

T.C.  
TUNCELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**NAZİK GÖLÜ SU KALİTESİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Seçil GÜNEŞ**

**Anabilim Dalı: Su Ürünleri**

**DANIŞMAN**

**Prof. Dr. Rahmi AYDIN**

**TEMMUZ – 2016**

**T.C.  
TUNCELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NAZİK GÖLÜ SU KALİTESİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Seçil GÜNEŞ  
(142106107)**

**Anabilim Dalı: Su Ürünleri**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. Rahmi AYDIN**

**TEMMUZ – 2016**

**T.C.**  
**TUNCELI ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NAZİK GÖLÜ SU KALİTESİNİN BELİRLENMESİ**

**Seçil GÜNEŞ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 11.07.2016 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

**İmza:.....**

**İmza:.....**

**İmza:.....**

Prof. Dr. Rahmi AYDIN  
(T.Ü.)  
**DANIŞMAN**

Prof. Dr. M. Şener URAL  
(F.Ü.)  
**ÜYE**

Yrd. Doç. Dr. Ebru İ.  
ÖZCAN (T.Ü.)  
**ÜYE**

Bu tez, Enstitümüz Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Durali DANABAŞ  
Enstitü Müdürü  
İmza ve Mühür

Bu çalışma, Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından desteklenmiştir.

**NOT:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu” ndaki hükümlere tabidir.

## ÖZET

Van Gölü'ne 25 km uzaklıkta bulunan ve Ahlat'ın 16 km kuzeybatısında yer alan Nazik Gölü, Doğu Anadolu Bölgesinin volkanik set kökenli göllerinden birisidir. Bu çalışmada Nazik Gölü'nü temsil eden üç farklı noktada mevsimsel olarak yerinde ölçümler yapılmıştır. Yüzey suyundan alınan örneklerin sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, oksijen doygunluğu, elektriksel iletkenlik, toplam sertlik, amonyak, sülfat, çözünmüş reaktif fosfor (orto-fosfat), florür, bromür, klorür, lityum, nitrit, nitrat, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, toplam azot, toplam fosfor ve klorofil- $\alpha$  gibi fiziko-kimyasal parametreleri incelenmiştir. Bu parametreler "Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği"nde bildirilen kıta içi su kalite standartlarına göre değerlendirildiğinde; Nazik Gölü su kalitesi nitrit, toplam fosfor ve pH değerlerine göre sırasıyla II. sınıf, III. sınıf ve IV. sınıf bir göl olarak sınıflandırılmıştır. Diğer geri kalan bütün parametrelere göre I. sınıf su kalitesinde olduğu, gölün kirlenmediği ve oligotrofik sınıflandırmada yer aldığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Nazik Gölü, Su kalitesi, Fiziko-kimyasal özellikler

## **ABSTRACT**

### **Determination of the Water Quality of Nazik Lake**

Nazik Lake, located 25 km from Van Lake and 16 km from northwest Ahlat, is one of the Eastern Anatolia Region's volcanic set-origin lakes. In this study, seasonally appropriate measures were taken at three different points that represent Nazik Lake. Physico-chemicals parameters of the samples taken from water surface such as temperature, pH, decomposed oxygen, oxygen saturation, electrical conductivity, total strength, ammonia, sulphate, decomposed reactive phosphorus (orto-phosphate), fluoride, bromide, chloride, lithium, nitrite, nitrate, sodium, potassium, calcium, magnesium, total nitrogen, total phosphorus, chlorophyll-a were analyzed. When these parameters were evaluated according to intra-continental water quality standards notified in Terrestrial Water Quality Regulations, Nazik Lake was classified as a second, third and fourth class lake according to nitrite, total phosphorus and pH rates respectively. It has been determined that, according to the rest of all parameters it has first class water quality, it doesn't get polluted and takes place in oligotrophic classification.

**Key Words:** Nazik Lake, water quality, physico-chemical features

## **TEŞEKKÜRLER**

Yüksek lisans eğitimim süresince görüş ve önerileriyle çalışmalarına katkı sağlayan değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Rahmi AYDIN'a,

Eğitimimin her aşamasında bana yol gösteren, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen ve her türlü desteği veren Sayın Arş. Gör. Osman SERDAR'a,

Çalışmanın yürütülmesinde bütün imkanları sağlayan Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürü Hakan AKGÜN başta olmak üzere tüm çalışanlarına,

Tüm hayatım boyunca ve Yüksek Lisans eğitimim süresince her türlü fedakârlığı gösteren babam merhum Recai GÜNEŞ'e, bana manevi destek olan ve her alanda desteklerini esirgemeyen Anneme, kardeşlerim Özden GÜNEŞ ve Ömer Suphi GÜNEŞ'e ayrıca teşekkür ederim.

**Seçil GÜNEŞ**  
**TUNCELİ – 2016**

## İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

<b>ÖZET</b> .....	<b>II</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>III</b>
<b>TEŞEKKÜRLER</b> .....	<b>IV</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>V</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>VII</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	<b>IX</b>
<b>SİMGELER LİSTESİ</b> .....	<b>X</b>
<b>KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	<b>XII</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Yapılan Çalışmalar .....	2
<b>2. MATERYAL VE METOD</b> .....	<b>9</b>
2.1. Çalışma Alanının Tanımlanması .....	9
2.2. Laboratuvar çalışmaları .....	10
<b>3. BULGULAR</b> .....	<b>13</b>
3.1. Sıcaklık .....	13
3.2. pH .....	13
3.3. Çözünmüş Oksijen (mg O <sub>2</sub> /L) .....	14
3.4. Oksijen Doymunluęu (%).....	15
3.5. Elektriksel iletkenlik (µS/cm).....	15
3.6. Toplam Sertlik (mg/L).....	16
3.7. Lityum (mg/L) .....	17
3.8. Sodyum (mg/L) .....	17
3.9. Potasyum (mg/l) .....	18
3.10. Kalsiyum (mg/L) .....	19
3.11. Magnezyum (mg/L).....	19
3.12. Florür (mg/L).....	20
3.13. Bromür (mg/L) .....	21
3.14. Klorür (mg/L) .....	21
3.15. Sülfat (mg/L) .....	22

3.16. Amonyum (mg/L).....	23
3.17. Nitrit (mg/L) .....	23
3.18. Nitrat (mg/L) .....	24
3.19. Toplam Azot (mg/L).....	25
3.20. Çözünmüş Reaktif Fosfor (mg/L).....	25
3.21. Toplam Fosfor (mg/L).....	26
3.22. Klorofil- <i>a</i> (µg/L).....	27
<b>4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR .....</b>	<b>28</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>36</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>41</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>42</b>



## ŞEKİLLER LİSTESİ

## Sayfa No

Şekil 2.1.	Nazik Gölü'nde örnekleme yapılan istasyonlar .....	10
Şekil 3.1.	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre sıcaklık değişimi .....	13
Şekil 3.2.	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre pH değişimi.....	14
Şekil 3.3.	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre çözülmüş oksijen değişimi.....	14
Şekil 3.4.	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre oksijen doygunluğu (%) değişimi .....	15
Şekil 3.5.	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre elektriksel iletkenlik ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) değişimi .....	16
Şekil 3.6.	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre toplam sertlik ( $\text{mg CaCO}_3/\text{L}$ ) değişimi .....	16
Şekil 3.7.	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre lityum ( $\text{mg Li}^+/\text{L}$ ) değişimi ...	17
Şekil 3.8.	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre sodyum ( $\text{mg Na}^+/\text{L}$ ) değişimi .....	18
Şekil 3.9.	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre potasyum ( $\text{mg K}^+/\text{L}$ ) değişimi .....	18
Şekil 3.10.	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre kalsiyum ( $\text{mg Ca}^{+2}/\text{L}$ ) değişimi .....	19
Şekil 3.11.	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre magnezyum ( $\text{mg Mg}^{+2}/\text{L}$ ) değişimi .....	20
Şekil 3.12.	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre florür ( $\text{mg F}^{-1}/\text{L}$ ) değişimi.....	20
Şekil 3.13.	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre bromür ( $\text{mg Br}^{-1}/\text{L}$ ) değişimi .	21
Şekil 3.14.	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre klorür ( $\text{mg Cl}^-/\text{L}$ ) değişimi.....	22
Şekil 3.15.	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre sülfat ( $\text{mg SO}_4^{-2}/\text{L}$ ) değişimi...	22
Şekil 3.16.	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre amonyum ( $\text{mg NH}_3\text{-N}/\text{L}$ ) değişimi .....	23
Şekil 3.17.	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre nitrit ( $\text{mg NO}_2^-/\text{N}/\text{L}$ ) değişimi .....	24
Şekil 3.18.	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre nitrat ( $\text{mg NO}_3^-/\text{N}/\text{L}$ ) değişimi .....	24

