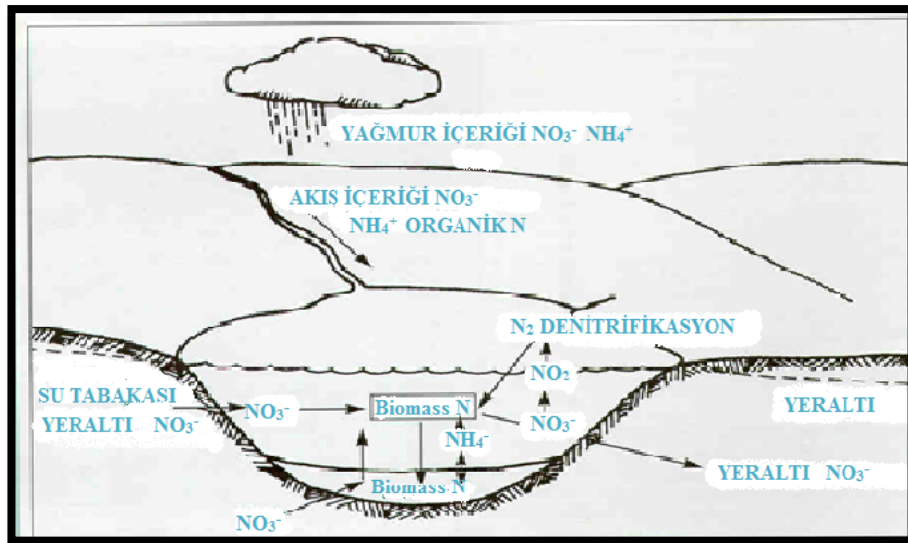
Şekil 2.4. Dimiktik oligotrof ve ötrof göllere ait oksijen yoğunluğunun mevsim ve derinliğe bağlı değişimi (Wetzel 2001).

2.3.2. Çözünmüş maddeler

Göl sularının kimyasal yapısı göl tabanına göle giren ve çıkan suların taşıdıkları maddelere bağlı olarak değişir. Bunun dışında gölün açık göl veya kapalı göl olması da çözünmüş maddenin birleşimini ve miktarını etkiler.

2.3.2.a. Azot bileşikleri

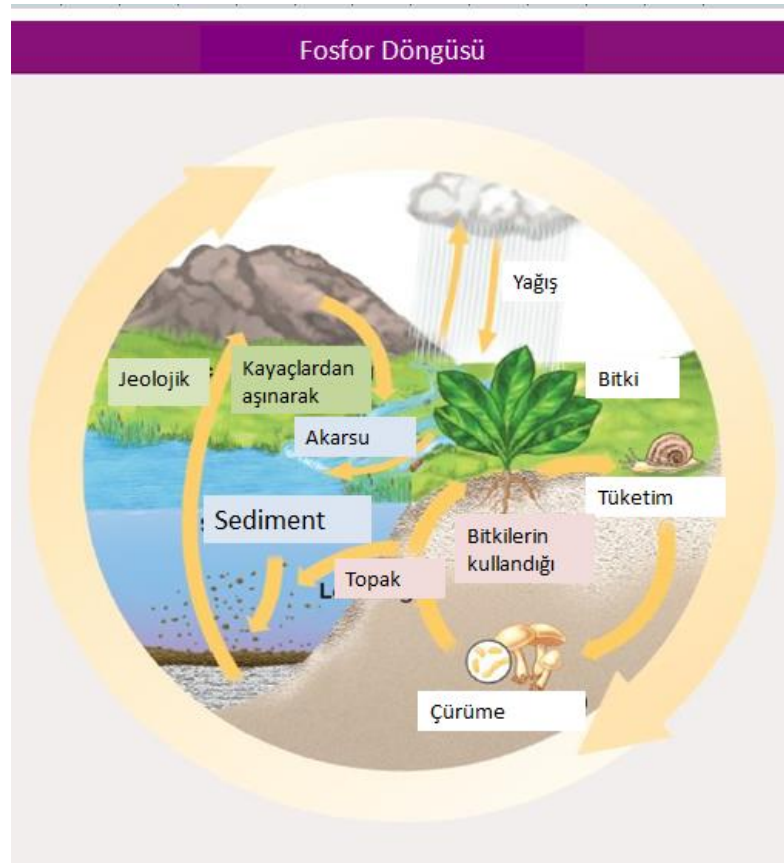
Azot, canlıların başlıca elementi olan protein, karbonhidrat ve yığın oluşumunda ve sentez olayındaki rolü nedeniyle bütün ekosistemin temelidir. Fakat dünyada %2'den daha az miktarda bulunur. Doğal sularda azot, daha önce gördüğümüz gibi, çözünmüş veya asılı organik bileşik ve mineral şeklinde bulunabilir. Bu azot tipinden sadece azot besleyici azot tipindedir. Amonyum, nitrit ve nitrat şeklinde bulunur. Birleşik olan azot dış kaynaklı veya iç kaynaklı birçok etmenden kaynaklanır. Birleşik olmayan azot ise iki kaynak vardır. Biri atmosferdir. İkincisi de bakteriyel denitrifikasyonla sağlanandır. Bu azotu ise bakteri ve bazı alg türleri direkt kullanır. Filtre edilen göl suyunda total azotun hemen hemen %50'si organik azot bileşiğidir. Bununda %60-80'i aminoasitler, polipeptitler ve proteinler gibi amino bileşiklerinden oluşur (Wetzel 2001; Tanyolaç 2009).



Şekil 2.5. Göl suyundaki azot kaynakları ve formları (Wetzel 2001)

2.3.2.b. Fosfor bileşikleri

Diğer elementler gibi canlıların yapısına giren önemli bir elementte fosfordur. Fosfor doğada erimiş organik fosfor veya sestondaki organik fosfor şeklinde bulunur. Fosforun önemi hücrede enerji taşıma sistemlerinde rol almasıdır. Göldeki fosfor birleşiklerinin miktarına, havzanın morfometresine, bölgenin jeolojik yapısının kimyasal içeriğine, suya karışan organik madde olup olmamasına ve sudaki organik metabolizmaya bağlıdır. Asidik sularda fosfatın demire ilgisi artar ve ferrik fosfat (toplam fosfor) oluşur. Canlılar öldüğü zaman organik fosforun önemli bir kısmı ortafosfor olarak ortama geçer (Wetzel 2001; Tanyolaç 2009).



Şekil 2.6. Göl suyundaki fosfor kaynakları (Anonim 2009)

2.3.2.c. Demir bileşikleri

Demir hayvanların solunum pigmentinde bulunması ve sudaki birçok kimyasal olayda katalizör olarak görev yapması bakımından oldukça önemlidir. Demir doğada iki şekilde bulunur. Birincisi oksitlenmiş 3 değerli ferrik (toplam) ve ikincisi indirgenmiş 2 değerli ferro (çözünmüş) durumundadır. Suda ferrik oksit 0,2-2 mg/l olarak bulunduğu zaman algler iyi gelişim göstermesine rağmen 5 mg/l'yi geçerse zehirli etki yapar (Tanyolaç 2009).

2.3.2.d. Silikat

Silis tatlı sularda silis dioksit ve silikat olmak üzere iki önemli formda bulunur. Tatlı sularda silikat hemen hemen bol miktarda bulunur ve diatom alg toplulukları açısından çok önemlidir. Silis bazı alglerin kabukları, sarı-esmer alglerin kistleri ve bazı süngerlerin sipiküllerinde bulunur (Wetzel 2001).

2.3.2.e. Sülfat

Tatlı sularda en çok rastlanan sülfür formlarından biri katyonlara bağlı sülfat anyonu ve kükürtlü hidrojen'dir. Sülfat suya yağmurla, sülfatlı bileşikler ise sedimenlerden geçer. Bitki büyümesi için gereklidir. Ayrıca organizmaların gelişmesinde sülfat olarak bulunur (Tanyolaç 2009).

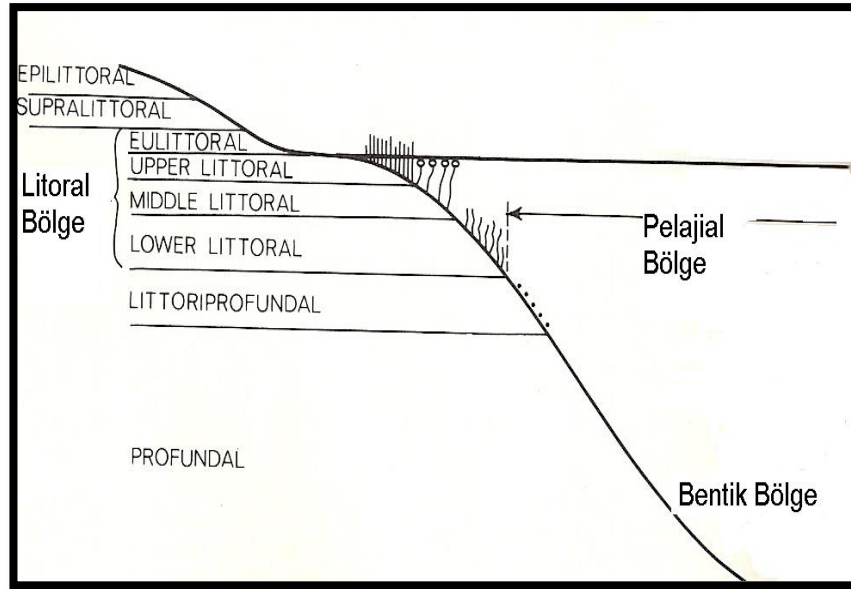
2.3.2.f. Bakır

Bakır yerkabuğundaki kayalarda doğal bakır veya bakır içeren sülfür (kalkopirit, kalkosit) ve karbonat mineralleri halinde (malahit, azurit) bulunur. Bununla birlikte, bakır minerallerinin çözünürlükleri düşük olduğundan, sulardaki bakırın çok az kısmı doğal kökenlidir. Bakır içeren bileşikler fungusit ve pestisit olarak kullanılmaktadır.

Doğal sularda bakır, genellikle eser miktarda (0,05 mg/l'ye kadar) bulunur. Bakırın yüksek dozda bulunması sucul canlılar için öldürücüdür (Dökmeci 2005).

2.4. Göllerin Ekolojik ve Limnolojik Sınıflandırılması

Göller başlıca bentik ve limnetik bölge olmak üzere iki litoral bölgeye ayrılır (Şekil 2,7). Bentik bölge, kıyı ve dip yapısı ile ilgili bölgedir. Su bitkilerinin bittiği yerden başlayan dip ve kıyı ile ilişkisi olmayan açık su bölgesine ise pelajik bölge denir (Tanyolaç 2009).



Şekil 2.7. Bir gölün ekolojik sınıflandırılması (Wetzel 2001)

Göller verimlilik yönünden **ötrof**, **oligotrof** ve **distrof** olmak üzere üç tipe ayrılarak incelenirler (Tanyolaç 2009):

a. Ötrof Göl: Genellikle derinliği fazla olmayan, kıyıları düz ve geniş bir vejetasyon kemerine sahiptir. Epilimnionun hipolimniona oranı büyüktür. Ötrof göllerin suları yeşil-sarı veya koyu esmer olabilir. Askıda madde ve plankton bol olduğundan suyun berraklığı azdır. Bu tip göllerde elektrolitler, kalsiyum, fosfor ve azot bol bulunurken

humus az bulunur. Oksijen yüzeyden derinlere inildikçe azalır. Bu göllere örnek olarak Akşehir, Apolyont, Çekmece, Manyas ve Mogan gölleri verilebilir.

b. Oligotrof Göl: Derinliği ve kıyı şeridi fazladır. Termoklin tabakası geniş epilimnionun hipolimniona oranı küçüktür. Suda yüzen plankton ve askıntı maddelerin azlığı nedeniyle elektrolitesi düşüktür. Suyun rengi mavi-yeşil ve berraktır. Kalsiyum, fosfor ve azot oldukça az miktarda bulunur. Oksijen yıl boyu tüm katmanlarda fazladır. Bu göllere örnek olarak Eğirdir ve Van gölleri gösterilebilir.

c. Distrof (Bataklık) Göl: Akıntısı olmayan ve rüzgâr almayan yerlerde çoğunlukla distrof göller oluşur. Bunların yüzeyi gölün içine doğru uzanan geniş bir bitki örtüsüyle kaplıdır. Suyun rengi esmer ve humusludur. Humik asidin fazla olması nedeniyle suyun pH değeri düşüktür. Koloidal ve humuslu maddeler suyun berraklığını ve elektrolitesini olumsuz etkiler. Oksijen dip kısımlarda oldukça azdır.

2.5. Su Kalite Parametreleri

Besin düzeyi sınıflandırmasında kullanılan diğer literatürler ve göllerin besin durumlarına göre oligotrofik, mezotrofik ve ötrofik olarak sınıflandırılmasında kullanılan parametrelerin sınır değerleri belirlenmiştir (Çizelge 2.1; Çizelge 2.2.) (Anonymous 1982; Wetzel 1983).

Çizelge 2.1. Besin düzeyi sınıflandırmasında kullanılan bazı parametre değerleri (Lind *et al.* 1993)

Parametre	Oligotrofik	Mesotrofik	Ötrofik	Kaynak
Toplam fosfor ($\mu\text{g/l}$)	< 10	10 - 35	35 - 100	Vollenweider ve Dillon
Klorofil <i>a</i> (mg/m^3)	< 2,5	2,5 - 8	8 - 25	
Berraklık-Secchi derinliği (m)	> 3,7	2 - 3,7	< 2	USEPA*

*USEPA: Amerika Çevre Koruma Ajansı Su Kalite Kriterleri

Çizelge 2.2. Göllerin besin düzeyinin sınıflandırmasında kullanılan bazı parametre değerleri

Parametreler	Ultra-oligotrofik	Oligotrofik	Mezotrofik	Ötrofik	Hipertrofik	Kaynak
Toplam Fosfor (mg/m ³)	≤ 4.0	≤ 10.0	10 - 35	35 - 100	≥ 100	Anonymous 1982
	<1-5	5-10	10-30		30-5000	Wetzel 1983
Klorofil <i>a</i> (mg/m ³)	≤ 1.0	≤ 2.5	2.5 – 8	8 – 25	≥ 25	Anonymous 1982
	0.01-0.5	0.3-3	2-15	10-500	-	Wetzel 1983
Secchi derinliği (m)	≥ 12.0	≥ 6.0	6 - 3	3 - 1.5	≤ 1.5	Anonymous 1982

Besin düzeyi dışında, kıta içi su kaynakları, su kalite parametrelerine göre; 1. Sınıf - Yüksek kaliteli sular, 2. Sınıf - Az kirlenmiş sular, 3. Sınıf - Kirlı sular ve 4. Sınıf - Çok kirlı sular olmak üzere 4 sınıfa ayrılır (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. Türk Çevre Mevzuatına göre kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre su kalite kriterleri (Anonim 1999)

Parametre	Su Kalite Sınıfları			
	1	2	3	4
Sıcaklık, °C	25	25	30	>30
pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6- 9	6- 9 dışında
Çözünmüş oksijen, mg/l	8	6	3	< 3
Secchi derinliği, m	> 7	7-4,0	3,9-2	<2
Amonyum azotu, mg/l	0,2	1	2	>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
KOI, mg/l	25	50	70	>70

2.6. Literatür Özetleri

2.6.1. Yerli ve yabancı kaynaklar

Mogan Gölü, Ekim 2005 ve Ekim 2006 arasında bir yıl süreyle araştırılmış ve fitoplankton topluluklarının yapısındaki değişimler, klorofil *a* ve besin tuzu konsantrasyonları bakımından gölün hala ötrofik olduğunu bildirilmiştir (Yerli 2012).