<b>Şekil 3.19.</b>	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre toplam azot (mg N/L) değişimi .....	25
<b>Şekil 3.20.</b>	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre ortofosfat (mg PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> -P/L) değişimi .....	26
<b>Şekil 3.21.</b>	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre toplam fosfor (mg P/L) değişimi .....	26
<b>Şekil 3.22.</b>	Örnekleme noktalarında mevsimlere göre klorofil-α değişimi .....	27



## TABLÖLAR LİSTESİ

**Sayfa No**

<b>Tablo 3.1.</b> Nazik Gölü'nün fiziko-kimyasal özelliklerinin istasyonlara göre mevsimsel dağılımı .....	27
--	----



## SİMGELER LİSTESİ

<b>%</b>	: Yüzde
<b>°C</b>	: Santigrat Derece
<b>°Fr</b>	: Fransız Sertlik Derecesi
<b>µg</b>	: Mikrogram
<b>µmho/cm</b>	: Mikroohms/cm
<b>µS/cm</b>	: Mikrosimens/Santimetre
<b>µm</b>	: mikrometre
<b>Br<sup>-1</sup></b>	:Bromür
<b>Ca</b>	: Kalsiyum
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	: Kalsiyum Karbonat
<b>Chl-a</b>	: Klorofil-α
<b>Cl<sup>-</sup></b>	: Klorür
<b>cm</b>	: Santimetre
<b>F<sup>-1</sup></b>	: Florür
<b>g</b>	: Gram
<b>g/L</b>	: gram/litre
<b>K</b>	: Potasyum
<b>km</b>	: Kilometre
<b>km<sup>2</sup></b>	: Kilometrekare
<b>Li<sup>+1</sup></b>	: Lityum
<b>m</b>	: Metre
<b>m<sup>3</sup></b>	: Metreküp
<b>Mg</b>	: Magnezyum
<b>MgSO<sub>4</sub></b>	: Magnezyum Sülfat
<b>mg/L</b>	: Miligram/Litre
<b>ml</b>	: mililitre
<b>N</b>	: Azot
<b>Na</b>	: Sodyum
<b>NH<sub>3</sub></b>	: Amonyak

**NH<sub>3</sub>-N** : Amonyak Azotu

**NH<sub>4</sub>** : Amonyum

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N** : Amonyum Azotu

**nm** : nanometre

**NO<sub>2</sub>** : Nitrit

**NO<sub>2</sub>-N** : Nitrit Azotu

**NO<sub>3</sub>** : Nitrat

**NO<sub>3</sub>-N** : Nitrat Azotu

**OH<sup>-</sup>** : Hidroksit

**P/L** : Toplam Fosfor

**PO<sub>4</sub>-P** : Fosfat Fosforu

**PO<sup>-3</sup><sub>4</sub>-P** : Ortofosfat Fosforu

**ppt** : g çözünen/kg veya litre çözeltisi (binde bir)

**rpm** : Dakikadaki devir sayısı

**SO<sub>4</sub>** : Sülfat

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>AKM</b>	: Askıda Katı Madde
<b>BOİ</b>	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı
<b>ÇO</b>	: Çözünmüş Oksijen
<b>DSİ</b>	: Devlet ve Su İşleri
<b>EC</b>	: Avrupa Topluluğu
<b>EC</b>	: Elektriksel İletkenlik
<b>EDTA</b>	: Etilen Diamin Tetraasetik Asit
<b>EPA</b>	: Çevre Koruma Ajansı
<b>FS</b>	: Fransız Sertlik Derecesi
<b>ICS</b>	: İyon Kromatografi Sistemi
<b>KOİ</b>	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
<b>M</b>	: Molarite
<b>N</b>	: Normalite
<b>OECD</b>	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
<b>NTU</b>	: Nephelometrik Bulanıklık Ünitesi
<b>SKKY</b>	: Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
<b>TDS</b>	: Toplam Çözünmüş Katı Madde
<b>TKN</b>	: Toplam Kjeldahl Azotu
<b>TSE (266)</b>	: Türk Standartları Enstitüsü
<b>UV</b>	: Ultraviyole Spektroskopisi
<b>YSI</b>	: Yellow Springs Aletleri
<b>WHO</b>	: Dünya Sağlık Örgütü

## 1. GİRİŞ

Su, dünyada bol miktarda bulunan ve bütün canlıların yaşamsal faaliyetleri için vazgeçilmez olan bir maddedir. Aynı zamanda birçok sucul organizmanın yaşama alanını da oluşturmaktadır. Bu nedenle gerek canlılar tarafından kullanılan ve gerekse içinde yaşanan suların kullanım amacına bağlı olarak temiz olması gerekmektedir. Çünkü suların temizlik kriterleri kullanma amacına göre değişiklik göstermektedir. Su kirliliği genel olarak insanların neden olduğu etkenlerden dolayı oluşmaktadır. Bir ortamın kontrol dışı kirlenme olayına pollusyon denir. Pollusyon orijini, oluşumu ve etkileri yönünden çeşitli şekillerde olabilir. Bunlar kirletici tiplerine göre endüstriyel, evsel, tarımsal vb. gibi çeşitli kaynaklardan oluşabilirler. Su kirliliği, küresel olarak büyük bir sorun olduğu gibi, birçok ölüm ve salgın hastalık olaylarının nedeni olarak görülmektedir.

Nüfusun ve sanayileşmenin hızla artması, teknolojik gelişmeler, çarpık kentleşme ve tarımsal faaliyetlerde sulama suyu kullanımının artması ile birlikte su kaynaklarımızla ilgili birçok sayısız problem ortaya çıkmıştır (Küçükyılmaz ve ark., 2013). Yeryüzündeki suların % 97,5'ini deniz ve okyanuslar oluşturmasına rağmen geriye kalan sadece % 2,5'inin tatlı su kaynağı olarak ulaşılabilir ve kullanılabilir olması bu kıt kaynaklarımızın önemini bir kat daha arttırmıştır (Shiklomanov ve Rodda, 2003). Yaşamı mükemmel, sağlıklı ve daha uzun sağlayabilmek amacı ile gelişen teknoloji yaşamımıza getirdiği rahatlık yanında, kırsal ve kentsel alanlarda doğal kaynakları tehdit eden kirlenme olaylarına da yol açmakta ve ekosistemi bozmaktadır (Kiveşkan, 2014).

Günümüzde evsel ve endüstriyel atıklar gibi yaklaşık bir milyon kirletici, yüzeysel sulara verilmektedirler. Bu kirleticilerin bir kısmı alıcı ortamlarda istenmeyen tat ve koku oluşturmayarak, bir süre sonra mineralize olup zararsız hale gelirken; pestisitler, radyoaktif maddeler ve ağır metaller gibi kirleticiler, canlı hayatı için tehlike oluşturmaktadırlar. Bu tehlike sadece sulardaki canlıları değil aynı zamanda besin zinciri yoluyla insanları da etkilemektedir (Yılmaz, 2004; Gültekin, 2005).