Kanalizasyon ve evsel kaynaklı kirleticilerin baskısı altında olan Ramgarh Gölü'nde Pb, Ag, Zn, Cu, Cr, Cd, Ni ve Mn değerleri araştırılmış, sonuçta Ag, Zn ve Ni dışındaki diğer elementlerin içme suyu kalite değerlerinin altında olduğu bildirilmiştir (Singh and Upadhyay 2012).

Beyşehir Gölü'nde yürütülen bir çalışmada ortalama su sıcaklığı 5,3-27,8°C, pH 7,80±0,01-8,92±0,01, Çözünmüş oksijen 6,36±0,06-11,63±0,06 mg/L, Secchi derinliği ise 1,08±0,35 m ve toplam fosfor değeri 10,46±6,20 mg/m³ olarak belirlenmiştir (Fakıoğlu ve Demir 2011).

Katip ve Karaer (2011), Uluabat Gölü'nün su kirliliği düzeyini mevsimsel olarak incelenmiş, bunun yanı sıra ulusal yönetmelikler ve uluslararası standart değerlere göre değerlendirilmiştir. Buna göre, konvansiyonel parametrelerin konsantrasyonlarının genellikle yaz aylarında en yüksek seviyede olduğu, bu nedenle de kirliliğin yaz aylarında artış gösterdiğini saptamışlardır. Araştırma boyunca elde edilen bulgular Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği göre göl suyu 4. sınıf kalitede, Su Ürünleri Yönetmeliğine göre, sınır değerlerin üstünde, TS266 (Türk Standartları 266) İnsani Tüketim Amaçlı Sular kriterlerine göre ise içme ve kullanma suyu sınır değerlerini aşmış olduğunu; Göl, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği 'Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri' tablosuna göre değerlendirildiğinde aynı şekilde 4. sınıf su kalitesindedir. Cu, elementi konsantrasyonları ise USEPA (ABD Çevre Koruma Ajansı) su kalitesi kriterleri kronik etki seviyesinden yüksek konsantrasyonlarda olduğu tespit etmişlerdir.

Taş (2011), Gaga Gölü'ndeki çalışmasında, ortalama çözünmüş oksijen değeri 9,92 mg/L, su sıcaklığı 16,45°C, pH değeri 8,28, Secchi derinliği 4,40 m, NH₃-N 0,11 mg/L, NO₂-N 0,03 mg/L, NO₃-N 0,93 mg/L, toplam fosfor 0,02 mg/L, sülfat (SO₄) 4,33 mg/L, Ca 47,22 mg/L, Mg 8,08 mg/L, TS 540,70 mg CaCO₃/L, Fe 0,19 mg/L olarak belirlemiştir.

Taş vd (2010) tarafından Ulugöl'deki araştırmalarında, ortalama su sıcaklığı 16,22 °C, pH 8,75, çözünmüş oksijen 7,95, NO₂-N 0,014 mg/l, NO₃-N 0,115 mg/l, NH₃-N 0,012 mg/l, toplam fosfat 0,010 mg/l (10 µg/l), SO₄ 2,5 mg/l, toplam sertlik değeri 111,25 mg CaCO₃/l, Secchi derinliği 2,99 m olduğunu saptamışlardır.

Japonya'da 6 gölde oksijen, pH ve elektrik iletkenliğine göre tabakalaşma olup olmadığının araştırıldığı çalışmada, karışım olan tabakada hiç döngü olmadığı, buna karşın oksijen ve pH değerlerine göre göllerde tabakalaşma gözlemlendiği tespit edilmiştir. Elektrik iletkenliği değerine göre tabakalaşmanın zayıf olduğu tespit edilmiştir (Boehrer *et al.* 2009).

Yumula Baraj Gölü'nün limnolojisi incelenmiş ve kıta içi yüzeysel su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre su sıcaklığı, pH, nitrat azotu ile çözünmüş oksijen değerine göre I. sınıf, amonyak azotuna göre II. sınıf ve nitrit azotu bakımından IV. sınıf sular içerisinde yer aldığı bildirilmiştir (Çevik ve Elibol 2009).

Beyşehir Gölü'nde Kasım 1996 - Kasım 1997 ayları arasında Oğuzkurt (2001)'un yürüttüğü araştırmada su sıcaklığı minimum 3,7°C ve maksimum 25,4°C tespit etmiştir. Kazancı vd (2009) gölde haziran ayında bir tabakalaşma gözlenmesiyle gölün sıcak monomiktik bir göl olduğunu bildirmişlerdir.

Elmacı vd (2008) Uluabat Gölü'nde yürüttükleri çalışmada yıllık ortalama su sıcaklığı (16,36±7,47°C) ve nitrat azotu konsantrasyonu (0,63±0,50 mg/l) açısından 1. Sınıf su kalitesine, çözünmüş oksijen (7,62±1,99 mg/l), amonyum azotu (0,52±0,49 mg/l)

açısından II. sınıf su kalitesine, pH ($8,69 \pm 0,16$) açısından III. sınıf su kalitesine sahip olduğunu saptamışlardır.

Hazar Gölü'nde yürütülen bir araştırmada çözünmüş oksijenin yıllık ortalaması 9,6 mg/L, pH değeri 8,90, sıcaklık değeri ise en yüksek 25,6°C ile Ağustos ayında en düşük değeri 5,4°C ile Mart ayında ölçüldüğünü bildirmişlerdir. Hazar Gölü'nde göl suyunda kalsiyum miktarı 2,3- 16,2 mg/L aralığında, magnezyum 15,2-144,0 mg/L aralığında, Toplam fosfor 0,15–2,21 mg/L arasında saptamışlardır. Göldeki fosfor miktarının Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ndeki ötrofikasyon sınır değerlerini aştığı bildirmişlerdir (Ünlü vd 2008).

Beyhan vd (2007)'nin Burdur Gölü'nde yürüttükleri çalışmada su kalitesi bakımından göl suyu alkali karakterde olup pH değeri 8,4–9,3 arasında, nitrat konsantrasyonunun 1,0–3,2 mg/L arasında, sertlik değeri 300–1800 mg CaCO₃/L saptamışlarken, ağır metallerden bakır, demir konsantrasyonlarında 20 yıl önce ölçülen değerlere göre önemli bir değişiklik olmadığı belirtmişlerdir.

Ankara İli'nde lokalize olan Mogan Gölü'nde yapılan çalışmada, 2006-2007 yılları arasında gölün fiziko-kimyasal özelliklerinin (Su sıcaklığı, pH, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, bulanıklık, toplam katı madde, tuzluluk) yanı sıra klorofil-a, nitrit azotu, nitrat azotu, amonyak azotu ve ortofosfat derişimleri belirlenmiş ve baskın zooplankton ve zoobentos türleri ile değerlendirilmiştir (Mangıt 2007).

Kır vd (2007)'nin Kovada Gölü'ndeki araştırmalarında Fe (demir) her mevsimde bulunmasına karşın Cu (bakır) tüm mevsimlerde standardın altında bulunduğunu saptamışlardır. Suda en fazla bulunan metalin Fe olduğu, buna karşın Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'nın verdiği sucul ortamda ağır metallerin kabul edilebilir değerlerine göre Fe'in Yaz-2005'deki miktarları dışında herhangi bir tehlikenin olmadığını bildirmişlerdir.

Karagöl'de yapılan çalışmada sıcaklıkları yıllık ortalama 20,46°C, pH 7,75, çözünmüş oksijen 7,88 mg/L, nitrat 8,56 mg/l, nitrit 0,07 mg/l, amonyak 0,16 mg/l, toplam sertlik 206 mg/l, fosfat ortalama 0,05 mg/l, sülfat 132,75, silis seviyesi yıl boyunca düşük seviyede seyretmiş ve ortalama 9,29 mg/l tespit edilmiştir (Tepe vd 2006).

Duman (2005) tarafından Abant ve Sapanca göllerinde yürütülen bir araştırmada, Abant Gölü'nde ortalama Cu konsantrasyonu 24,610 µg/l iken Sapanca'da 18,200 µg/l olarak tespit etmiştir. Göller kıta içi su kaynakları kalite kriterleriyle karşılaştırıldığında Cu için Sapanca ve Abant Gölleri 1. sınıf su kalitesi değerleri göstermişlerdir.

Altındağ ve Yiğit (2004), Beyşehir Gölü'nde yaptıkları çalışmada ortalama sıcaklığı 11,5°C, çözünmüş oksijeni 8,02 mg/l, pH değerini 8,02 ve Secchi derinliğini 153,8 cm olarak tespit etmişlerdir.

Quiras (2003) nitrat ve amonyak değerinin göllerin besin durumunu belirlemede kullanılması konusunda 400 gölde yürütülen bir çalışmada TN: TP oranının kullanılmasının kullanılması gerektiğini ileri sürmüştür.

Mogan Gölü'nde bazı restorasyon önlemleri sonrası gölün durumunu belirlemek için yürütülen bir çalışmada, göl içi ortalama TİN konsantrasyonu oldukça yüksek olduğu (0,86±0,04mg/l) ve minimum ve maksimum toplam fosfor derişimi sırasıyla, 27,34-101,36 olduğunu saptamışlardır. Araştırma sonucunda dışsal yükü azaltmak için ilave önlemler alınması ve gölün bu önlemlere tepkisinin izlenmesi gerektiğini bildirmişlerdir (Karabacak 2003).

Salmaso *et al.* (2002) tarafından derin göl özelliğindeki Gordo ve Iseo göllerinde yürüttükleri çalışmalarında, sıcaklık değerine bağlı suyun fiziksel ve kimyasal özelliğinin değiştiği ve bu değişiminde alg biyokütlesi ve besin tuzları miktarını arttırdığını tespit etmişlerdir.

Atıcı ve Obalı (2002), Abant Gölü ve Yedigöller (Büyük Göl, Derin Göl, Nazlı Göl, Serin Göl, İnce Göl ve Sazlı Göl)'de fitoplanktonunu oluşturan alg gruplarının mevsimsel değişimi, klorofil-a değerleri ve bu göllerin fiziksel ve kimyasal bazı parametrelerini incelemişlerdir. Değişimlerin her iki ortamda da aynı dönemlerde benzerlik gösterdiğini, fitoplanktonun mevsimsel değişimine ortamın fiziksel ve kimyasal faktörleri etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Kara ve Bahadıroğlu (2001), Kumaşır Gölü'nde yaptıkları çalışmada ortalama çözülmüş oksijen değeri 6,41 mg/l, sıcaklığı 18,75°C, pH 7,38, Nitrat değerini 1,75 mg/l, alkalinite ortalama 244 mg/l CaCO₃, magnezyum 11,37 mg/l, kalsiyum miktarı 99,65 mg/l ve sülfat değeri 29,26 değerlerinde bulunmuştur.

İngiltere'de 3 farklı bataklık gölünde yapılan araştırma sonucunda göllerin doğal veya insan kaynaklı ötrofikleşme sürecinde toplam fosfor değerinin önemli bir rolü olduğunu saptamışlardır (Moss *et al.* 1997).

Pulatsü ve Aydın (1997), 1992-1994 yılında göle ulaşan suni fosfor yükünün belirlenmesinde, yılda ev başına bırakılan fosfor miktarına ilişkin sağlıklı bir katsayı henüz bilinmediği için Dillon ve Rigler (1975) tarafından bildirilen 0,80 kg/ev/yıl değerini esas almışlar ve suni fosfor yükünü 2998 kg/yıl olarak bulmuşlardır.

2.6.2. Tortum Gölü'nün özellikleri

Tortum Gölü, Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Doğu Anadolu Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Erzurum'un Tortum ilçesine 56 km uzaklıkta yer almaktadır (Altuner 1982). Türkiye'deki en büyük heyelan seti gölünü oluşturan Tortum Gölü ve çevresinin hakim litolojik yapısını, Alt Kretase (Mesozoik) yaşlı killi kireçtaşları oluşturmaktadır. Balıklı Köyü batısında bulunan Kemerli Dağı (2770 m)'nin killi kireçtaşından oluşan doğu yamaçları, Tortum Vadisi'ne doğru eğimlidir. 1700'lü yılların ortalarında, bu heyelan ile Tortum Çayı Vadisi tamamen doldurulmuş olup Kemerli Dağı'nın yamacını aşındırmış ve bunun sonucunda büyük bir kalker kütlesi

yerinden kopup vadiye doğru kaymıştır (Doğanay ve Alim, 2003). Tortum Gölü, 6.625.000 m² yüzölçümüne sahip bir dağ göçüğünün meydana getirdiği set gölüdür. (Güresinli 1978;Orhan ve Karahan 2010).

Heyelan setinden sızan göl suları, Tortum Çayı'nın eski yatağındaki diğer altı küçük gölü (Karagöl, İncegöl, Efendigilin Gölü, Nazlıgilin Gölü, Sofigilin Gölü, Aliçavuşgilin Gölü) ve en büyüğünü Tortum Gölü olan yedigöller meydana gelmiştir (Doğanay ve Alim 2003).

Tortum Gölü Türkiye'nin en geniş doğal baraj gölüdür. Gölün yüksekliği 8500 m, genişliği 2500 m ve yüzey alanı 6,770 m², hacmi yaklaşık 223 milyon m³ ve drenaj alanı 1820 km²'dir. Havza mikro-klima özelliği göstermektedir. Bölge çayı, gölü ve şelalesiyle hem hidroelektrik enerjisi sağlaması hem de balıkçılık ve turizmin ile ekonomiye katkı sağlamaktadır (Duman 2009).

Türkiye'nin en yüksek şelaleleri arasında yer alan Tortum Şelalesi, Uzundere İlçesi Çağlayanlı Köyü'nde yer alır. Oluşumu açısından ve yüksekliği bakımından dünyanın sayılı şelalelerinden birisidir. Tortum Şelalesi çevresinin deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık 1000 m dolayındadır. Tortum Şelalesi, Tortum Gölü'nden gelip 22 m'lik genişlikten 48 m yükseklikten düşen sular, altta koca bir dev kazanı meydana getirmiştir (Güresinli, 1978) Tortum Hidroelektrik Santrali devreye girdikten sonra Tortum Gölü'nden santral türbinlerine alınan su, şelalenin eski heybetini biraz yitirmesine sebep olsa da suların kabardığı ilkbahar aylarında şelale muhteşem görünümüne sahiptir (Orhan ve Karahan 2010).

Tortum Meteoroloji İstasyonu'nun 1954-2002 yılları arasındaki gözlem sonuçlarına göre, yıllık ortalama sıcaklık 8,2°C'dir. Bu ortalama, kuşkusuz araştırma bölgesinin her yeri için geçerli olmayıp, rakıma bağlı olarak farklılık gösterir. Nitekim yıllık ortalama sıcaklık, 2000 m civarında 6°C, 2600 m'de 3°C, 3000 m'de ise 1°C'ye düşerken, Tortum Gölü'nün kuzeyinde, yüksekliğin 1000 m'ye kadar düştüğü alçak kesimlerde

ise, 11°C'ye kadar yükselmektedir (Anonim 2002). İklimsel açıdan mikroklimatik alan özelliği gösterir (Özhancı vd 2012).