Bu kirleticilerin doğrudan yada dolaylı olarak karıştığı, kolayca ulaşabildiğimiz ama aynı zamanda kıt ve kirlenmeye karşı çok hassas olan tatlı su deposu göllerimizin su kalitelerinin düzenli olarak kontrol edilmesi ve gereken önlemlerin alınması gerekmektedir (Ünlü ve ark., 2008). Çünkü su kaynakları uzun vadede istikrarlı olarak kullanılması gereken doğal yaşam kaynaklarımızdır (Özgökçe ve ark., 2011). Yüzyıllardan beri devam

eden geleneksel tarım faaliyetleri ve bilinçsizce kullanılan tarımsal gübreler ve pestisitler, atıklar, yanlış ve ölçüsüzce yapılan balıkçılık faaliyetleri ile özellikle yaz aylarında gerçekleşen aşırı su çekimleri bu alanlarda ötrofikasyon sorununu ortaya çıkarmıştır. Yapılan bu yanlış uygulamalar sonucu birçok sucul canlı ortadan kalkmakta veya istilacı türler su kaynaklarını işgal etmektedir (Albay, 2014).

Ülkemiz sanıldığı kadar su zengini bir ülke olmadığı gibi, nüfus artmasına paralel olarak ve insanların bilinçsizce kullanımı sonucunda yakın bir gelecekte su kaynaklarımızın tamamının kullanılacağı ve çeşitli problemlerle karşılaşılacağı düşünülmektedir (Şener, 2013).

Bu nedenle Ülkemizin gerek yerüstü ve gerekse yeraltı su kaynaklarının mevcut durumunun korunması, kirlenmesinin önlenmesi ve bunların en iyi bir şekilde kullanımının sağlanması için hukuki ve teknik esasların çok sıkı bir şekilde uygulanması gerekmektedir.

### **1.1. Yapılan Çalışmalar**

Bu çalışma kapsamında yapılan literatür araştırmasında geçmişte Nazik Gölü'ne ait yeterli limnolojik çalışmaya rastlanmamıştır. Türkiye'de ve yurt dışında bazı göllerin su kalitesi ile ilgili araştırmalar aşağıda verilmektedir.

Holm-Hansen ve ark. (1976), Tahoe Gölü'nde mevsimsel olarak yaptıkları çalışmada, 0-400 m. derinlikler arasında ışık, sıcaklık ve çözülmüş oksijen, fitoplankton biyoması, partikül ve çözülmüş organik karbon, azot ve fosfor, inorganik besin tuzlarını incelemişler ve bu değerlerin üst 25 m derinlikte düşüken (1-0,4 µg/L), 50-100 m arasında maksimuma (0,6-0,8 µg/L) ulaştığını ve daha sonra 400 m derinlikte su kolonunun üst 25 m derinliklerindeki kadar azaldığını bildirmişlerdir.

Şen ve Topkaya (1993), yaptıkları çalışmada Elazığ ilini çevreleyen göllerdeki kirlilik seviyelerini araştırmışlar, oligotrof özellik gösteren göllerde besin tuzlarının az miktarda bulunduğunu ama önceki verilere oranla arttığını ve kirlenmenin başladığını bildirmişlerdir.

Tuna ve Emiroğlu (1994), Eylül ayında Hazar Gölü'nün sulama suyu ve elektrik temini için tedarik edilen su tüneline yakın bir istasyonda yaptıkları tek örneklemede bazı fiziko-kimyasal özellikleri incelemişler ve sulama suyu kalitesi bakımından elverişli olmadığını ancak belirli işlemlerden geçtikten sonra kullanılabileceğini bildirmişlerdir.



Akbay ve Anul (1995), Hazar Gölü'nde beş istasyonda yaptıkları limnolojik araştırmada incelenen fiziko-kimyasal parametreleri Kıtaçi Su Kalite Kriterlerine göre değerlendirerek toplam alkalinite, toplam sertlik, magnezyum, klorür, bor ve sodyum değerlerini yüksek, nitrit, nitrat, potasyum ve Sülfat ( $SO_4^{2-}$ ) değerlerini düşük miktarlarda bulmuşlardır. Gölün fitoplankton bakımından fakir olduğu belirtilirken, zooplankton miktarının ilkbaharda arttığı ve gölün bentik canlılar bakımından zengin olduğunu bildirmişlerdir.

Sağiroğlu ve Çetindağ (1995), tarafından Kürk ve Mogal Derelerinin Hazar Gölü'ne etkisini ortaya koymak amacıyla yapılan çalışmada, derelerin göle  $30 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/yıl su boşalttıklarını ve  $2,65 \pm 0,15$  g/L askıda katı madde taşıyan akarsuların  $80 \times 10^3$  ton/yıl kil ve silt bıraktıklarını bildirmişlerdir. Önlem alınmadığı takdirde Sivrice katmanının göle doğru ilerleyebileceğini rapor etmişlerdir.

Yerli ve ark. (1996), 1991-1993 yılları arasında, Çıldır Gölünde yapılan çalışmada; su kalitesi parametre konsantrasyonlarındaki değişimlerin mevsimsel olduğu belirlenmiştir. Seki diski derinliği 25- 115 cm (rüzgâr nedeni ile gölde karışım fazladır), elektriksel iletkenlik (EC) 60-155  $\mu$ S/cm; biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) 28-88 mg/L; nitrat azotu ( $NO_3-N$ ) 0,00-4,2; ortofosfat fosforu ( $OPO_4$ ) 0,006-0,093 mg/L bulunmuştur. Yerli ve ark. (1998), yaptıkları çalışmada yağışlar sonucu doğadan katılmalar yoluyla, birçok parametre derişiminin etkilendiğini, yaz dönemindeki buharlaşmanın, bu derişimleri etkileyen önemli hidrolojik olay olduğunu belirterek, ölçüm yapılan istasyonlar arasında su kalitesi yönünden büyük farklılıklar görülmediğini bildirmişlerdir.

Temmuz 1997-Aralık 1999 tarihleri arasında Şen (2001), tarafından Nazik Gölü'nde yapılan çalışmada yerli türlerden Siraz (*Capoeta capoeta*), İnci kefalı (*Chalcalburnus tarichi*) ve daha sonra yapılan balıklandırma ile gölde Sazan (*Cyprinus carpio*) ile havuz balığı (*Carassius carassius*) populasyonlarının bulunduğu belirtilmiştir. Çalışmada sazanın (*Cyprinus carpio*) göldeki populasyon yapısı, büyüme ve üreme özellikleri ile gölün bazı su kalitesi özellikleri incelenmiştir. Elde edilen bulgular su sıcaklığının 2-24,5 °C, Sechi disk derinliğinin 125-284 cm; öfotik zon derinliğinin 480,4 cm; çözülmüş oksijen (ÇO) 1,0-13,2 mg/L; pH'nın 8,06-8,87; kondüktivitenin 254,4-340,6  $\mu$ hos/cm; toplam çözülmüş madde (TDS)'nin 190,39-225,98 mg/l; morfo-edafik indeksinin ise 15,4-18,3 mg/L/m olduğu şeklindedir.

Girgin ve ark. (2004), Burdur Gölü'nde yaptıkları limnolojik araştırmada, çözülmüş oksijen doygunluğunu minimum % 10-51 arasında, maksimum % 92,  $OPO_4$

miktarını ise maksimum 190 µg P/L bulmuşlardır. Yer altı sularının gölün kimyasal yapısını değiştirdiğini ve Chlorophyta ile Cyanophyta sayısının diğer alg taksonlarından daha fazla olduğunu bulmuşlardır.

Kazancı ve ark. (2004), Salda Gölü'nde yaptıkları araştırmada yer altı sularının gölde farklı tabakalaşmalara sebep olduğunu, fito ve zooplanktonların sınırlı sayıda bulunduğunu, kirliliğin devam etmesi halinde gölün risk altında bulunduğunu ve korunması gerektiğini bildirmişlerdir.