Tortum Gölü'nde 1979-1981 yılları arasında yürütülen bir araştırmada, fitoplankton kompozisyonu bakımından oligotrof göl, hakim türlerin ise Bacillariophyceae familyasından olduğu bildirilmiştir (Altuner 1982).

Tortum Gölü'nde *Salmo trutta* (alabalık), *Barbus barbus* (bıyıklı balık), *Cyprinus carpio* (sazan) ve *Capoeta capoeta* (Siraz) balık türleri bulunmaktadır (Altuner 1982). Tortum Gölü, 1 Haziran 2000 tarihinden itibaren birinci derecede doğal SİT alanı statüsünde olması sebebiyle gölde balık avcılığı ve yetiştiriciliği yapılmamaktadır.

Tortum Gölü'nde 2002-2003 yılları arasında yürütülen bir araştırmada, su sıcaklığı 6,5-23,5°C, çözülmüş oksijen 7,3-8,5 mg/L, elektrik iletkenliği 254-362 µS/cm, nitrit-azotu 0,003-0,012 mg/L, nitrat-azotu 0,3-0,65 mg/L, Fosfat 0,015-0,075 mg/L arasındaki değerlerde ve amonyak değeri ise nispeten yüksek değerde tespit edilmiştir (Kıvrak 2006).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

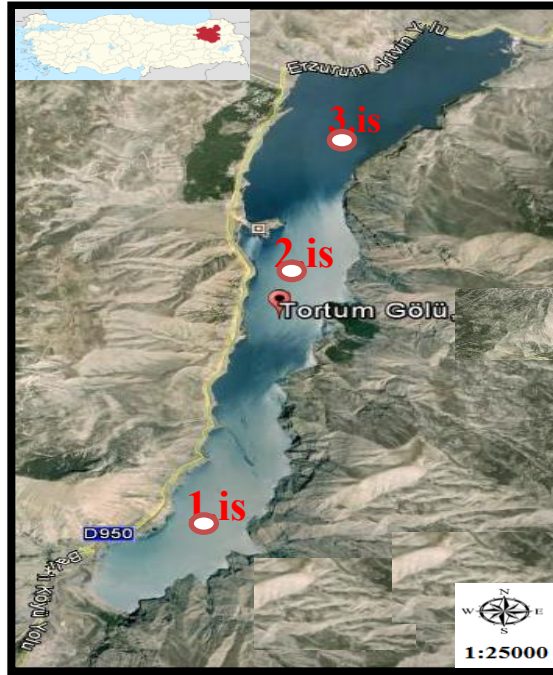
3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yeri

Tortum Gölü, Türkiye'nin kuzey-doğu bölgesinde $41^{\circ} 45' 50''$ doğu boylamı ve $40^{\circ} 10' 54''$ ve $40^{\circ} 41' 47''$ kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Göl Tortum Çayı'nın geçtiği vadide, Erzurum-Artvin karayolu üzerinde ve Erzurum'a uzaklığı 95 km, adını aldığı Tortum İlçesi'ne uzaklığı ise 56 km'dir. Heyelan set gölü olan Tortum Gölü, güney-kuzey doğrultusunda uzanan vadinin sol tarafında Kemerli Dağı yamaçlarından Apuk Sırtı Mevki'den büyük bir kütlenin doğuya doğru kayması ve vadiyi doldurması sonucunda, suların Tortum Çayı vadisinde birikmesiyle oluşmuştur (Kıvrak 2006).

Göl deniz seviyesinden 1010 m yüksekliktedir. Uzunluğu 11 km, eni 700 ile 1000 m arasında değişir. En derin yeri ise 110 m ölçülmüştür. Gölü besleyen kaynaklardan en önemlisi Tortum Çayı'dır. Bunun dışında yaz aylarında birçoğunun kuruduğu, bazılarının sızıntı halde aktığı kuru dereler ise özellikle ilkbahar mevsiminde eriyen kar sularını taşıyarak besleyici olmaktadır. Tortum Gölü havzasına ulaşan sediment miktarının 2,5 milyon m^3 olacağı tahmin edilmektedir. Taşınan bu sedimentasyon neticesinde göl hızlı bir şekilde dolmakta olup, yapılan hesaplamalara göre 250-300 yıllık bir devrede tamamen dolacağı tahmin edilmektedir (Altuner 1982).

Bu çalışma, Tortum Gölü'nde yürütülmüştür. Tortum Gölü'ne ait harita ve istasyonlar Şekil 3.1'de verilmiştir. Göl üzerinde koordinatların belirlenmesi için GPRS kullanılmıştır.



İstasyon	Koordinatlar
1.	40° 37' 10"K, 40° 37' 37"D
2.	40° 37' 6"K, 41° 37' 35"D
3.	40° 39' 7"K, 41° 39' 29"D

Şekil 3.1. Tortum Gölü ve istasyonları gösteren harita ve istasyonların koordinatları

3.1.2. İklim

İlçe Karadeniz bölgesinde olması sebebiyle, Doğu Karadeniz iklimi görülür. İlkbahar yağışları boldur, sıkça sel felaketi yaşanmasına sebep olur. Ayrıca yüksek kesimlerde karasal iklimde mevcuttur (Kıvrak ve Gürbüz 2010)

3.2. Yöntem

3.2.1. Numune alımı

Bu çalışma, Haziran 2012-Mayıs 2013 tarihleri arasında Tortum Gölü üzerinde belirlenen 3 istasyon ve yüzey, 5m, 10m, 20m ve 30m’de alınan su örnekleriyle yürütülmüştür. Ağustos 2012 tarihinde göl üzerinde istasyonlara ulaşılabilecek herhangi bir araç bulunmadığı için gölden örnek alınamamıştır. Su örnekleri, Ruttner su örnek alma aletiyle alınıp, polipropilen şişelere doldurulup laboratuara taşınmıştır.

Çalışmamızda, su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen Terhmo marka Oksijenmetre, pH değeri Terhmo marka pHmetre cihazları ile ve gölün ışık geçirgenliği her istasyonda 20 cm çapındaki Secchi diski ile diskin gözden kaybolduğu ve tekrar görüldüğü derinliğin ortalamasının alınmasıyla yerinde ölçülmüştür. Su örneklerinin kimyasal analizi, Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi laboratuvarında yapılmıştır (EK 1).

3.2.2. Laboratuvar analizi

3.2.2.a. Amonyak-Azotu

Nessler tekniği ile APHA (1995)'e göre yapılmıştır. Sonuçlar Backman marka spektrofotometrede 410 nm dalga boyunda okunmuştur

3.2.2.b. Nitrat-Azotu

Brucine sülfat kullanarak APHA (1995)'e göre yapılmıştır. Sonuçlar Backman marka spektrofotometrede 410 nm dalga boyunda okunmuştur.

3.2.2.c. Nitrit-Azotu

N-1 Naftiletilendiamin kullanarak APHA (1995)'e göre yapılmıştır. Sonuçlar Backman marka spektrofotometrede 523 nm dalga boyunda okunmuştur.

3.2.2.d. Toplam Fosfor

Askorbik asit kullanarak APHA (1995)'e göre yapılmıştır. Sonuçlar Backman marka spektrofotometrede 720 nm dalga boyunda okunmuştur.

3.2.2.e. Sülfat

Brucine sülfat kullanarak APHA (1995)'e göre yapılmıştır. Sonuçlar Backman marka spektrofotometrede 410 nm dalga boyunda okunmuştur.

3.2.2.f. Silikat

Silikomolibdat metodu ile (Wetzel and Likens 2001)'e göre yapılmıştır. Sonuçlar Backman marka spektrofotometrede 720 nm dalga boyunda okunmuştur.

3.2.2.g. Bakır

EDTA ile titrimetrik yöntemle yapılmıştır (Anonim 1999).

3.2.2.h. Demir

Toplam demir tayini fenantrolin yöntemi ile spektrofotometrede 510 nm'de ölçülerek belirlenmiştir APHA (1995).

3.2.3. İstatistiksel analizler

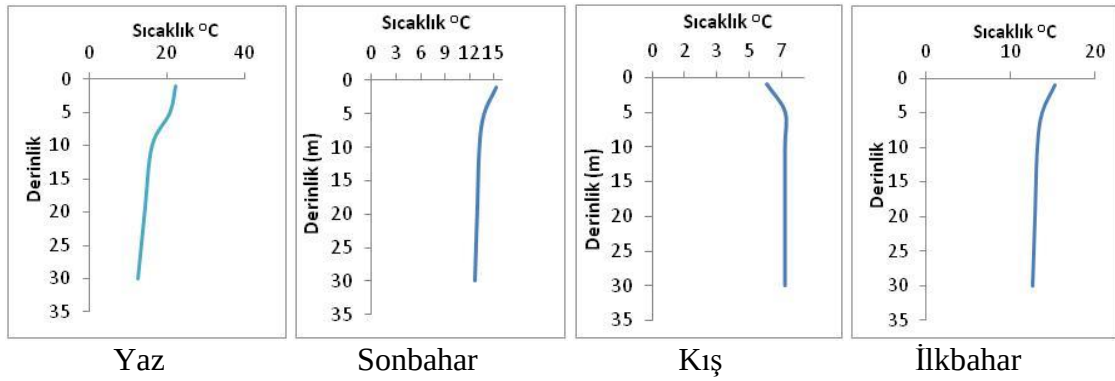
Tortum Gölü'ne yürütülen bu çalışmada seçilen 3 istasyon ve yüzey, 5m, 10m, 20m ve 30m derinliklerine ait verilerin aylara, istasyonlara ve derinliklere bağlı değişimi SPSS 20 programında incelenmiştir. Amonyak-azotu ($\text{NH}_3\text{-N}$), Nitrit-azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$), Nitrat-azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$), Toplam Fosfor (TP), Demir (Fe), Silikat (Si), Sülfat (SO_4) istasyonlar ve mevsimlerin birlikte etkisini araştırmak için faktöriyel düzende üç faktörlü Varyans Analizi (ANOVA) kullanarak analiz edilmiştir. Gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Gruplar arası farklılığın önem düzeyinin belirlenmesinde DUNCAN testi kullanılmıştır. Elde edilen veriler virgülden sonra son 3 hane dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

Su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, pH, Secchi diski ve bakır verilerinin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri Excel 2007 programında hesaplanmıştır.

Tüm istatistik hesaplamalar ve kontroller Kesici ve Kocabaş'a (2007) göre yapılmıştır.

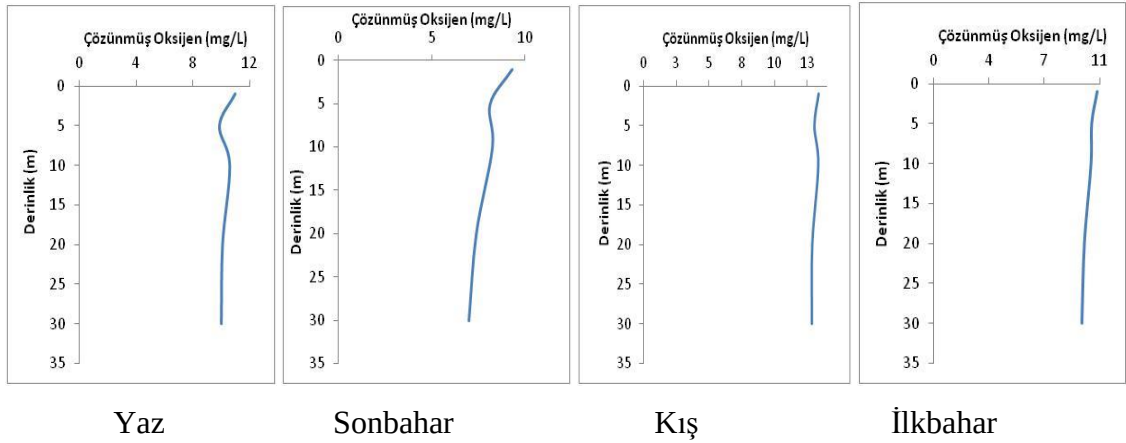
4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Tortum Gölü'nde yürütülen bu araştırmada, en düşük su sıcaklığı 2. ve 3. istasyonlarda Eylül ayında (5°C), en yüksek su sıcaklığı değeri ise 1. istasyonda Temmuz ayında ($23,4^{\circ}\text{C}$) ölçülmüştür. Su sıcaklığının derinliğe bağlı değişimine baktığımızda yaz aylarında bir tabakalaşma gözlenirken diğer aylarda belirgin bir değişim olduğu gözlenmemiştir (Şekil 4.1).



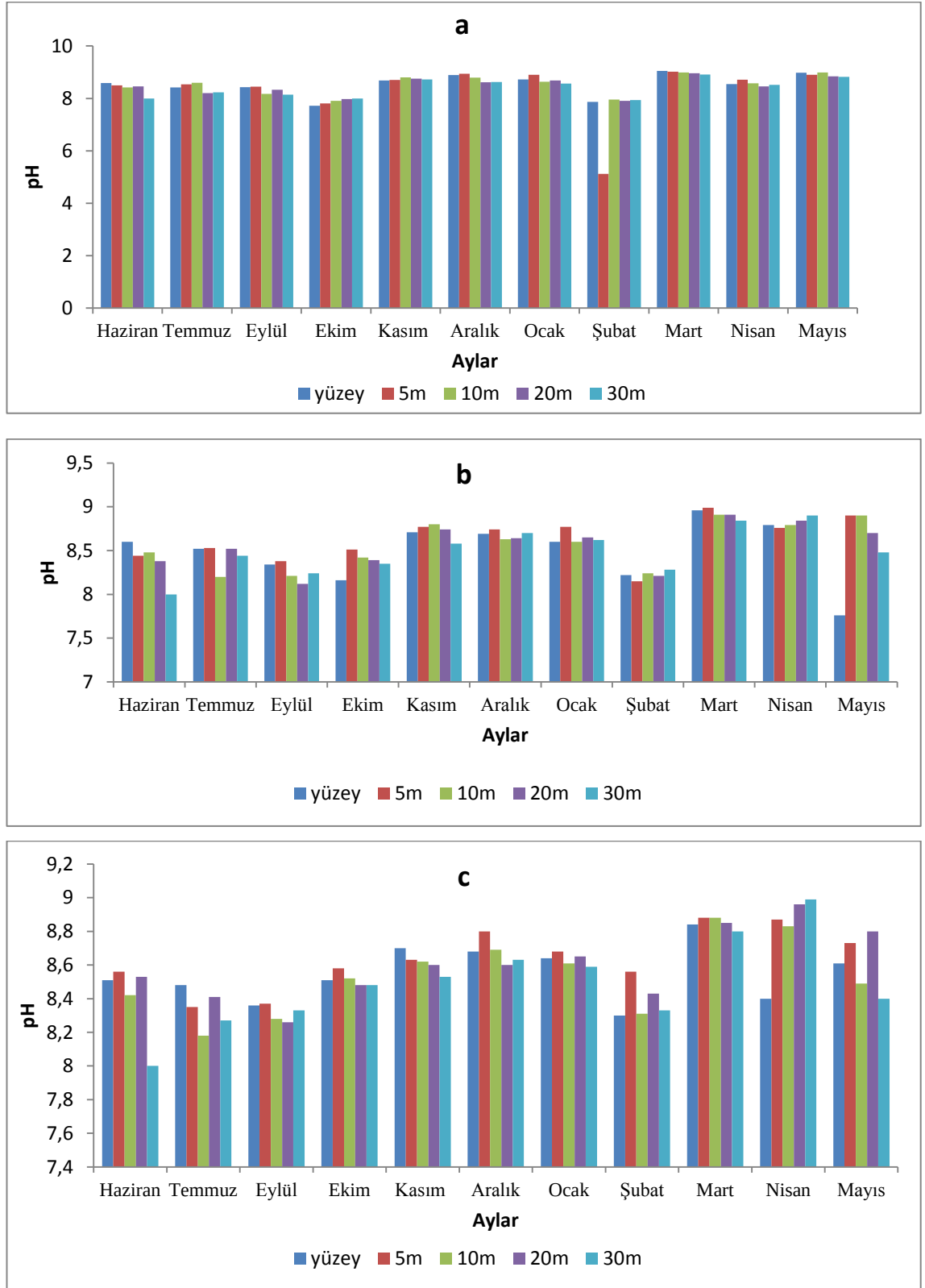
Şekil 4.1. Tortum Gölü su sıcaklığı değerinin derinliklere ve mevsimlere bağlı değişimi