Yılmaz (2004), Muğla Mumcular Baraj Gölü'nde yaptığı çalışmasında yıllık ortalama ÇO miktarını 10,2 mg/L bulmuştur. Çalışma sonucunda gölün iyi sayılabilecek bir su kalitesine sahip olduğu belirtilirken, bazı mineral tuzların yetersiz olduğu ve suyun kıt olduğu, ancak kirliliğin önemsiz olduğu belirtilmiştir.

Taş (2006), yılında Derbent Baraj Gölü'nde toplam 16 parametreyi incelemiş gölün su kalitesini ve verimliliğini araştırmıştır. Yapılan çalışmada ortalama su sıcaklığını 15,56 °C, pH'ı 7,9, ÇO değerini 10,68 mg/L, iletkenliği 1525 µS/cm, toplam alkaliniteyi 163,8 mg/L ve toplam sertlik değerini 377,3 mg/L olarak bulmuştur. Araştırma sonucunda gölün oligotrof-mezotrof özellikte olduğu ve su ürünleri yetiştiriciliğine elverişli olduğu sonucuna varıldığı belirtilmiştir.

Taş (2011), tarafından Bolaman Çayı Havzası'nda yer alan Gaga Gölü'nde bazı fiziksel ve kimyasal parametreleri Şubat 2005-Ocak 2006'da mevsimsel olarak incelenmiştir. Elde edilen veriler su kalitesi yönünden Kıtaçi Su Kaynakları Kalite Kriterlerine göre (SKKY) ve İçme ve Kullanma suyu standartlarıyla (EC; WHO; EPA; TSE 266) karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve suyun I. kalitede olduğu sonucuna varılmıştır. Ötrofikasyon sınır değerlerinin aşılmadığı ve göl suyunun balık yetiştiriciliği, rekreasyonel ve ekoturizm bakımından değerlendirilebileceği belirtilmiştir.

Hazar Gölü'nün kuzey kıyısının Alp ve ark. (2008), tarafından su kalitesi ve trofik durumun tespit edilmesi amacıyla yapılan çalışmada, beş farklı istasyonda pH, sıcaklık, ÇO, oksidasyon ve redüksiyon potansiyeli, nitrit, nitrat, permanganat tüketimi, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, reaktif fosfor, toplam fosfor, silika ve klorofil-α gibi parametreler incelenmiştir. Elde edilen bulguların, toplam fosfor bakımından Whittaker (1975)'e göre mezotrofik, OECD (1982)'ye göre ötrofik, Vollenweider ve Kerekes (1980)'e göre mezotrofikten ötrofiğe geçiş aşamasında olduğu, klorofil-α'nın yıllık ortalama bakımından her üç literatüre göre de mezotrofik karakterde olduğu bildirilmiştir.

Ünlü ve ark. (2008), Hazar Gölü su kalitesini fiziko-kimyasal parametreler açısından inceledikleri çalışmada, yıllık ortalama pH değerinin 8,90 olup gölün bazik ve III. sınıf su kalitesinde olduğunu, ÇO değerinin 8,4-10,4 mg/L arasında olup I.sınıf su kalitesinde olduğunu, toplam klorür miktarının 354-418 mg/L arasında olduğunu ve buna bağlı olarak EC değerinin yüksek bulunduğunu belirterek Kıtaiçi Su Kaynakları Kalite Kriterlerine göre suyun III. sınıf kalitede su sınıfına girdiğini belirtmişlerdir. EC'in 2260 µmhos/cm olarak bulunduğu çalışmada Hazar Gölü'nün sulama suyu açısından IV. sınıf su kalitesinde olup sulamaya elverişsiz olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca fosfor (0,15-2,21 mg/L) değerlerinin Kıtaiçi Su Kaynakları Kalite Kriterlerine göre IV. Sınıf su kalitesinde ve Askıda katı madde (AKM) (180-400 mg/L) ile ötrofikasyon sınır değerlerinin üzerinde olduğu, çok sert su özelliği (>30 ° FS) taşıdığı tespit edilerek gölün sürekli izlenmesi gerektiği bildirilmiştir.

Koçer ve ark. (2009), yılında Hazar Gölü'nü besin tuzları miktarları bakımından araştırmış ve mezotrof göl özelliğine sahip olduğunu ancak yüksek çözünmüş iyon içeriği ve pH değeri nedeniyle verimliliğinin ileri derecede sınırlanarak oligotrofik, monomiktik, suları sert, alkali bir göl özelliği gösterdiği sonucuna varmışlardır.

Tepe (2009), Yenişehir Gölü'nde yaptığı çalışmasında su kalite parametrelerini incelemiş yıllık ortalama ÇO değerinin 7,76 mg/L, tuzluluğun 0,2-0,3 ppt, en yüksek klor konsantrasyonunun 0,217 mg/L olduğunu ve en yüksek Kıtaiçi Su Kaynakları Kalite Kriterlerine göre AKM'nin 38 mg/L seviyesine çıktığını ve daha sonra 23 mg/L'ye kadar düştüğünü tespit etmiştir. Gölde ekosisteme zarar verebilecek seviyede bir kirliliğin olmadığı kanaatine varmıştır.

Küçükyılmaz ve ark. (2010), tarafından Diyarbakır İli, Çüngüş ilçesi, Fırat Nehri üzerinde kurulu olan Karakaya Baraj Gölü'nde su kalitesini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, her bir noktada 2 farklı derinlikten olmak üzere 7 örnekleme noktasından su numuneleri alınarak toplam 12 parametre (pH, sıcaklık, bulanıklık, ÇO, EC, toplam fosfor, amonyak, fosfat, nitrit, nitrat,  $SO_4^{-2}$  ve kimyasal oksijen ihtiyacı(KOI)) incelenmiştir. Genel olarak ağ kafeslerde alabalık yetiştiriciliği ve balıkçılık yapılan, çevresi ise rekreasyonel amaçlar için uygun olan baraj gölünün fiziksel ve kimyasal analizler sonucu mezotrofik olduğu ve yetiştiricilik için uygun olmadığı belirtilmiştir.

Bulut ve ark. (2010), Uluabat Gölü'nün su kalitesininin değerlendirildiği çalışma 2006-2007 yılları arasında ve 3 istasyonda aylık olarak yürütülmüştür. ÇO, pH, sıcaklık, tuzluluk, bulanıklık, kondüktivite, klorür, sertlik, karbonat, bikarbonat, organik madde,

magnezyum, kalsiyum, toplam amonyak, nitrat,  $SO_4^{-2}$ , asit bağlama gücü,  $OPO_4$  gibi bazı fiziko-kimyasal parametrelerin incelendiği çalışmada veriler çok değişkenli istatistiksel analizlere göre değerlendirilmiş ve iki potansiyel faktör belirlenmiştir. İlk faktör %58,70 ile evsel-tarımsal drenaj faktörü olarak belirlenirken ikinci faktör %41,30 ile nutrient faktörü olarak isimlendirilmiş ve Uluabat Gölü'nde kirlenmenin daha çok evsel-tarımsal faktörlerden kaynaklandığı bildirilmiştir.

Yenilmez ve ark. (2010), yılında meteorolojik koşulların Mogan Gölü su kalitesine etkilerini araştırdıkları çalışmada; 2007-2008 yılı verilerini kullanarak sıcaklık, rüzgar, günlük güneşlenme şiddeti, yağış gibi meteorolojik olayların pH, ÇO, toplam fosfor, toplam azot ve diğer su kalitesi parametrelerine etkilerini korelasyon analizi ve temel bileşenler analizini kullanarak araştırmışlar ve meteorolojik koşulların Mogan Gölü'nü etkilediğini bildirmişlerdir.