Araştırma dönemi boyunca, oksijen değerine ait en yüksek değer Şubat ayında ($14,13 \text{ mg/l}$) 2. istasyonda 5 m derinlikte, en düşük değer ise Ekim ayında ($1,06 \text{ mg/l}$) 1. istasyonda 10 m derinlikte saptanmıştır. Çözünmüş oksijen değerinin derinliklere bağlı değişiminde derinlikler arasında yaz ayı dışın belirgin bir farklılık tespit edilmemiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Tortum Gölü çözülmüş oksijen değerinin derinliklere ve mevsimlere bağlı değişimi

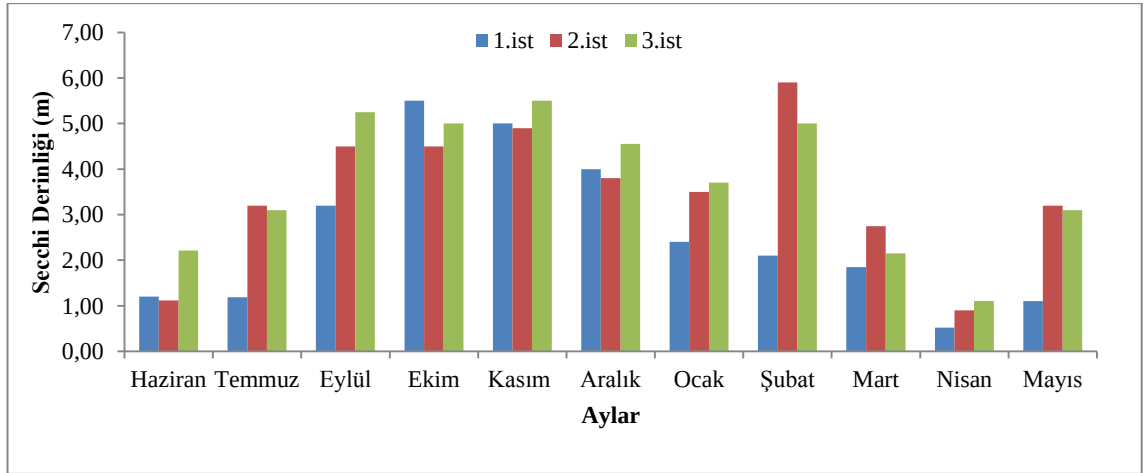
Tortum Gölü'nde yürütülen bu araştırmada pH değerinin istasyonlara ve derinliklere bağlı değişimi incelenmiş, 1. istasyonda en yüksek Mart ayında yüzeyde (9,05), en düşük değeri Şubat ayında 5 m derinlikte (5,12), 2. istasyonda en yüksek Mart ayında 5 m derinlikte (8,99), en düşük değeri Mayıs ayında yüzeyde (5,12) ve 3. istasyonda en yüksek Nisan ayında 30 m derinlikte (9,05), en düşük değeri de Haziran ayında aynı derinlikte (5,12) tespit edilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Tortum Gölü pH değerinin istasyon, derinlik ve mevsime bağlı değişimi

*a: 1. istasyon, b: 2. istasyon, c: 3. istasyon.

Tortum Gölü'nün ortalama derinliği 80 m olarak ölçülmüştür. Secchi derinliği istasyonlara ve aylara göre değişim göstermiştir. Ortalama Secchi derinliği değeri 3,24 m ölçülmüştür (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Tortum Gölü Secchi derinliği değerinin aylara ve istasyonlara bağlı değişimi

Tortum Gölü'nde amonyak azotu ($\text{NH}_3\text{-N}$) değerlerinin aylar, istasyonlar ve derinliklere bağlı değişimleri ANOVA testi ile incelenmiş ve istatistik olarak önemli bulunmuştur. Amonyak azotu değerlerinde aylar, istasyonlar ve derinlikler arasında üçlü interaksiyon olduğu saptanmıştır ($p<0,01$). DUNCAN testine göre önem düzeyi belirtilmiş, amonyak azotu değerlerinin aylara, derinliklere ve istasyonlara göre değişimleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Gölde araştırma süresince, en düşük ortalama amonyak değeri Eylül ayında bütün istasyonlarda ve derinliklerde $0,00\pm 0,00$ mg/L, en yüksek değer ise 1. istasyonda 5 m ve 3. istasyonda yüzeyde $1,74\pm 0,01$ mg/L tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Tortum Gölü'nde NH₃-N değerlerinin aylara, istasyonlara ve derinliklere bağlı değişimi (Ortalama ± Standart sapma) (mg/l) (n=4)

İst -- Derinlik \ Ay		Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
1	Yüzey	0,04±0,00 ^{DeB}	0,06±0,00 ^{CaB}	0,00±0,00 ^{KaA}	0,09±0,00 ^{BbA}	0,10±0,00 ^{AdB}	0,03±0,00 ^{EaA}	0,02±0,00 ^{JbB}	0,03±0,00 ^{FaA}	0,03±0,00 ^{GbA}	0,03±0,00 ^{HbA}	0,02±0,00 ^{IbB}
	5m	1,74±0,00 ^{AaA}	0,05±0,00 ^{DbB}	0,00±0,00 ^{JaA}	0,09±0,00 ^{CbA}	1,51±0,00 ^{BaB}	0,02±0,00 ^{IbB}	0,00±0,00 ^{KcC}	0,02±0,00 ^{HbB}	0,03±0,00 ^{EbA}	0,03±0,00 ^{FbA}	0,03±0,00 ^{GaA}
	10m	0,07±0,00 ^{BdA}	0,06±0,00 ^{CaB}	0,00±0,00 ^{KaA}	0,09±0,00 ^{AbA}	0,06±0,00 ^{DeC}	0,02±0,00 ^{JbA}	0,03±0,00 ^{EaA}	0,03±0,00 ^{FaA}	0,03±0,00 ^{GbA}	0,02±0,00 ^{IcA}	0,003±0,00 ^{HaA}
	20m	0,08±0,00 ^{CcA}	0,06±0,00 ^{DaB}	0,00±0,00 ^{KaA}	0,10±0,00 ^{BaA}	1,49±0,00 ^{AaA}	0,02±0,00 ^{JbA}	0,02±0,00 ^{IbB}	0,03±0,00 ^{GaA}	0,04±0,00 ^{EaA}	0,02±0,00 ^{HcA}	0,03±0,00 ^{FaA}
	30m	0,39±0,69 ^{AbB}	0,05±0,01 ^{DbB}	0,00±0,00 ^{KaA}	0,10±0,00 ^{BaA}	0,53±0,00 ^{CcA}	0,02±0,00 ^{JbA}	0,03±0,00 ^{EaA}	0,03±0,00 ^{FaA}	0,03±0,00 ^{GbB}	0,23±0,00 ^{HaA}	0,02±0,00 ^{IbA}
2	Yüzey	0,07±0,04 ^{BaA}	0,07±0,01 ^{CaA}	0,00±0,00 ^{KaA}	0,04±0,00 ^{DaB}	0,10±0,00 ^{AcB}	0,02±0,00 ^{JaA}	0,02±0,00 ^{IaB}	0,03±0,00 ^{EaA}	0,03±0,00 ^{FbA}	0,03±0,00 ^{GaA}	0,03±0,00 ^{HaA}
	5m	0,04±0,00 ^{CbB}	0,07±0,02 ^{BaA}	0,00±0,00 ^{KaA}	0,00±0,00 ^{JbC}	1,59±0,00 ^{AbA}	0,02±0,00 ^{HaB}	0,01±0,01 ^{IbB}	0,02±0,00 ^{GbB}	0,03±0,00 ^{DbA}	0,02±0,00 ^{FbB}	0,03±0,00 ^{EaA}
	10m	0,03±0,00 ^{DcC}	0,07±0,02 ^{BaA}	0,00±0,00 ^{KaA}	0,04±0,00 ^{CaB}	1,62±0,00 ^{AaA}	0,02±0,00 ^{JaA}	0,02±0,01 ^{IaB}	0,03±0,00 ^{EaA}	0,03±0,00 ^{FbA}	0,02±0,00 ^{HbA}	0,03±0,00 ^{GaA}
	20m	0,04±0,00 ^{CbB}	0,07±0,00 ^{BaA}	0,00±0,00 ^{KaA}	0,04±0,00 ^{DaC}	0,09±0,00 ^{AdC}	0,02±0,00 ^{HaA}	0,01±0,01 ^{JbC}	0,03±0,00 ^{FaA}	0,04±0,00 ^{EaA}	0,01±0,00 ^{IcB}	0,02±0,00 ^{GbB}
	30m	0,02±0,00 ^{HdC}	0,07±0,01 ^{BaA}	0,00±0,00 ^{KaA}	0,04±0,00 ^{CaC}	0,09±0,00 ^{AdC}	0,02±0,00 ^{IaA}	0,02±0,00 ^{JaB}	0,03±0,00 ^{DaA}	0,03±0,00 ^{EbB}	0,02±0,00 ^{FbB}	0,02±0,00 ^{GbA}
3	Yüzey	0,04±0,00 ^{CbB}	0,06±0,01 ^{BbB}	0,00±0,00 ^{KaA}	0,04±0,00 ^{DcB}	1,74±0,00 ^{AaA}	0,02±0,00 ^{JbA}	0,03±0,00 ^{EaA}	0,02±0,00 ^{IbB}	0,03±0,00 ^{FaA}	0,02±0,00 ^{GaB}	0,02±0,00 ^{HaB}
	5m	0,04±0,00 ^{DbB}	0,07±0,01 ^{BaA}	0,00±0,00 ^{KaA}	0,06±0,00 ^{CaB}	0,09±0,00 ^{AdC}	0,03±0,00 ^{EaA}	0,03±0,00 ^{FaA}	0,03±0,00 ^{GaA}	0,02±0,00 ^{HcB}	0,02±0,00 ^{IaB}	0,02±0,00 ^{JaB}
	10m	0,04±0,00 ^{CbB}	0,07±0,02 ^{BaA}	0,00±0,00 ^{FaA}	0,04±0,00 ^{CcB}	0,09±0,00 ^{AdA}	0,02±0,00 ^{EbA}	0,03±0,00 ^{DaA}	0,03±0,00 ^{DaA}	0,03±0,00 ^{DaA}	0,02±0,00 ^{EaA}	0,02±0,00 ^{EaB}
	20m	0,04±0,00 ^{DbB}	0,07±0,01 ^{BaA}	0,00±0,00 ^{HaA}	0,05±0,00 ^{CbB}	0,99±0,00 ^{AbB}	0,01±0,00 ^{GaB}	0,03±0,00 ^{EaA}	0,03±0,00 ^{EaA}	0,03±0,00 ^{EbB}	0,01±0,00 ^{GbB}	0,02±0,00 ^{FbB}
	30m	1,03±0,00 ^{AaA}	0,07±0,02 ^{CaA}	0,00±0,00 ^{HaA}	0,06±0,01 ^{DaB}	0,48±0,00 ^{BcB}	0,01±0,00 ^{GaB}	0,03±0,00 ^{EaA}	0,03±0,00 ^{EaA}	0,04±0,00 ^{DaA}	0,02±0,00 ^{FaB}	0,02±0,00 ^{FaA}

***ABCDEFGH** Büyük harfler her bir istasyon için aylar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı satırda farklı büyük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

abcd Küçük harfler her bir ay ve istasyon için derinlikler arasındaki farkı göstermektedir ve bir sütunda farklı italik harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

ABC İtalik harfler her bir ay için istasyonlar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı sütunda farklı küçük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

Tortum Gölü'nde nitrit azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$) değerlerinin aylar, istasyonlar ve derinliklere bağlı değişimleri ANOVA testi ile incelenmiş ve istatistik olarak önemli bulunmuştur. nitrit azotu değerlerinde aylar, istasyonlar ve derinlikler arasında üçlü interaksiyon olduğu saptanmıştır ($p<0,01$). DUNCAN testine göre nitrit azotu değerlerinin aylara, derinliklere ve istasyonlara göre değişimleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Gölde araştırma süresince, en düşük ortalama $\text{NO}_2\text{-N}$ değeri Haziran, Eylül, Ekim ve Ocak aylarında bütün istasyonlarda ve özellikle 30 m derinlikte $0,00\pm0,00$ mg/L, en yüksek değer ise 1. istasyonda 10 m de $10,77\pm0,00$ mg/L saptanmıştır.

Çizelge 4.2. Tortum Gölü’nde NO₂-N değerlerinin aylara, istasyonlara ve derinliklere bağlı değişimi (Ortalama ± Standart sapma) (mg/l) (n=4)

İstasyon Derinlik		Aylar	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
1	Yüzey		0,05±0,01 ^{JcB*}	0,58±0,40 ^{AdC}	0,22±0,00 ^{CcB}	0,10±0,00 ^{FbB}	0,06±0,00 ^{IbA}	0,17±0,00 ^{EbB}	0,07±0,00 ^{AaA}	0,07±0,00 ^{HaA}	0,09±0,00 ^{GaA}	0,21±0,00 ^{DaA}	0,32±0,00 ^{BaA}
	5m		0,22±0,00 ^{CbA}	0,94±0,25 ^{AaA}	0,26±0,00 ^{BbB}	0,10±0,00 ^{DbA}	0,19±0,00 ^{CaA}	0,10±0,00 ^{DdC}	0,06±0,00 ^{FbA}	0,06±0,00 ^{FbB}	0,08±0,00 ^{EbA}	0,07±0,01 ^{EdA}	0,28±0,00 ^{BbA}
	10m		10,77±0,00 ^{BaA}	0,80±0,40 ^{FcA}	1,25±0,00 ^{AaA}	0,22±0,00 ^{DaA}	0,05±0,00 ^{HcB}	0,10±0,00 ^{EdC}	0,04±0,00 ^{IcB}	0,06±0,00 ^{GbA}	0,08±0,00 ^{FbA}	0,08±0,00 ^{FcB}	0,31±0,00 ^{CaB}
	20m		0,00±0,00 ^{JdA}	0,82±0,10 ^{AaB}	0,10±0,00 ^{EdB}	0,00±0,00 ^{JcC}	0,04±0,00 ^{IdB}	0,16±0,00 ^{CcC}	0,06±0,00 ^{GbA}	0,05±0,00 ^{HcA}	0,07±0,00 ^{FcB}	0,11±0,00 ^{DbA}	0,20±0,00 ^{BcA}
	30m		0,24±0,02 ^{BbA}	0,56±0,42 ^{AeC}	0,02±0,00 ^{IeA}	0,10±0,00 ^{DbB}	0,05±0,00 ^{GcC}	0,23±0,00 ^{CaA}	0,03±0,00 ^{HdA}	0,06±0,00 ^{FbB}	0,09±0,00 ^{EaA}	0,05±0,00 ^{GeB}	0,23±0,00 ^{CbA}
2	Yüzey		0,22±0,00 ^{BaA}	0,78±0,13 ^{AaA}	0,20±0,00 ^{CcC}	0,11±0,00 ^{EaA}	0,05±0,00 ^{IcB}	0,10±0,00 ^{FcC}	0,00±0,00 ^{KbC}	0,04±0,00 ^{JbC}	0,07±0,00 ^{HbC}	0,08±0,00 ^{GbB}	0,19±0,00 ^{DdB}
	5m		0,02±0,00 ^{GbB}	0,74±0,33 ^{AaC}	0,37±0,00 ^{BbA}	0,00±0,00 ^{HdB}	0,07±0,00 ^{EaB}	0,18±0,00 ^{DaB}	0,00±0,00 ^{HbC}	0,05±0,00 ^{FbC}	0,07±0,00 ^{EbB}	0,07±0,00 ^{EbB}	0,22±0,00 ^{CbB}
	10m		0,00±0,00 ^{JbB}	0,75±0,08 ^{AaB}	0,86±0,00 ^{AaB}	0,10±0,00 ^{EcC}	0,06±0,00 ^{HbA}	0,16±0,00 ^{DbB}	0,00±0,00 ^{IbC}	0,06±0,00 ^{HaA}	0,07±0,00 ^{GbB}	0,09±0,00 ^{FaB}	0,26±0,00 ^{CaC}
	20m		0,00±0,00 ^{JbA}	0,51±0,31 ^{AbC}	0,19±0,00 ^{CdA}	0,39±0,00 ^{BaA}	0,06±0,00 ^{GbA}	0,18±0,00 ^{DaA}	0,01±0,00 ^{IaB}	0,05±0,00 ^{HbA}	0,07±0,00 ^{FbB}	0,06±0,00 ^{GcB}	0,08±0,00 ^{EcC}
	30m		0,00±0,00 ^{HbB}	0,77±0,12 ^{AaA}	0,00±0,00 ^{HcB}	0,20±0,00 ^{BbA}	0,06±0,00 ^{FbB}	0,07±0,00 ^{EdB}	0,00±0,00 ^{HbB}	0,05±0,00 ^{GbC}	0,09±0,00 ^{CaA}	0,08±0,00 ^{DbA}	0,06±0,00 ^{FfC}
3	Yüzey		0,05±0,00 ^{FaB}	0,63±0,35 ^{AcB}	0,30±0,02 ^{BbA}	0,08±0,00 ^{EeC}	0,04±0,00 ^{GcC}	0,19±0,00 ^{CaA}	0,02±0,00 ^{HbB}	0,05±0,00 ^{FcB}	0,08±0,00 ^{EbB}	0,05±0,00 ^{FcC}	0,16±0,00 ^{DcC}
	5m		0,00±0,00 ^{KbC}	0,77±0,17 ^{AbB}	0,03±0,00 ^{IdC}	0,10±0,00 ^{DbA}	0,05±0,00 ^{GcC}	0,21±0,00 ^{BaA}	0,02±0,00 ^{JbB}	0,09±0,00 ^{EaA}	0,04±0,00 ^{HcC}	0,08±0,00 ^{FbA}	0,17±0,00 ^{CbC}
	10m		0,00±0,00 ^{JbB}	0,50±0,33 ^{BeC}	0,63±0,00 ^{AaC}	0,17±0,00 ^{EaB}	0,06±0,00 ^{HbC}	0,21±0,00 ^{DaA}	0,06±0,04 ^{HaA}	0,05±0,00 ^{IcB}	0,08±0,00 ^{GbA}	0,11±0,00 ^{FaA}	0,35±0,01 ^{CaA}
	20m		0,00±0,00 ^{JbA}	0,85±0,16 ^{AaA}	0,10±0,00 ^{CcB}	0,03±0,00 ^{HdB}	0,04±0,00 ^{GcB}	0,08±0,00 ^{EbB}	0,00±0,00 ^{IcC}	0,05±0,00 ^{FcA}	0,09±0,00 ^{DaA}	0,05±0,00 ^{FcC}	0,13±0,00 ^{BdB}
	30m		0,00±0,00 ^{GbB}	0,59±0,31 ^{AdB}	0,02±0,00 ^{FdA}	0,00±0,00 ^{GeC}	0,09±0,00 ^{CaA}	0,03±0,00 ^{EcC}	0,00±0,00 ^{GcB}	0,07±0,00 ^{DbA}	0,09±0,01 ^{CaA}	0,02±0,00 ^{FdC}	0,12±0,00 ^{BeB}

***ABCDEFGHI** Büyük harfler her bir istasyon için aylar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı satırda farklı büyük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

abcd Küçük harfler her bir ay ve istasyon için derinlikler arasındaki farkı göstermektedir ve bir sütunda farklı italik harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

.ABC İtalik harfler her bir ay için istasyonlar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı sütunda farklı küçük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

Tortum Gölü'nde nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$) değerlerinin aylar, istasyonlar ve derinliklere bağlı değişimleri ANOVA testi ile incelenmiş ve istatistik olarak önemli bulunmuştur. nitrat azotu değerlerinde aylar, istasyonlar ve derinlikler arasında üçlü interaksiyon olduğu saptanmıştır ($p<0,01$). DUNCAN testine göre nitrat azotu değerlerinin aylara, derinliklere ve istasyonlara göre değişimleri Çizelge 4.3'de verilmiştir. Gölde araştırma süresince, en düşük ortalama $\text{NO}_3\text{-N}$ değeri Aralık ayında 1. istasyon 20 m ve 2. istasyon 30 m derinliklerde $0,00\pm0,00$ mg/L, en yüksek değer ise 1. istasyonda 20 m de $2,97\pm0,00$ mg/L saptanmıştır.

Çizelge 4.3. Tortum Gölü’nde NO₃-N değerlerinin aylara, istasyonlara ve derinliklere bağlı değişimi (Ortalama ± Standart sapma) (mg/l) (n=4)

İstasyon Derinlik		Aylar	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
1	Yüzey		0,08±0,00 ^{CcA*}	0,08±0,00 ^{CeC}	0,07±0,00 ^{DdB}	0,04±0,00 ^{DcB}	0,05±0,00 ^{DdB}	0,02±0,00 ^{FbB}	0,03±0,00 ^{EcB}	0,02±0,00 ^{FbB}	0,03±0,00 ^{EdB}	0,16±0,00 ^{BeC}	0,22±0,00 ^{AcC}
	5m		0,03±0,00 ^{FdB}	0,14±0,01 ^{CdA}	0,04±0,00 ^{EcC}	0,08±0,00 ^{DdB}	0,05±0,00 ^{EdC}	0,02±0,00 ^{GbB}	0,03±0,00 ^{FcC}	0,02±0,01 ^{GbB}	0,05±0,00 ^{EbA}	0,24±0,00 ^{BbB}	0,28±0,00 ^{AcC}
	10m		0,03±0,00 ^{GeB}	0,33±0,01 ^{BbA}	0,13±0,00 ^{DcA}	0,09±0,00 ^{EbA}	0,06±0,00 ^{EcB}	0,02±0,00 ^{HbA}	0,03±0,00 ^{GcB}	0,02±0,00 ^{HbC}	0,04±0,00 ^{FcC}	0,23±0,00 ^{CcB}	0,49±0,00 ^{AaC}
	20m		2,97±0,00 ^{AaA}	0,19±0,02 ^{DcC}	0,30±0,00 ^{CbC}	0,37±0,00 ^{CaA}	0,38±0,00 ^{CaA}	0,01±0,00 ^{HbB}	0,04±0,00 ^{FbB}	0,03±0,00 ^{GaC}	0,06±0,00 ^{EaA}	0,34±0,00 ^{CaA}	0,43±0,00 ^{BbC}
	30m		0,14±0,00 ^{DdB}	0,42±0,03 ^{AaA}	0,38±0,00 ^{BaA}	0,37±0,00 ^{BaB}	0,30±0,00 ^{BbB}	0,03±0,00 ^{FaB}	0,06±0,00 ^{EaA}	0,02±0,00 ^{GbC}	0,06±0,00 ^{EaB}	0,17±0,00 ^{CdC}	0,43±0,00 ^{AbC}
2	Yüzey		0,04±0,00 ^{GcC}	0,10±0,00 ^{CeB}	0,07±0,00 ^{DdB}	0,06±0,00 ^{EdA}	0,10±0,00 ^{CbA}	0,02±0,00 ^{HcB}	0,04±0,00 ^{GbA}	0,02±0,00 ^{HcB}	0,05±0,00 ^{EcA}	0,23±0,00 ^{BcB}	0,44±0,00 ^{AdB}
	5m		0,07±0,00 ^{EbA}	0,14±0,00 ^{CdA}	0,05±0,00 ^{GeB}	0,08±0,00 ^{DcB}	0,06±0,00 ^{FdB}	0,03±0,00 ^{IbA}	0,05±0,00 ^{GaA}	0,04±0,00 ^{HbA}	0,05±0,00 ^{GcA}	0,23±0,00 ^{BcC}	0,34±0,00 ^{AeB}
	10m		0,02±0,00 ^{HdB}	0,30±0,00 ^{BaB}	0,10±0,00 ^{DcB}	0,08±0,00 ^{EcB}	0,07±0,00 ^{FcA}	0,02±0,00 ^{HcA}	0,05±0,00 ^{GaA}	0,05±0,00 ^{GaA}	0,07±0,00 ^{FaA}	0,23±0,00 ^{CcB}	0,54±0,00 ^{AbB}
	20m		0,10±0,00 ^{DdB}	0,24±0,02 ^{CbB}	0,31±0,00 ^{BaA}	0,11±0,00 ^{DdB}	0,32±0,00 ^{BaB}	0,04±0,00 ^{GaA}	0,05±0,00 ^{FaA}	0,04±0,00 ^{GbB}	0,06±0,00 ^{EbA}	0,24±0,00 ^{CbB}	0,51±0,00 ^{AcB}
	30m		0,01±0,00 ^{FeC}	0,20±0,00 ^{CcA}	0,30±0,00 ^{BbB}	0,41±0,00 ^{BaA}	0,32±0,00 ^{BaA}	0,04±0,00 ^{EaA}	0,04±0,00 ^{EbB}	0,04±0,00 ^{EbB}	0,06±0,00 ^{DdB}	0,32±0,00 ^{BaA}	0,59±0,00 ^{AaA}
3	Yüzey		0,06±0,00 ^{EdB}	0,13±0,00 ^{CcA}	0,11±0,00 ^{DcA}	0,06±0,00 ^{DeA}	0,10±0,00 ^{DcA}	0,03±0,00 ^{HbA}	0,03±0,00 ^{HdB}	0,04±0,00 ^{GcA}	0,05±0,00 ^{FcA}	0,28±0,00 ^{BaA}	0,45±0,00 ^{AcA}
	5m		0,07±0,00 ^{DcA}	0,09±0,00 ^{DdB}	0,07±0,00 ^{DeA}	0,11±0,00 ^{CcA}	0,09±0,00 ^{DdB}	0,02±0,00 ^{GcB}	0,04±0,00 ^{FcB}	0,04±0,00 ^{FcA}	0,05±0,00 ^{EcA}	0,27±0,00 ^{BbA}	1,42±0,00 ^{AdA}
	10m		0,13±0,00 ^{CaA}	0,24±0,02 ^{BaC}	0,09±0,00 ^{DdB}	0,08±0,00 ^{DdB}	0,05±0,00 ^{EcC}	0,02±0,00 ^{GcA}	0,05±0,00 ^{EbA}	0,04±0,00 ^{FcB}	0,05±0,00 ^{EcB}	0,24±0,00 ^{BdA}	1,30±0,00 ^{AeA}
	20m		0,05±0,00 ^{FeC}	0,20±0,00 ^{CbB}	0,32±0,00 ^{BaB}	0,35±0,00 ^{BaB}	0,33±0,00 ^{BaC}	0,04±0,00 ^{GaA}	0,05±0,00 ^{FbA}	0,05±0,00 ^{FbA}	0,06±0,00 ^{EbA}	0,13±0,00 ^{DeC}	0,80±0,00 ^{AaA}
	30m		0,09±0,00 ^{EbB}	0,20±0,00 ^{DdB}	0,30±0,00 ^{BbA}	0,32±0,00 ^{BbC}	0,32±0,00 ^{BbA}	0,04±0,00 ^{HbA}	0,06±0,00 ^{GaA}	0,06±0,00 ^{GaA}	0,07±0,00 ^{FaA}	0,25±0,00 ^{CcB}	0,57±0,00 ^{AbB}

***ABCDEFGHI** Büyük harfler her bir istasyon için aylar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı satırda farklı büyük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

abcd Küçük harfler her bir ay ve istasyon için derinlikler arasındaki farkı göstermektedir ve bir sütunda farklı italik harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

ABC İtalik harfler her bir ay için istasyonlar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı sütunda farklı küçük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

Tortum Gölü'nde toplam fosfor (TP) değerlerinin aylar, istasyonlar ve derinliklere bağlı değişimleri ANOVA testi ile incelenmiş ve istatistik olarak önemli bulunmuştur. TP değerlerinde aylar, istasyonlar ve derinlikler arasında üçlü interaksiyon olduğu saptanmıştır ($p<0,01$). DUNCAN testine göre TP değerlerinin aylara, derinliklere ve istasyonlara göre değişimleri Çizelge 4.4'da verilmiştir. Gölde araştırma süresince, en düşük ortalama TP değeri Ekim, Şubat ve Nisan aylarında bütün istasyonlarda ve derinliklerde $0,00\pm0,00$ mg/L, en yüksek değer ise 3. istasyonda 10 m de $0,33\pm0,00$ mg/L tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Tortum Gölü’nde TP değerlerinin aylara, istasyonlara ve derinliklere bağlı değişimi (Ortalama $\pm$ Standart sapma) (mg/l) (n=4)