Bulut ve ark. (2011), tarafından, Selevir Baraj Gölü'nde yapılan araştırmada su sütunlarının ortalama sıcaklığı  $13,1^{\circ}C$ , pH 8,21, ÇO 8,25 mg/L, organik madde 3,2 mg/L, EC 294  $\mu S/cm$ , ışık geçirgenliği 2,9 m. ve toplam sertlik miktarı 14,72 mg/L olarak bulunmuştur. Veriler Kıtaiçi Su Kaynakları Kalite Kriterlerine göre değerlendirilmiş ve Baraj Gölü'nün I.sınıf kalitesinde olduğu, nitrit ve fosfat bakımından ise III. sınıf su kalite özelliği gösterdiği bildirilmiştir. Baraj Gölü'nün ötrofikasyon sınır değerlerinde bulunduğu ve sürekli bir izleme programı gerektirdiği belirtilmiştir.

Karakuyu Gölü'nde Bulut ve ark. (2011), tarafından yapılan mevsimsel çalışmada türbidite 0,40-1,09 NTU, kondüktivite 337,3-373,3 mhos/cm, pH 7,01-7,85, sıcaklık  $6,90-19,57^{\circ}C$ , ÇO 3,30-7,18 mg/L klorür 4,78-11,12 mg/L,  $SO_4^{-2}$ , 0-84,91 mg/L, fosfat 0-0,26 mg/l, amonyum 0,46-2,46 mg/L, asit bağlama yeteneği 2,40-4,77 ml asit, toplam asit 0-25,3 mg/L ve karbondioksit 0-0,61 mg/L arasında minimum ve maksimum değerler olarak bulunmuştur. Ölçülen bu parametrelere göre gölde organik kirliliğin bazı aylarda yüksek olduğu ancak o yıl itibariyle herhangi bir tehlike oluşturmadığı saptanmıştır.

Topal (2011), tarafından yapılan "Hazar Gölü Su Kalitesinin Dünü ve Bugünü" isimli çalışmada, DSİ tarafından 3 farklı istasyonda belirli zaman aralıklarında elde edilen fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik analizler dikkate alınarak 1996 yılı verileri ile 2009 yılı verileri karşılaştırılmıştır. Araştırma verilerine göre EC, pH, Alkalinite, amonyum ( $NH_4^{+}$ -N), toplam e-coli ve TDS konsantrasyonlarında bir artışın olduğu, AKM, ÇO, KOİ,  $SO_4^{-2}$ , Toplam Kjeldahl Azotu (TKN) ve  $NO_3^{-}$ -N konsantrasyonlarında ise bir azalmanın olduğu ortaya konmuştur.

Bozkurt ve Tepe (2011), Gölbaşı Gölü'nün plankton kompozisyonu ve su kalitesi üzerine yaptıkları çalışmada yıllık klorofil-*a* konsantrasyonunu 37,87±9,77 mg/L, ortalama pH'ı 7,52, besin değerlerini (toplam fosfor ve nitrat-azot 0,21±0,19 mg/L ve 12,36±5,99 mg/L) olarak bulmuş ve bu değerlerin gölün ötrofik düzeyde sayılacak oranda yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Tunceli ili Uzunçayır Baraj Gölü'nün fiziko-kimyasal özelliklerini ortaya çıkarmak amacıyla Boztuğ ve ark., (2012) tarafından yapılan çalışma 10 istasyondan iki ayda bir su örnekleri alarak yürütülmüştür. Sekiz aylık değerlerin ortalama (minimum, ortalama, maksimum) pH (7,7-8,1-8,6), su sıcaklığı (1,1-12,8-29,4°C), iletkenlik (148-276,9-381 µS/cm), BOİ<sub>5</sub> (1-1,5-2 mg/L), ÇO (5,5-9,7-14,7 mg/l), asidite (101-154,3-285 mg/L), toplam alkalinite (66-132,1-198 mg/L), toplam sertlik (12,5-26,4-67,6 mg/L), AKM miktarı (0,03-1,04-3,03 mg/L) olarak bulunmuştur. Elde edilen değerlere göre gölün önemli bir kirlilik sorununun olmadığı, iyi bir tatlı su kalitesine sahip olduğu ve bu fiziko-kimyasal parametrelerin kontrol altında tutulması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Küçükyılmaz ve ark. (2013), tarafından Urfa Balıklıgöl'ün mevsimsel olarak fiziksel ve kimyasal özelliklerini tespit etmek amacıyla; kaynak suyu (giriş), Ayn-i Zeliha, Halilürrahman Gölleri ve Hasan Paşa Camisi (çıkış) olmak üzere 4 istasyondan aldıkları örnekler değerlendirilmiş, gölün su kalitesini belirlemiş ve gölün sürdürülebilir kullanımı için tavsiyelerde bulunmuşlardır. Genel olarak I. sınıf su kalitesine sahip olan Balıklıgöl, nitrit ve toplam fosfor bakımından II.sınıf, nitrat bakımından ise III. sınıf çıkmıştır. Toplam azot miktarı yönünden göl formunda olan II. ve III. istasyonların hipertrofik sınıfta olduğu gözükmemektedir.

Adalı (2014), yılında yüzeysel sularda su kirliliği ve nitrat bakımından hassas bölgelerin tespiti için bir metodoloji oluşturmak ve su kalitesinin iyileştirilmesine yönelik yönetim esaslarını ortaya koymak amacıyla yaptığı çalışmasında Uluabat Gölünde risk oluşturan unsurları AKM, kimyasal ve besi maddeleri ve avlanma olarak sıralamıştır. Mustafakemalpaşa çayının doğal etkisi ve direkt insan faaliyetleri sonucu sedimentlerin göle taşınıp biriktiğini, suyun kalitesinde bozulmalara ve ötrofikasyona sebep olduğunu rapor etmiştir.

Uluabat Gölü'nde İleri ve ark. (2014), tarafından Haziran 2007-Mayıs 2009 tarihleri arasında 8 istasyonda yapılan çalışmada; pH, sıcaklık, EC, ÇO, AKM, Sechi derinliği, su derinliği, NO<sub>3</sub>-N, toplam azot, PO<sub>4</sub>-P, toplam fosfor, alkalinite, KOİ ve Klorofil-*a* parametreleri incelenmiştir. Elde edilen verilere göre, özellikle 1,4,5 ve 8.

İstasyonlarda genellikle yaz aylarında bu değerlerin yüksek seviyelerde olduğu, Varyans analizi sonuçlarına göre NO<sub>3</sub>-N ve AKM dışındaki diğer parametrelerin bölgesel ve zamansal değişimlerinin önemli bulunduğu bildirilmiştir.

Sharma ve ark. (2015), yılında Hindistan'da Dal Gölü'nün fiziko-kimyasal özelliklerinin su kalitesi parametrelerine etkilerini çok değişkenli korelasyon analizi metodunu kullanarak araştırmışlar ve organik ve inorganik kirleticilerin makrofit büyüme hızlandırdığını ve gölün rekreasyonel (dinlenme ve tatil amaçlı kullanım) kullanımını ve estetik görünümünü bozduğunu bildirmişlerdir. Dal gölünün ekolojik açıdan kritik bir aşamaya geldiğini ve önlem alınmadığı takdirde, muhtemelen daha da bozulacağını, çok kısa bir süre içerisinde ötrofik duruma dönüşeceğini ortaya koymuşlardır.

## 2. MATERYAL VE METOD

### 2.1. Çalışma Alanının Tanımlanması

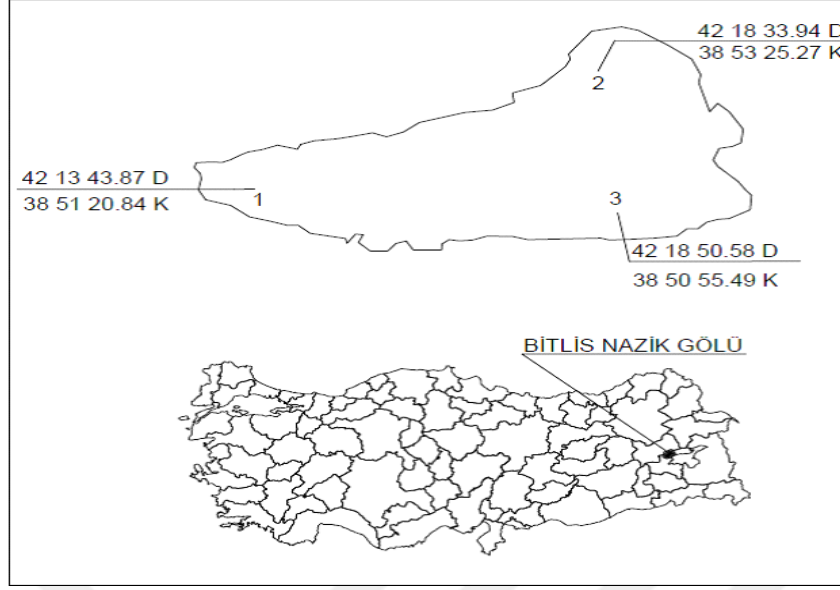
Van Gölü'ne 25 km uzaklıkta bulunan ve Ahlat'ın 16 km kuzeybatısında yer alan Nazik Gölü, 44,5 km<sup>2</sup> yüzölçümüne ve 30 km<sup>2</sup> alana sahip deniz seviyesinden yüksekliği 1816 m olup, ortalama 40-50 derinliğe sahiptir. Nazik Gölü, ilkbaharda eriyen kar suları, yağmur suları ve çevresindeki küçük akarsu kaynaklarıyla beslenmektedir. Gölün fazla suları güneydoğu ucundan Karmış çayına doğru akmaktadır. Bu akıntı üzerinde kurulan bir regülatörle fazla sular kontrole alınmış olup, Ahlat ovası ile Adabağ ve Sarıkum Köyleri arazisinin sulamasında kullanılmaktadır. Dilburnu tarafında göl üzerinde kıyıya yakın bir de ada bulunmaktadır (URL-1, 2015).

Gölün en önemli özelliklerinden birisi kış mevsiminde göl yüzeyinin tamamen kalın bir buz tabakası ile kaplanmasıdır. Bu buz tabakası o kadar kalın olmaktadır ki üzerinden küçük araçlar geçebilmektedir. Hatta çoğu zaman kış mevsimlerinde göl çevresindeki yerleşimler arasında ulaşım göl üzerindeki kalın buz tabakası üzerinden sağlanmaktadır (URL-1, 2015).

Nazik göl sularının tatlı olması ve besin bakımından zengin olması sebebiyle bu gölde sazangiller (yöre halkı tarafından Gocut olarak isimlendirilmektedir) yaşamakta ve bol miktarda aynalı sazan üretimi yapılmaktadır ancak gölde su kalitesi ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır. Bu eksikliğin giderilebilmesi ve balıkçılık çalışmalarına katkı sağlanması amacıyla bu çalışmaya ihtiyaç duyulmuştur.

Ocak 2014-Şubat 2015 tarihleri arası Şekil 2.1.'de görülen çalışma alanında belirlenen üç istasyondan mevsimsel olarak yerinde fiziksel ölçümler yapılmış ve kimyasal analizler için alınan numuneler ölçümleri yapılmak üzere Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Laboratuvarlarına getirilmiştir.

Bu istasyonlardan su örnekleri yüzeyden elle daldırma yöntemiyle alınmıştır. Örnekler 1 L hacimli polipropilen şişelere konularak vakit kaybetmeden laboratuvara taşınmıştır. Sıcaklık, çözülmüş oksijen, oksijen doygunluğu, pH ve elektriksel iletkenlik YSI profesyonel plus marka ölçüm cihazı ile yerinde ölçülmüştür.



Şekil 2.1. Nazik Gölü'nde örnekleme yapılan istasyonlar

## 2.2. Laboratuvar çalışmaları

Araziye çıkılmadan önce örnekleme malzemeleri hazırlanmış ve 1 L hacimli polipropilen şişeler herhangi bir temizlik maddesi kullanılmadan yıkama fırçası ve musluk suyu ile yıkanıp distile sudan geçirilmiştir. Su numuneleri kıyıda elle daldırma yöntemi ile alınmış, koruma maksatlı herhangi bir kimyasal madde eklenmemiş, kapakları kapatılıp, tarih ve örnekleme noktası bilgileri yazılmış etiketler yapıştırılarak en kısa sürede laboratuvara ulaştırılmıştır.

Sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, % oksijen doygunluğu, elektriksel iletkenlik YSI profesyonel plus marka 13A101246 seri nolu cihazla arazide yerinde ölçülmüştür.

Toplam Sertlik, EDTA metodu kullanılarak titrimetrik olarak tayin edilmiştir. Belirli hacimdeki filtrelenmiş örneğe, pH 10 değerine yükseltmeye yeterli miktarda amonyum tampon solüsyonu ve birkaç damla Eriochrome Black T indikatörü eklenerek solüsyon şarap kırmızısından maviye dönene kadar standart 0,01 M EDTA disodyum tuzu çözeltisiyle (1 ml/ mg CaCO<sub>3</sub>, B) titre edilmiş ve titrasyon sonuna kadar harcanan standart EDTA solüsyonu hacmi (A) kaydedilmiştir (APHA, 1995).

$$\text{Toplam Sertlik (mg CaCO}_3\text{/L)} = \frac{A \times B \times 1000}{\text{örnek hacmi (mL)}}$$



Kalsiyum, EDTA titrimetrik metot kullanılarak tayin edilmiştir. Kalsiyum ve magnezyum içeren belirli bir hacimdeki filtrelenmiş örneğe, magnezyumu hidroksit bileşiği olarak çöktürmek için, pH 12-13 değerine yükseltmeye yeterli miktarda 1 N sodyum hidroksit ve bir spatula köşesi kadar sadece kalsiyumla kombine olabilen müreksit indikatörü eklenmiş, 0,01 M EDTA disodyum tuzu çözeltisi (1 mL/1 mg CaCO<sub>3</sub>, B) ile renk değişim noktasına kadar titre edilmiş ve tüketilen standart EDTA disodyum tuzu çözeltisi hacmi (A) kaydedilmiştir. Magnezyum, toplam sertlik ve kalsiyum arasındaki farktan hesaplanmıştır (APHA, 1995):

$$\begin{aligned} \text{Kalsiyum (mg Ca}^{+2}\text{/L)} &= \frac{A \times B \times 400,8}{\text{örnek hacmi (mL)}} \\ \text{Magnezyum (mg Mg}^{+2}\text{/L)} &= [\text{Toplam Sertlik (mg CaCO}_3\text{/L)} - \\ &\quad \text{Kalsiyum Sertliği (mg CaCO}_3\text{/L)}] \times 0,243 \end{aligned}$$

Amonyak, sülfat, çözülmüş reaktif fosfor (orto-fosfat), florür, bromür, klorür, lityum, nitrit, nitrat, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum analizleri ise Dionex ICS Model iyon kromatografi cihazı kullanılarak kromatografik metotla tayin edilmiştir (APHA, 1995). Yine toplam azot asitle ayrıştırma işleminin ardından askorbik asit metodu ile, toplam fosfor persülfat ayrıştırma işleminin ardından 2.6-dimetilfenol metodu ile Hach-Lange DR 6000 spektrofotometre cihazında tayin edilmiştir (ISO, 1986).