İstasyon Derinlik		Aylar	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
1	Yüzey		0,06 $\pm$ 0,01 ^{BaA*}	0,10 $\pm$ 0,00 ^{AcC}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FbB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EaB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EaA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{DcC}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EcC}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EaA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FaB}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CaA}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CaA}
	5m		0,06 $\pm$ 0,00 ^{BaA}	0,13 $\pm$ 0,00 ^{AaB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DaA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EbA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DaB}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CbA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DcC}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DaA}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CaA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DbA}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CaA}
	10m		0,01 $\pm$ 0,00 ^{DcA}	0,11 $\pm$ 0,01 ^{AbB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DaB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EbB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EbB}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{BbB}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{CbC}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EbA}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{CbA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DbA}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{BaA}
	20m		0,01 $\pm$ 0,00 ^{EcB}	0,11 $\pm$ 0,01 ^{AbB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EaA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FbA}	0,01 $\pm$ 0,01 ^{EaB}	0,05 $\pm$ 0,00 ^{BaA}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{DcC}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EbA}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{DbB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EcA}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CaA}
	30m		0,03 $\pm$ 0,00 ^{DbA}	0,10 $\pm$ 0,01 ^{AcC}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{FaA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{FaA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{FaB}	0,05 $\pm$ 0,00 ^{BaA}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CaB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{CbA}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{EbA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{GcA}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CaA}
2	Yüzey		0,00 $\pm$ 0,00 ^{FbC}	0,13 $\pm$ 0,00 ^{AbB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EaA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EaC}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EbA}	0,05 $\pm$ 0,00 ^{BaA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{CdA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FaB}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{DbA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FaB}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{CbB}
	5m		0,01 $\pm$ 0,00 ^{DaC}	0,18 $\pm$ 0,01 ^{AaA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DaA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{DaA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DbB}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CbA}	0,06 $\pm$ 0,00 ^{BaA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EaB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DcB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EaB}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CaA}
	10m		0,01 $\pm$ 0,00 ^{DaA}	0,08 $\pm$ 0,00 ^{AdC}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DaB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{DaB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DbA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{CcC}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{BcB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EaA}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{DbA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EaB}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{BaA}
	20m		0,01 $\pm$ 0,00 ^{EaB}	0,18 $\pm$ 0,01 ^{AaA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EaA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EaA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EbB}	0,05 $\pm$ 0,00 ^{BaA}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CcB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FaA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{DaA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FaA}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CaA}
	30m		0,01 $\pm$ 0,00 ^{EaC}	0,11 $\pm$ 0,00 ^{AcB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EaA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FaB}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CaA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{DcB}	0,05 $\pm$ 0,00 ^{BbA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{GaA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EcB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{GaA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{DbB}
3	Yüzey		0,02 $\pm$ 0,00 ^{DaB}	0,23 $\pm$ 0,01 ^{AbA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FcB}	0,04 $\pm$ 0,04 ^{CaA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EcA}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CaB}	0,05 $\pm$ 0,00 ^{BbA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FaB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FbB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FaB}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CaA}
	5m		0,02 $\pm$ 0,00 ^{EaB}	0,11 $\pm$ 0,00 ^{AdC}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{FbA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{GcA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{DaA}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CaA}	0,05 $\pm$ 0,00 ^{BbB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{GaB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{FaB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{GaB}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CaA}
	10m		0,01 $\pm$ 0,00 ^{EbA}	0,33 $\pm$ 0,00 ^{AaA}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{DaA}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{DbA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EcA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EcC}	0,06 $\pm$ 0,00 ^{BaA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FaA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FbB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FaB}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CaA}
	20m		0,02 $\pm$ 0,00 ^{DaA}	0,11 $\pm$ 0,00 ^{AdB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EcB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EcA}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{DbA}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{DbC}	0,05 $\pm$ 0,00 ^{BbA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EaA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EbC}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EaA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{CbB}
	30m		0,02 $\pm$ 0,00 ^{CaB}	0,19 $\pm$ 0,01 ^{AcA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DbB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EcB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DcB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DcC}	0,05 $\pm$ 0,00 ^{BbA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EaA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DaB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EaA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DcC}

***ABCDEFGH** Büyük harfler her bir istasyon için aylar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı satırda farklı büyük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

abcd Küçük harfler her bir ay ve istasyon için derinlikler arasındaki farkı göstermektedir ve bir sütunda farklı italik harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

ABC İtalik harfler her bir ay için istasyonlar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı sütunda farklı küçük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

Tortum Gölü'nde toplam demir (Fe) değerlerinin aylar, istasyonlar ve derinliklere bağlı değişimleri ANOVA testi ile incelenmiş ve istatistik olarak önemli bulunmuştur. Fe değerlerinde aylar, istasyonlar ve derinlikler arasında üçlü interaksiyon olduğu saptanmıştır ($p<0,01$). DUNCAN testine göre Fe değerlerinin aylara, derinliklere ve istasyonlara göre değişimleri Çizelge 4.5'de verilmiştir. Gölde araştırma süresince, en düşük ortalama Fe değeri Haziran ve Kasım aylarında bütün istasyonlarda ve derinliklerde $0,00\pm0,00$ mg/L, en yüksek değer ise 1. istasyonda 10 m de $0,21\pm0,00$ mg/L saptanmıştır.

Çizelge 4.5. Tortum Gölü'nde Fe değerlerinin aylara, istasyonlara ve derinliklere bağlı değişimi (Ortalama $\pm$ Standart sapma) (mg/l) (n=4)

Aylar İstasyon Derinlik		Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
1	Yüzey	0,00 $\pm$ 0,00 ^{GaA*}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{EaA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{FbA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{FdA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{GaA}	0,05 $\pm$ 0,00 ^{BaA}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CaA}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{EbA}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CcA}	0,10 $\pm$ 0,06 ^{AcA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{DdA}
	5m	0,00 $\pm$ 0,00 ^{GaA}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{EaA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{GcB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{FdA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{GaB}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{DbA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{DbA}	0,06 $\pm$ 0,00 ^{BaA}	0,05 $\pm$ 0,00 ^{CbA}	0,08 $\pm$ 0,00 ^{AdA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{DdA}
	10m	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FaA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EbB}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{DaA}	0,06 $\pm$ 0,00 ^{BaA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FaA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{CbA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{CbA}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{DbA}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{DeB}	0,21 $\pm$ 0,00 ^{AaA}	0,06 $\pm$ 0,00 ^{BaA}
	20m	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FaAB}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{DaA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EbA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{CcA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FaA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{CbC}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{CbA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EcA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{CdB}	0,12 $\pm$ 0,00 ^{AbA}	0,05 $\pm$ 0,00 ^{BbA}
	30m	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FaA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EbB}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{DaA}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CbB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FaA}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{DcC}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CaA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EcA}	0,06 $\pm$ 0,00 ^{BaA}	0,12 $\pm$ 0,00 ^{AbA}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CcA}
2	Yüzey	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EbA}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{CcA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EbB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EdB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EbA}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{CdC}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{CaB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DaB}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{BbB}	0,05 $\pm$ 0,00 ^{AcB}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{CbB}
	5m	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EbA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DdB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EbB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DcA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DaA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{BcA}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{CaB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EbB}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{BbB}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{AdB}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{CbB}
	10m	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FbA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{CbA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EaB}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{DbB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FbA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{CcA}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{DaB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FbB}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{CbA}	0,11 $\pm$ 0,00 ^{AaB}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{BaB}
	20m	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FbA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EdB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EaA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EcB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FbA}	0,06 $\pm$ 0,00 ^{BaA}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{DaB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EaA}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{CaA}	0,07 $\pm$ 0,00 ^{AbB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FdC}
	30m	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DaA}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{BaA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DaB}	0,05 $\pm$ 0,00 ^{AaA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EbA}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{BbA}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{CaB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DaA}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{BaB}	0,05 $\pm$ 0,00 ^{AcB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DcC}
3	Yüzey	0,00 $\pm$ 0,00 ^{DaA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{DaB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{DbB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{DbB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{DaA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{AbB}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{BaB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{DbC}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{BbC}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{AcC}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{CbC}
	5m	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EaA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EaC}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EbB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EbB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EaB}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{CcB}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{CaB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EbB}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{BaB}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{AbB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DbC}
	10m	0,00 $\pm$ 0,00 ^{DaA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{DaC}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{DbC}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{DbC}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{DaA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{CdB}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{BaB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{DbB}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{BbB}	0,05 $\pm$ 0,00 ^{AcC}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{BaC}
	20m	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FaA}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FaC}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DaA}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EaB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{FaA}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{BaA}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{DaB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{EaA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{CaB}	0,05 $\pm$ 0,00 ^{AcC}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{DaB}
	30m	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EaB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EaC}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EbC}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EbB}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EaA}	0,03 $\pm$ 0,00 ^{BbB}	0,01 $\pm$ 0,00 ^{DbC}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{EbB}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{CbC}	0,04 $\pm$ 0,00 ^{AbC}	0,02 $\pm$ 0,00 ^{CaB}

***ABCDEFGHI** Büyük harfler her bir istasyon için aylar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı satırda farklı büyük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

abcd Küçük harfler her bir ay ve istasyon için derinlikler arasındaki farkı göstermektedir ve bir sütunda farklı italik harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

ABC İtalik harfler her bir ay için istasyonlar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı sütunda farklı küçük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

Tortum Gölü'nde silikat (Si) değerlerinin aylar, istasyonlar ve derinliklere bağlı değişimleri ANOVA testi ile incelenmiş ve istatistik olarak önemli bulunmuştur. Si değerlerinde aylar, istasyonlar ve derinlikler arasında üçlü interaksiyon olduğu saptanmıştır ($p<0,01$). DUNCAN testine göre Si değerlerinin aylara, derinliklere ve istasyonlara göre değişimleri Çizelge 4.6'de verilmiştir. Gölde araştırma süresince, en düşük ortalama Si değeri Haziran ayında bütün istasyonlarda ve derinliklerde $0,00\pm0,00$ mg/L, en yüksek değer ise 3. istasyonda 10 m de $2,33\pm0,00$ mg/L tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Tortum Gölü’nde Si değerlerinin aylara, istasyonlara ve derinliklere bağlı değişimi (Ortalama ± Standart sapma) (mg/l) (n=4)

İstasyon Derinlik	Aylar	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
1	Yüzey	0,01±0,00 ^{JbA}	0,05±0,04 ^{IbC}	1,57±0,00 ^{HbA}	1,54±0,00 ^{GdA}	1,68±0,00 ^{FcB}	1,99±0,00 ^{DdA}	2,08±0,00 ^{CaA}	1,99±0,00 ^{DdA}	2,10±0,00 ^{BbC}	2,14±0,00 ^{AbA}	1,92±0,00 ^{Ecc}
	5m	0,02±0,01 ^{IaA}	0,07±0,01 ^{IaA}	1,17±0,00 ^{HeC}	1,35±0,00 ^{GeB}	1,62±0,00 ^{FeC}	1,81±0,00 ^{DdA}	1,92±0,00 ^{AeC}	1,80±0,00 ^{EeC}	1,88±0,00 ^{BeC}	1,86±0,00 ^{CeC}	1,86±0,00 ^{CeC}
	10m	0,00±0,00 ^{KcB}	0,05±0,03 ^{JbB}	1,36±0,00 ^{IdB}	1,68±0,00 ^{GcA}	1,59±0,00 ^{HdC}	2,01±0,00 ^{DdA}	1,95±0,00 ^{FcB}	2,12±0,00 ^{AcB}	2,06±0,00 ^{BdB}	2,05±0,00 ^{CcA}	1,99±0,00 ^{EbC}
	20m	0,01±0,00 ^{KbA}	0,07±0,01 ^{JaA}	1,50±0,00 ^{IcB}	1,71±0,00 ^{GaB}	1,99±0,00 ^{EbC}	1,70±0,00 ^{HeC}	2,06±0,00 ^{CbB}	2,21±0,00 ^{AaA}	2,08±0,00 ^{BcB}	1,98±0,00 ^{FdA}	2,01±0,00 ^{DaC}
	30m	0,00±0,00 ^{KcB}	0,05±0,04 ^{JbB}	1,60±0,00 ^{IaB}	1,70±0,00 ^{HbA}	2,23±0,00 ^{AaA}	1,85±0,00 ^{GcB}	1,93±0,00 ^{EdC}	2,13±0,00 ^{CbA}	2,12±0,00 ^{DaB}	2,19±0,00 ^{BaA}	1,91±0,00 ^{FdC}
2	Yüzey	0,00±0,00 ^{KbB}	0,07±0,01 ^{JaA}	1,30±0,00 ^{IcC}	1,51±0,00 ^{HaB}	1,62±0,00 ^{GeC}	1,71±0,00 ^{FcB}	2,04±0,00 ^{DeB}	1,82±0,00 ^{Ecc}	2,15±0,00 ^{AbB}	2,08±0,00 ^{BbC}	2,06±0,00 ^{CcB}
	5m	0,00±0,00 ^{JbB}	0,05±0,04 ^{IbB}	1,37±0,00 ^{GdB}	1,36±0,00 ^{HbA}	1,90±0,00 ^{FcA}	1,37±0,00 ^{GeC}	2,17±0,00 ^{AaA}	1,91±0,00 ^{EaB}	2,11±0,00 ^{BdA}	2,09±0,00 ^{CaA}	2,03±0,00 ^{DeB}
	10m	0,01±0,00 ^{KcA}	0,07±0,00 ^{JaA}	1,38±0,00 ^{IcA}	1,51±0,00 ^{GaB}	1,88±0,00 ^{EdA}	1,70±0,00 ^{FdA}	2,08±0,00 ^{CcA}	1,44±0,00 ^{HeC}	2,14±0,00 ^{AcA}	1,92±0,00 ^{DeC}	2,10±0,00 ^{BaB}
	20m	0,00±0,00 ^{IbB}	0,04±0,03 ^{HcB}	1,80±0,00 ^{FaA}	1,23±0,00 ^{GcC}	2,03±0,00 ^{CaA}	1,80±0,00 ^{EbB}	2,07±0,00 ^{BdA}	1,81±0,00 ^{EdC}	2,08±0,00 ^{AeB}	1,93±0,00 ^{DdC}	2,08±0,00 ^{AbA}
	30m	0,01±0,00 ^{KaA}	0,07±0,00 ^{JaA}	1,60±0,00 ^{HbB}	1,13±0,00 ^{IdC}	1,99±0,00 ^{EbC}	1,92±0,00 ^{FaA}	2,10±0,00 ^{BbA}	1,90±0,00 ^{GbC}	2,16±0,00 ^{AaA}	2,01±0,00 ^{DcB}	2,05±0,00 ^{CdA}
3	Yüzey	0,00±0,00 ^{KaB}	0,06±0,03 ^{JbB}	1,41±0,00 ^{IcB}	1,45±0,00 ^{HbC}	1,71±0,00 ^{FdA}	1,52±0,00 ^{GeC}	1,98±0,00 ^{DdC}	1,97±0,00 ^{EeB}	2,17±0,00 ^{AcA}	2,10±0,00 ^{BbB}	2,09±0,00 ^{CcA}
	5m	0,00±0,00 ^{JaB}	0,07±0,01 ^{IaA}	1,40±0,00 ^{GdA}	1,08±0,00 ^{HeC}	1,79±0,00 ^{EcB}	1,53±0,00 ^{FdA}	1,99±0,00 ^{DaB}	2,19±0,00 ^{BbA}	3,36±0,00 ^{AaA}	1,99±0,00 ^{DdA}	2,11±0,00 ^{CbA}
	10m	0,00±0,00 ^{KaB}	0,03±0,02 ^{JdC}	1,23±0,00 ^{IcC}	1,25±0,00 ^{HdC}	1,79±0,00 ^{EcB}	1,67±0,00 ^{FcC}	1,53±0,00 ^{GeC}	2,33±0,00 ^{AaA}	2,14±0,00 ^{BdA}	2,00±0,00 ^{DcB}	2,11±0,00 ^{CbA}
	20m	0,00±0,00 ^{KaB}	0,04±0,03 ^{JcB}	1,80±0,00 ^{HaA}	1,30±0,00 ^{IcB}	2,02±0,00 ^{EaB}	1,97±0,00 ^{FaA}	1,83±0,00 ^{GdC}	2,14±0,00 ^{BcB}	2,18±0,00 ^{AbA}	2,12±0,00 ^{CaA}	2,05±0,00 ^{DdA}
	30m	0,00±0,00 ^{KaB}	0,07±0,00 ^{JaA}	1,65±0,00 ^{IbA}	1,96±0,00 ^{FaA}	2,00±0,00 ^{DdA}	1,69±0,00 ^{HbC}	1,94±0,00 ^{GcB}	2,12±0,00 ^{BdA}	2,01±0,00 ^{CcC}	1,97±0,00 ^{EeC}	2,16±0,00 ^{AaA}