Klorofil- $\alpha$ , örneğin geçirildiği filtrelerin sulu alkali asetonla ekstraksiyonu ardından çift ışın yollu Helios- $\alpha$  model UV-Vis spektrofotometrede 750 ve 665 nm dalga boylarında absorbansı ölçülerek (Wetzel and Likens, 1991) ve monokromatik metotla hesaplanarak (Lorenzen, 1967) tayin edilmiştir. Bu amaçla 500 ml örnek 0,45  $\mu$ m gözenek açıklığına sahip nitroselüloz yapıda membran filtreden süzölmüş ve filtreler cam doku öğütücüde % 90 alkali aseton solüsyonuyla ekstrakte edilmiştir. Doku öğütücünün içeriği hacim çizgili ve kapaklı santrifüj tüpüne boşaltılmış, tüpler maksimum 3000-4000 rpm hızda 5 dakika santrifüj edilmiş, çökelek dağıtılmadan üst kısımda kalan süpernatant bir pipetle 5 cm ışın yoluna sahip bir küvete alınarak spektrofotometrede sırasıyla 750 nm (bulanıklık şahidi) ve 665 nm dalga boylarında absorbansları ölçölmüştür. Aynı küvete 1 N hidroklorik asit eklenerek asitlendirilmiş, 5 dakika beklenmiş ve tekrar aynı dalga boylarında absorbansları ölçölmüştür (Wetzel and Likens, 1991).

Klorofil- $\alpha$  aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Wetzel and Likens, 1991).

$$\text{Klorofil-}\alpha \text{ (}\mu\text{g/l)} = \frac{(k)(F)(E_{665o} - E_{665a})(v)}{(V)(Z)}$$

Burada;

$K$  = klorofil- $\alpha$  'nın absorpsiyon katsayısı, (11,0)

$F$  = absorbanstaki azalmayı eřitleme faktörü (2,43)

$E_{665o}$  = asidifikasyondan önce 665 nm dalga boyunda bulanıklığı dzeltilmif absorpsiyon

$$= A_{665o} - A_{750o}$$

$E_{665a}$  = asidifikasyondan önce 665 nm dalga boyunda bulanıklığı dzeltilmif absorpsiyon

$$= A_{665a} - A_{750a}$$

$V$  = ekstrakt hacmi (mL)

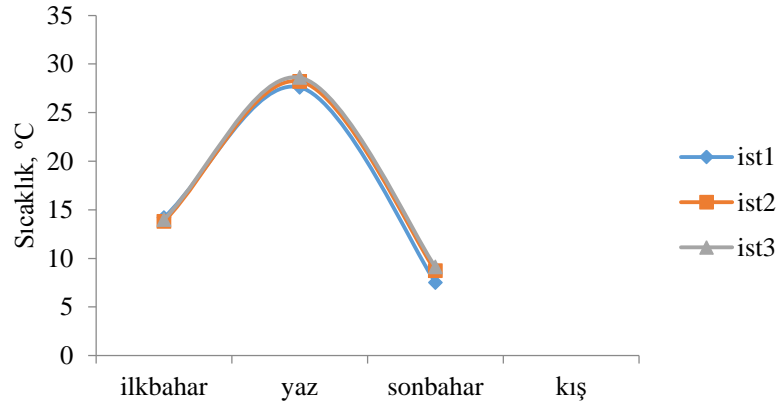
$V$  = filtre edilen örnek hacmi (L)

$Z$  = küvetin iřın yolu uzunluđu (cm)

### 3. BULGULAR

#### 3.1 Sıcaklık

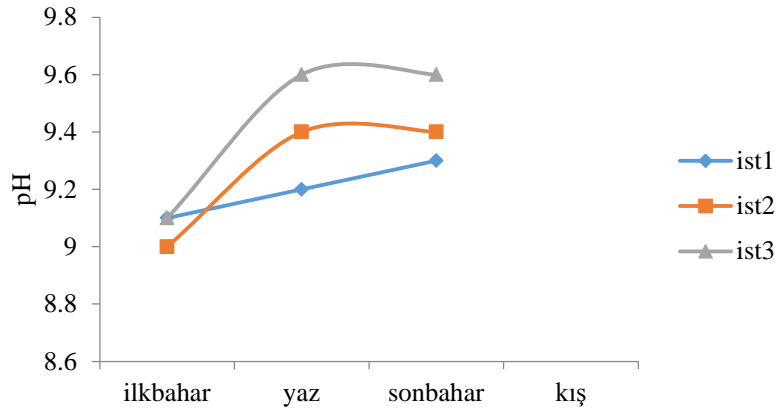
Su sıcaklığı suların biyolojik yapıları için oldukça önem arz etmektedir. Nazik Gölü'nün en düşük su sıcaklığı sonbahar mevsiminde I. örnekleme noktasında ölçülürken (7,5 °C), en yüksek sıcaklık yaz mevsiminde III. örnekleme noktasında (28,6 °C) ölçülmüştür. Gölün yıl boyu sıcaklık ortalaması 16,8 °C olarak tespit edilmiştir. Nazik Gölü'nün istasyonlara göre su sıcaklığı dağılımları Şekil 3.1 ve Tablo 3.1.'de verilmiştir. Orman ve Su İşleri Bakanlığının Resmi Gazetede yayınlanan Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde belirtilen “Kıta İçi Su Kaynakları” nın Sınıflandırılmasına göre Nazik Gölü su sıcaklığı bakımından I. sınıf su kalitesindedir (URL-2, 2015).



Şekil 3.1. Örnekleme noktalarında mevsimlere göre sıcaklık değişimi

#### 3.2. pH

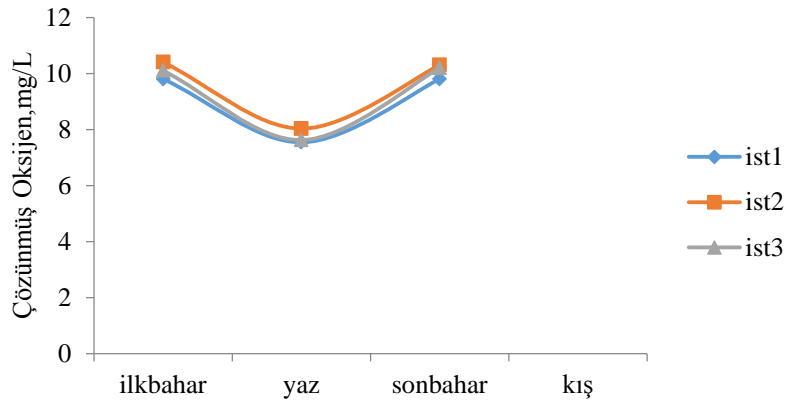
Nazik Gölü'nün mevsimlere göre pH değerleri minimum ilkbaharda II. örnekleme noktasında 9,0 olarak ölçülürken, maksimum pH değeri yaz mevsiminde III. örnekleme noktasında 9,6 olarak ölçülmüştür. Yıl boyu ortalama pH değeri 9,3 olarak tespit edilmiştir. Nazik Gölü'nün örnekleme yerlerine göre mevsimsel pH değerleri Şekil 3.2 ve Tablo 3.1. 'de gösterilmiştir. Kıta İçi Su Kalitesi yönetmeliği bakımından Nazik Gölü suyu IV. sınıf su kalitesindedir (URL-2, 2015).