***ABCDEFGHI** Büyük harfler her bir istasyon için aylar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı satırda farklı büyük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

abcd Küçük harfler her bir ay ve istasyon için derinlikler arasındaki farkı göstermektedir ve bir sütunda farklı italik harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

ABC İtalik harfler her bir ay için istasyonlar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı sütunda farklı küçük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

Tortum Gölü'nde sülfat (SO_4) değerlerinin aylar, istasyonlar ve derinliklere bağlı değişimleri ANOVA testi ile incelenmiş ve istatistik olarak önemli bulunmuştur. sülfat değerlerinde aylar, istasyonlar ve derinlikler arasında üçlü interaksiyon olduğu saptanmıştır ($p<0,01$). DUNCAN testine göre sülfat değerlerinin aylara, derinliklere ve istasyonlara göre değişimleri Çizelge 4.7'da verilmiştir. Gölde araştırma süresince, en düşük ortalama sülfat değeri Eylül ayında 2. istasyonda yüzeyde $14,83\pm0,03$ mg/L, en yüksek değer ise 2. istasyonda 30 m de $33,73\pm0,08$ mg/L saptanmıştır.

Çizelge 4.7. Tortum Gölü’nde SO₄ değerlerinin aylara, istasyonlara ve derinliklere bağlı değişimi (Ortalama±Standart sapma) (mg/l) (n=4)

Aylar İstasyon Derinlik		Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
1	Yüzey			20,69±0,00 ^{A_CA}	20,55±0,00 ^{A_dA}	21,22±0,03 ^{A_aA}	22,94±0,03 ^{A_aA}	22,77±0,12 ^{A_eC}	21,58±0,00 ^{A_cB}	21,87±0,07 ^{A_aB}	20,91±0,03 ^{A_eC}	17,21±0,06 ^{B_dA}
	5m			19,71±0,03 ^{D_dB}	18,95±0,03 ^{D_eB}	16,29±0,06 ^{E_eC}	21,24±0,00 ^{C_dB}	23,44±0,00 ^{B_cB}	19,90±0,04 ^{D_eC}	20,70±0,03 ^{C_cC}	24,54±0,06 ^{A_aB}	16,05±0,05 ^{E_eB}
	10m			18,42±0,00 ^{B_eC}	22,68±0,00 ^{A_CA}	17,29±0,04 ^{B_dC}	22,89±0,00 ^{A_bB}	23,21±0,00 ^{A_dB}	21,91±0,03 ^{A_bC}	20,67±0,03 ^{A_dC}	22,41±0,06 ^{A_dB}	17,52±0,05 ^{B_cC}
	20m			23,04±0,03 ^{B_bA}	22,99±0,04 ^{B_bB}	18,11±0,09 ^{D_eC}	22,34±0,00 ^{B_cA}	24,05±0,03 ^{A_aB}	21,03±0,00 ^{C_dC}	20,43±0,09 ^{C_eB}	23,49±0,10 ^{B_bA}	21,50±0,09 ^{C_bC}
	30m			23,72±0,00 ^{B_aA}	23,02±0,00 ^{B_aC}	20,00±0,06 ^{B_bC}	21,24±0,00 ^{B_dC}	23,50±0,04 ^{B_bB}	22,49±0,03 ^{B_aA}	21,22±0,07 ^{B_bC}	22,48±0,11 ^{B_cB}	24,02±0,08 ^{A_aC}
2	Yüzey			14,83±0,03 ^{C_eC}	18,33±0,03 ^{C_eC}	20,26±0,03 ^{C_bB}	22,61±0,04 ^{C_bB}	32,20±0,06 ^{A_aA}	19,31±0,00 ^{D_eC}	18,26±0,03 ^{C_eC}	24,09±0,06 ^{B_cB}	17,06±0,00 ^{E_eB}
	5m			19,81±0,03 ^{B_dA}	18,76±0,00 ^{B_cC}	20,14±0,00 ^{B_cB}	20,84±0,03 ^{B_eC}	21,82±0,00 ^{B_dC}	21,79±0,06 ^{B_cA}	23,44±0,00 ^{B_aA}	25,50±0,00 ^{A_aA}	18,14±0,14 ^{C_dA}
	10m			22,56±0,36 ^{C_aA}	22,32±0,03 ^{C_dB}	19,35±0,04 ^{C_dB}	21,31±0,00 ^{D_dC}	23,96±0,03 ^{B_cA}	23,06±0,04 ^{B_aA}	20,79±0,09 ^{D_dB}	24,29±0,05 ^{A_bA}	20,88±0,08 ^{E_eA}
	20m			21,88±0,00 ^{D_bC}	18,45±0,04 ^{D_dC}	18,99±0,07 ^{D_eB}	21,51±0,06 ^{D_eC}	24,18±0,03 ^{B_bA}	21,43±0,03 ^{D_dB}	22,75±0,06 ^{C_bA}	22,75±0,08 ^{C_eB}	27,57±0,09 ^{A_bA}
	30m			21,58±0,03 ^{D_eC}	25,36±0,00 ^{B_aA}	21,19±0,07 ^{D_aB}	23,48±0,18 ^{C_aA}	21,12±0,05 ^{D_eC}	22,41±0,00 ^{D_bB}	22,29±0,17 ^{D_eA}	23,39±0,06 ^{C_dA}	33,73±0,08 ^{A_aA}
3	Yüzey			18,59±0,04 ^{C_eB}	19,79±0,00 ^{C_eB}	17,20±0,03 ^{C_eC}	21,55±0,04 ^{B_dC}	24,15±0,06 ^{A_aB}	22,39±0,03 ^{B_cA}	22,18±0,03 ^{B_bA}	24,20±0,04 ^{A_aA}	17,01±0,13 ^{D_dC}
	5m			18,63±0,00 ^{D_dC}	20,02±0,03 ^{D_dA}	25,21±0,09 ^{A_aA}	21,46±0,07 ^{C_eA}	23,90±0,03 ^{B_cA}	21,10±0,00 ^{C_dB}	22,51±0,09 ^{B_aB}	20,22±0,10 ^{D_eC}	15,74±0,06 ^{E_eC}
	10m			21,37±0,00 ^{B_cB}	21,37±0,10 ^{B_cC}	22,97±0,03 ^{B_bA}	27,51±0,16 ^{A_aA}	22,77±0,05 ^{B_eC}	22,68±0,00 ^{B_bB}	21,87±0,07 ^{B_cA}	21,82±0,05 ^{B_cC}	19,58±0,05 ^{B_cB}
	20m			22,54±0,00 ^{D_bB}	29,56±0,00 ^{A_aA}	21,60±0,07 ^{D_eA}	21,56±0,03 ^{D_eB}	23,47±0,05 ^{C_dC}	23,14±0,17 ^{C_aA}	20,02±0,09 ^{E_eC}	20,76±0,06 ^{C_dC}	26,57±0,08 ^{B_bB}
	30m			23,58±0,03 ^{B_aB}	23,13±0,03 ^{B_bB}	21,29±0,09 ^{B_dA}	22,92±0,09 ^{B_bB}	23,97±0,00 ^{B_bA}	19,93±0,00 ^{B_eC}	21,48±0,03 ^{B_dB}	21,98±0,04 ^{C_bC}	29,98±0,05 ^{A_aB}

***ABCDEFGHI** Büyük harfler her bir istasyon için aylar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı satırda farklı büyük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

abcd Küçük harfler her bir ay ve istasyon için derinlikler arasındaki farkı göstermektedir ve bir sütunda farklı italik harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

ABC İtalik harfler her bir ay için istasyonlar arasındaki farkı göstermektedir ve aynı sütunda farklı küçük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu araştırma ile Tortum Gölü'nde başta azot fraksiyonları, demir, silikat ve sülfat konsantrasyon verileri olmak üzere gölün bazı fiziko-kimyasal özellikleri araştırılmıştır.

Tortum Gölü kaynağını Tortum Çayı ve irili ufaklı derelerden alırken kendisi Tortum Şelalesi'nin kaynağını oluşturur. Gölün ortalama derinliği 80 m, Secchi derinliği ise 3,24 m ölçülmüştür. Tanyolaç (2009)'a göre göl fiziksel yapısı **heyelan set ve açık göl** sınıfındadır. Secchi derinliği dikkate alındığında gölün trofik seviyesi **mesotrofik** ve kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre **3. sınıf kaliteli sular** sınıfına girmektedir (Anonymous 1982; Anonim 1992; Lind *et al.* 1993).

Tortum Gölü'ne ait su sıcaklığı, çözünmüş oksijen ve pH değeri gölün tabakalaşmasına uygun olarak vertikal yönde birbirine yakın bulunmuştur. Tortum Gölü'nde zayıf termal tabakalaşma tespit edilmiştir. Yaz döneminde belirgin bir tabakalaşma tespit edilmiştir. Buna ek olarak kış aylarında göl yüzeyinde buzlanma gözlenmemiştir. Wetzel (2001)'e göre göl bu özellikleriyle **sıcak monomiktik göl** sınıfında yer almaktadır.

Gölün morfometresi ve prodüktivitesi ile çözünmüş oksijen miktarının dengesi saptanır. Su kütlesi ele alındığında Secchi disk ölçümü ile saptanan fotik zonda, artan üretime bağlı olarak çözünmüş oksijen miktarı artar (Oğuzkurt 2001). Gölde Secchi derinliğinin az olmasına karşın epilimnion ile hipolimnion tabakası arasında çözünmüş oksijen değerinin fazla değişmediği gözlenmiştir. Bu durumu 2001 tarihinden itibaren sit alanı kapsamında olması nedeniyle göle herhangi bir biyolojik müdahale olmamasına bağlı olduğunu söyleyebiliriz.

Bu çalışmada ortalama çözünmüş oksijen değeri **12,85±5,75** mg/L olarak tespit edilmiştir. Türk Çevre Mevzuatına göre kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre **I. sınıf** kaliteli sular sınıfına girmektedir (Anonim 1999).

Tortum Gölü'nde yürütmüş olduğumuz bu araştırmada ortalama pH değeri **8,51±0,39** olarak ölçülmüştür. pH değeri 7-8,5 arasında olan göllerde HCO_3^- iyonu daha fazladır. Bu değerden yüksek pH'da ise CO_3^{2-} alkalinitesi görülür (Wetzel 1983). Tortum Gölü alkali göller sınıfında yer almasının yanı sıra ortalama pH değerine göre **I. sınıf** kalite sular içerisinde yer almaktadır.

Bu araştırmamızda ortalama amonyak azotu $0,19\pm0,01$ mg/L, nitrit azotu $0,02\pm0,01$ mg/L, nitrat azotu $0,08\pm0,01$ mg/L ve toplam fosfor $0,004\pm0,00$ mg/L olarak hesaplanmıştır. Tortum Gölü'nde 2002-2003 yılları arasında yürütülen bir araştırmada ise, su sıcaklığı $6,5-23,5^\circ\text{C}$, çözülmüş oksijen 7,3-8,5 mg/L, elektrik iletkenliği 254-362 $\mu\text{S/cm}$, nitrit-azotu 0,003-0,012 mg/L, nitrat-azotu 0,3-0,65 mg/L, Fosfat 0,015-0,075 mg/L arasındaki değerlerde ve amonyak değeri ise nispeten yüksek değerde tespit etmiştir (Kıvrak 2006). Tortum Gölü'nün son 10 yılda özellikle azot fraksiyonları bakımından önemli bir değişim göstermediğini söyleyebiliriz.

Tortum Gölü'nde yapılan bu araştırma sonucunda, amonyak azotu derişimi ortalama **0,19±0,01 mg/L** tespit edilmiştir. Ortalama $\text{NH}_3\text{-N}$ derişimi açısından ele alındığında, kıta içi su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre Tortum Gölü'nün **I. sınıf** su kalitesinde olduğu tahmin edilmiştir.

Tortum Gölü'nün vertikal olarak $\text{NH}_3\text{-N}$ değerinin değişimi incelenmiş ve genellikle bütün istasyonlarda 30 m derinlikte yüksek, yüzeyde düşük bulunmuştur. Bu durumu organik parçalanmanın dip kısımlarda daha fazla olmasıyla açıklayabiliriz.

Bu araştırma sonucunda, nitrat azotu derişimi ortalama **0,08±0,01 mg/L** tespit edilmiştir. Ortalama $\text{NO}_3\text{-N}$ derişimi açısından ele alındığında, kıta içi su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre Tortum Gölü'nün **I. sınıf** su kalitesinde olduğu saptanmıştır.

Tortum Gölü'nün vertikal olarak $\text{NO}_3\text{-N}$ değerinin değişimi incelenmiş ve dip derinlikte $\text{NO}_3\text{-N}$ değeri derinliğe bağlı çok farklı olmamasına karşın 20 m ve 30 m derinliklerde

yüksek bulunmuştur. Bu durumu nitrat azotu derişiminin sadece göldeki biyolojik olayların aynı sıra terrejik kaynaklı olayların da etkili olmasıyla açıklayabiliriz.

Tortum Gölü'nde yürütölen bu araştırma sonucunda, nitrit azotu derişimi ortalama **0,02±0,01 mg/L** tespit edilmiştir. Ortalama NO₂-N derişimi açısından ele alındığında, kıta içi su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre Tortum Gölü'nün **II. sınıf** su kalitesinde olduğu saptanmıştır.

Tortum Gölü'nün vertikal olarak NO₂-N değerin değışimi incelenmiş ve dip derinlikte NO₂-N değeri derinliğe bağı çok farklı olmamasına karşın 20 m ve 30 m derinliklerde yüksek bulunmuştur. Çözünmüş oksijenin yüksek olduğu tatlı su ortamlarında denitrifikasyon ve nitrifikasyon olayları hızlı gelişir. Bu nedenle azot miktarı içeriğı değışkendir (Wetzel 1983).

Yürütmüş olduğumuz bu araştırma sonucunda, toplam fosfor derişimi ortalama **0,004±0,001 mg/L** tespit edilmiştir. Ortalama toplam fosfor derişimi açısından ele alındığında, Anonymous (1982) ve Wetzel (1983)'e göre Tortum Gölü'nün besin düzeyi **ultra-oligotrofik**, Vollenweider ve Dillon' (Lind *et al.* 1993)'a göre **oligotrofik** olarak tahmin edilmiştir.

Tortum Gölü'nün vertikal olarak toplam fosfor değerin değışimi incelenmiş ve 5, 10 ve 20 metrelerde toplam fosfor değeri yüksek, yüzeyde düşük bulunmuştur. Toplam fosfor derişimi göldeki fosfor birleşiklerinin miktarına, havzanın morfometresine bölgenin jeolojik yapısının kimyasal içeriğine, suya karışan organik madde olup olmamasına ve sudaki organik metabolizmaya bağılıdır (Wetzel 2001; Tanyolaç 2009).

Tortum Gölü'nde yürütmüş olduğumuz bu araştırma sonucunda, toplam demir derişimi ortalama **0,02±0,01 mg/L** tespit edilmiştir. Suda ferrik oksit 0,2-2 mg/l olarak bulunduğu zaman algler iyi gelişim gösterir (Tanyolaç 2009). Tortum Gölü'nün vertikal olarak Fe değerin değışimini incelediğimizde alglerin gelişim gösterdiği yüzey tabakasında daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Bu araştırma sonucunda, silikat derişimi ortalama **0,60±0,03 mg/L** tespit edilmiştir. Çözünmüş silikat tatlı sularda bol miktarda bulunmasına rağmen diğer kimyasal reaksiyonlar ve diatomların bulunması silikat derişimini etkiler. Silikat pH değerine bağılı olarak değışim gösterir. Örneğın pH 3 ve 7 arasında olduğunda çözünmüş silikat derişimi yüksek olurken pH'sı 9 olan sularda silikat derişimi karbonik asidin etkisi altındadır (Wetzel and Likens 2001).

Yürütmüş olduğumuz bu araştırma sonucunda, sülfat derişimi ortalama **0,31±0,00 mg/L** tespit edilmiştir. Çözünmüş sülfürün sudaki baskın formu sülfattır. Bakteriyel metabolizmanın ve pH değerinin etkisiyle hidrojen sülfüre dönüşür (Wetzel 2001). Araştırmamızda sülfat derişiminin özellikle 30 metrede yüksek çıkmasının sebebi olarak nitrifikasyon ve çürüme olaylarının gölde yoğun olarak yaşanmasından kaynaklandığını söyleyebiliriz. Diğer bir ağır metal parametresi olan bakır derişimi bu araştırmada tespit edilememiştir.

Tortum Gölü Türkiye' nin en geniş doğal baraj gölü olarak da tanımlanan heyelan set gölüdür. Gölün bulunduğu havza mikro-klima özelliği göstermektedir. Bu nedenle göl hem derin hem de kış ayları dahil olmak üzere üzeri buzla kaplı değildir (Duman 2009). Göl dünyanın 3. büyük şelalesi olan Tortum Şelalesi'ni besleyen önemli bir kaynaktır (Orhan ve Karahan, 2010). Tortum Gölü doğal sit alanı kapsamında olması nedeniyle balık yetiştiriciliği veya avcılığı yapılmamaktadır.

Sonuç olarak Tortum Gölü derin ve kendini oluşturan kayalarından etkilenen bir göldür. Göl, çözünmüş oksijen, pH, amonyak azotu, nitrat azotu bakımından I. sınıf kaliteli sular sınıfına girerken, nitrit azotu derişimine göre II. sınıf kaliteli sular sınıfına girmektedir. Secchi derinliğine göre mezotrofik, toplam fosfor derişimine göre oligotrofik düzeyde bulunmuştur. Tortum Gölü bu gün her ne kadar temiz sular sınıfında yer alsa da gölün biyolojik dengesinin korunmasına özen gösterilmelidir. Gölde meydana gelebilecek değışimler ve bu değışimlerin sebepleri hakkında doğru bilgilere ulaşılabilmesi için göldeki değışimler sürekli takip edilmelidir.

KAYNAKLAR

- Altındağ, A., Yiğit, S., Beyşehir Gölü Zooplankton Faunası Ve Mevsimsel Değişimi GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 24, Sayı 3 (2004) 217-225
- Altuner, Z., 1982. Tortum Gölü Fitoplankton Ve Bentik Algleri Üzerinde Bir Araştırma, Doktora Tezi,
- Anonim 1999. Türk Standardı. Su Kalitesi-Askıda Katı Maddelerin Tayini-Cam Süzgeçten Süzme Metodu. Ankara
- Anonim 2009. Çevre ve Toplum. 12. Bölüm. Web Sitesi. [Http://Egitek.Meb.Gov.Tr](http://Egitek.Meb.Gov.Tr). Erişim Tarihi: 9.12.2009.
- Anonymous 1982. Eutrophication Of Waters. Monitoring, Assessment And Control. OECD, 154, Paris.
- APHA 1995. Su Ve Atık Su Sınav İçin Standart Yöntemleri, 19. Baskı. Amerikan Halk Sağlığı Birliği, Washington, DC.
- Atıcı, T., Obalı, O., 2002. Yedigöller Ve Abant Gölü (Bolu) Fitoplankton'unun Mevsimsel Değişimi Ve Klorofil-A Değerlerinin Karşılaştırılması E.U. Journal Of Fisheries & Aquatic Sciences Cilt/Volume 19, Sayı/Issue (3-4): 381 – 389
- Beyhan, M., Sahin, Ş., Keskin, M.E., Harman, B.İ. Burdur Gölü Uzun Periyotlu Seviye Değişiminin Su Kalitesi Ve Ağır Metaller Üzerindeki Etkisi Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11-2, 173-179, 2007.
- Boehrer, B., Fukuyama, R., Chikita, K., Kikukawa, H., 2009. Deep Water Stratification In Deep Caldera Lakes Ikeda, Towada, Tazawa, Kuttara, Toya And Shikotsu Limnology, 10:17–24 DOI 10.1007/S10201-008-0257-1
- Çevik H. ve Elibol M.İ. 2009. Yumula Baraj Gölü Limnolojisi. Çevre Ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Yayını. S 185. Ankara.
- Çoban, F., 2007. Hazar Gölü Su Kalitesinin Araştırılması Yüksek Lisans Tezi Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Elazığ.
- Demir, N. 2008. Limnoloji. Ders Notları (Basılmamış). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü. Ankara.
- Doğanay, S., Alim, M., 2003. Coğrafi Bir Tanıtım: Yedigöller (Uzundere) Günübirlik Rekreasyon Alanı Sosyal Bilimler Dergisi Journal Of Social, Sciences Cilt: Volume 3, Sayı: Number 30, Haziran June, Ss127-137
- Dökmece, A., 2005. Gala Gölü Ve Gölü Besleyen Su Kaynaklarında Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması Yüksek Lisans Tezi, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı.
- Duman T.Y. 2009. The Largest Landslide Dam In Turkey: Tortum Landslide. Engineering Geology. 104: 66-79p
- Duman, F., 2005. Sapanca Ve Abant Gölü Su, Sediment Ve Sucul Bitki Örneklerinde Ağır Metal Konsantrasyonlarının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi Doktora Tezi
- Elmacı, A., Teksoy, A., Topaç, F.O., Özengin, N., Başkaya, S.H., 2008. Uluabat Gölünün Mikrobiyolojik Özelliklerinin Mevsimsel Değişiminin İzlenmesi Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 13, Sayı 1
- Fakıoğlu, Ö., Demir, N., Beyşehir Gölü Fitoplankton Biyokütlesinin Mevsimsel Ve Yersel Değişimleri Ekoloji 20, 80, 23-32. Doi: 10.5053/Ekoloji.2011.804

- Güresinli, Y.Z., Tortum Gölü Su Toplama Havzasında Sedimentasyon Sorunu Ve Kontrolü Üzerinde Bir Araştırma ,1978
- Jeppesen, E., Kronvang, B., Meerhoff, M., Søndergaard, M., Hansen, K. M., Andersen, H. E., Lauridsen, T. L., Liboriussen, L., Jeppesen M., Özen, A. and Olesen, J. E. 2009. Climate Change Effects On Runoff , Catchment Phosphorus Loading And Lake Ecological State, And Potential Adaptations. J.Environ. Qual, 38; 1930-1941
- Kara, C., Bahadıroğlu, C., ,2001, Kumaşır Gölü (Kahramanmaraş)’nın Bazı Ekolojik Özellikleri, KSÜ, Fen Edebiyat Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt 4, Sayı 1.
- Karabacak, O. N., 2003. Mogan Gölü’nde Bazı Restorasyon Önlemleri Sonrası Fosfor,Toplam İnorganik Azot Ve Klorofil –A’nın Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi
- Kâtip, A., Karaer, F., 2011. Uluabat Gölü Su Kalitesinin Türk Mevzuatına Ve Uluslararası Kriterlere Göre Değerlendirilmesi Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 16, Sayı 2.
- Kazancı N., Oğuzkurt, D.G. and Dügel, M. 2009. Multivariate Analysis Of Phytoplankton Assemblages in Beyşehir Lake (Tukey) As a Tool Of Water Quality Monitoring And Management. Hydrobiology. 1; 45-56.
- Kır,İ.,Özan,S. T., Tuncay,Y., Kovada Gölü’nün Su Ve Sedimentindeki Bazı Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 2007 E.U. Journal Of Fisheries & Aquatic Sciences 2007 Cilt/Volume 24, Sayı/Issue (1-2): 155–158
- Kıvrak, E., Gürbüz, H., 2010. Tortum Çayı’nın (Erzurum) Epipelik Diyatomeleri Ve Bazı Fizikokimyasal Özellikleri İle İlişkisi, Ekoloji 19, 74, 102-109
- Kıvrak, E., 2006. Seasonal And Long Term Changes Of The Phytoplankton İn The Lake Tortum İn Relation To Environmental Factors, Erzurum, Turkey Biologia, Bratislava, 61/4: 339-345, Section Botany DOI: 10.2478/S11756-006-0062-4
- Lind, O. T., Terrell, T.T. and Kimmel, B.G. 1993. Problems İn Reservoir Trophic-State Classification And İmplications For Reservoir Management. In:M. Strascraba, J.G. Tundisi And A. Duncan (Editors), Comparative Reservoir Limnology And Water Quality Management, Kluwer Ac. Publ., P.57-67, The Netherlands.
- Löffler, H., The Origin Of Lake Basins, The Lakes Handbook Volume 1,Limnology And Limnetic Ecology, Edited By, O’sullivavan,P. E. And Reynolds, C.S.,Ss 8-60
- Mangıt, F., 2007. Mogan Gölü Trofik Statüsünün İzlenmesi Yüksek Lisans Tezi
- Moss, B., Beklioglu, M.,Carvalho, L., Kilinc,S., McGowan,S & Stephen, D., 1997. Vertically-Challenged Limnology; Contrasts Between Deep And Shallow Lakes Hydrobiologia 342/343: 257–267, L. Kufel, A. Prejs & J. I. Rybak (Eds), Shallow Lakes ’95. C 1997 Kluwer Academic Publishers. Printed İn Belgium.
- Oğuzkurt, D. G. 2001. Beyşehir Gölünün Limnolojisi. Doktora Tezi (Basılmamış). Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 205, Ankara.
- Orhan, T.,Karahana,F., Uzundere İlçesi Ve Yakın Çevresinin Ekoturizm Potansiyelinin Değerlendirilmesi Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 11 (1):27-42 (2010)

- Özhanci, E., Irmak, M. A., Yılmaz, H., 2012. Ekolojik Koridorlar Kapsamında Erzurum-Uzundere Güzergahı Vadi Peyzajı KSÜ Doğa Bil. Der. Özel Sayı, Pulatsü, S., Aydın, F., 1997. Water Quality And Phosphorus Budget Of Mogan Lake, Turkey. Acta Hydrochim. Hydrobiol., 25 (3): 128-134.
- Quirós, R., The Relationship Between Nitrate And Ammonia Concentrations In The Pelagic Zone Of Lakes Area De Sistemas De Producción Acuática, Facultad De Agronomía, Universidad De Buenos Aires. Av. San Martín 4453, (1417) Buenos Aires, Argentina.
- Salmaso, N., Mosello, R., Garibaldi, L., Decet, F., Brizzio, M. K.. and Cordella, P., 2003. Vertical Mixing As A Determinant Of Trophic Status In Deep Lakes: A Case Study From Two Lakes South Of The Alps (Lake Garda And Lake Iseo) Papers From Bolsena Conference (2002). Residence Time In Lakes: Science, Management, Education J. Limnol., 62(Suppl. 1): 33-41,
- Singh, J., Upadhyay, S. K., 2012. Seasonal Variations In Heavy Metals In Ramgarh Lake, Gorakhpur, India International Journal Of Lakes And Rivers. ISSN 0973-4570 Volume 5, Number 2, pp. 63-74
- Tanyolaç, J. 2009. Limnoloji. Hatipoğulları Yayınları, Ankara, 263s.
- Taş, B., 2011. Gaga Gölü (Ordu, Türkiye) Su Kalitesinin İncelenmesi, Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi / The Black Sea Journal Of Sciences ISSN: 1309-4726 İlkbahar / Spring, 2, Cilt / Volume: 1 Sayı / Number: 3 Sayfa/Page 43-61
- Taş, B., Candan, A.Y., Can, Ö., Topkara, S., 2010. Ulugöl (Ordu)'ün Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri Journal Of Fisheries Sciences.Com Taş Ve Ark., 4(3): 254-263
- Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E., Töre, Y., 2006. Karagöl'ün (Erzin-Hatay) Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri E.U. Journal Of Fisheries & Aquatic Sciences, Cilt/Volume 23, Ek/Suppl. (1/1): 155-161 Su Ürünleri Temel Bilimler / Hydrobiology
- Ünlü, A., Çoban, F., Tunç, S., 2008. Hazar Gölü Su Kalitesinin Zamanla Değişimi Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları
- Wetzel, R. G. 1983. Limnology. 2nd Edition, Saunders College, 767 p., Philadelphia.
- Wetzel, R. G. 2001. Limnology. W.B. Saunders Company, London, 743p
- Wetzel, R. G. 2001. and Likens, G.E., Limnological Analyses. 2.Th Edition, Springer Verlag, New York, 391p
- Yerli S., Kıvrak E., Gürbüz H., Manav E., Mangit F., Türkecan O. 2012. Phytoplankton Community, Nutrients And Chlorophyll *a* In Lake Mogan (Turkey); With Comparison Between Current And Old Data. Turkish Journal Of Fisheries And Aquatic Sciences. 12; S 95-104.

ÖZGEÇMİŞ

Münevver ŞENEL, 20 Ocak 1986'da Nevşehir'de doğdu. İlköğretim ve lise eğitimini Nevşehir'de tamamladı. 2007 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Mühendisliği'nde Su Ürünleri Bölümü'nde eğitimine başladı ve 2011 yılında mezun oldu. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde Yüksek Lisansa başladı ve halen eğitimine devam etmektedir.