Şekil 3.2. Örnekleme noktalarında mevsimlere göre pH değişimi

### 3.3. Çözünmüş Oksijen (mg O<sub>2</sub>/L)

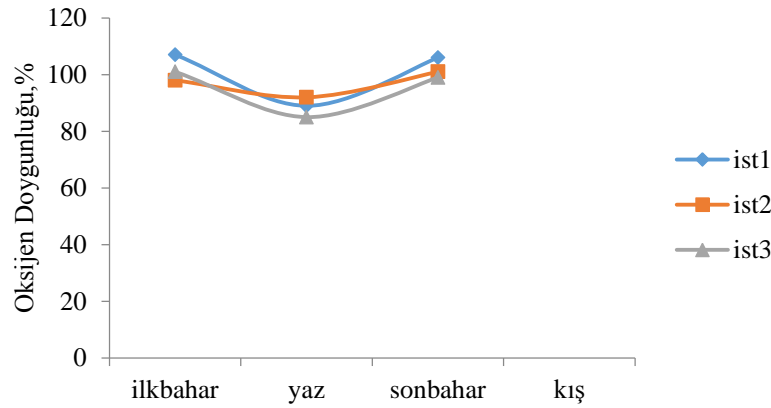
Nazik Gölü'nün çözünmüş oksijen miktarı en düşük yaz mevsiminde I. istasyonda 7,54 mg O<sub>2</sub>/L olarak tespit edilirken, en yüksek çözünmüş oksijen değeri ilkbahar mevsiminde II. örnekleme noktasında 10,4 mg O<sub>2</sub>/L olarak ölçülmüştür. Yıl boyu ortalama çözünmüş oksijen miktarı 9,31 mg O<sub>2</sub>/L olarak tespit edilmiştir. Gölün Çözünmüş oksijen miktarı Şekil 3.3 ve Tablo 3.1.'de gösterilmiştir. Şekil 3.3 ve Tablo 3.1. incelendiğinde yaz mevsiminde çözünmüş oksijen miktarı azalırken ilkbahar ve sonbaharda bu miktar artmıştır. Su içerisindeki çözünmüş oksijenin miktarı su sıcaklığı ile ters orantılı olarak değişmektedir. Nazik Gölü Kıta İçi Su Kalitesi standartlarına göre çözünmüş oksijen bakımından I. sınıf su kalitesinde olan bir göldür.



Şekil 3.3. Örnekleme noktalarında mevsimlere göre çözünmüş oksijen değişimi (mg/L)

### 3.4. Oksijen Doygunluğu (%)

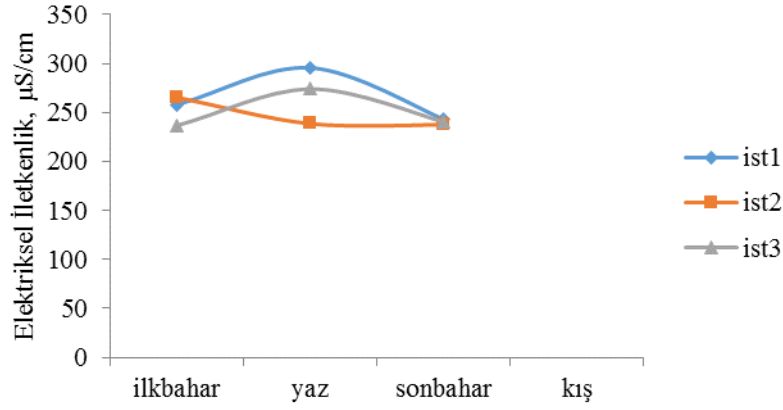
Nazik Gölü'nde oksijen doygunluğu en düşük olarak yaz mevsiminde III. istasyonda % 85 olarak ölçülürken, en yüksek değer % 107 olarak ilkbahar mevsiminde I. istasyonda tespit edilmiştir. Yıl boyu ortalama oksijen doygunluğu % 97,5 olarak tespit edilmiştir. Nazik Gölü oksijen doygunluk oranları mevsimsel olarak istasyonlara göre Şekil 3.4 ve Tablo 3.1' de verilmiştir. Kıta İçi Su Kalitesi standartlarına göre oksijen doygunluğu % 90'dan büyük olduğu için 1. sınıf su kalitesinde olan bir göldür.



Şekil 3.4. Örnekleme noktalarında mevsimlere göre oksijen doygunluğu (%) değişimi

### 3.5. Elektriksel iletkenlik ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

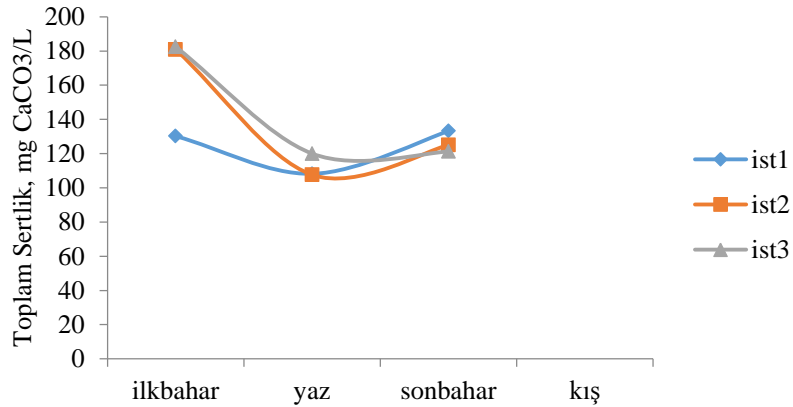
Nazik Gölü sularında tespit edilen en düşük elektriksel iletkenlik değeri ilkbahar mevsiminde III. istasyonda  $236 \mu\text{S}/\text{cm}$  olarak ölçülürken, en yüksek değer yaz mevsiminde I. istasyonda  $296 \mu\text{S}/\text{cm}$  olarak ölçülmüştür. Yıl boyu ortalama elektriksel iletkenlik  $254,3 \mu\text{S}/\text{cm}$  olarak belirlenmiştir. Gölün elektriksel iletkenlik değerleri Şekil 3.5 ve Tablo 3.1.'de gösterilmiştir. Şekil 3.5 ve Tablo 3.1 incelendiğinde Nazik Gölü suyunun elektriksel iletkenlik ortalaması Kıta İçi Su Kalitesi Yönetmeliğinde belirtilen sınırlar içerisinde ( $< 400 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) olduğu için birinci sınıf su kalitesindedir.



Şekil 3.5. Örnekleme noktalarında mevsimlere göre elektriksel iletkenlik ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) değişimi

### 3.6. Toplam Sertlik (mg/L)

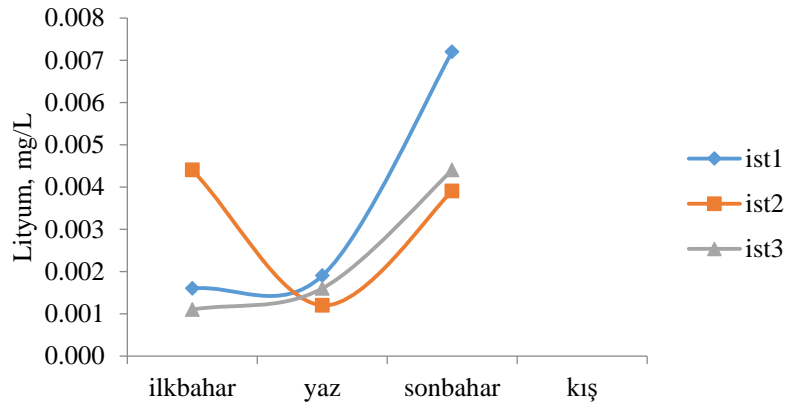
Nazik Gölü sularında tespit edilen en düşük toplam sertlik değerleri yaz mevsiminde I. ve II. istasyonlarda  $108 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$  olarak belirlenirken, en yüksek toplam sertlik değeri ilkbahar mevsiminde III. istasyonda  $182 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$  olarak ölçülmüştür. Yıl boyu ortalama toplam sertlik değeri  $134,28 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$  olarak belirlenmiştir. Nazik Gölü'nün toplam sertlik değerleri mevsimsel olarak istasyonlara göre Şekil 3.6 ve Tablo 3.1' de verilmiştir. Dünya sağlık teşkilatı (WHO) tarafından  $\text{CaCO}_3$  göre yapılan sınıflandırmada Nazik Gölü orta sertlik sınıfında yer alan sulara sahiptir.



Şekil 3.6. Örnekleme noktalarında mevsimlere göre toplam sertlik ( $\text{mg CaCO}_3/\text{L}$ ) değişimi

### 3.7. Lityum (mg/L)

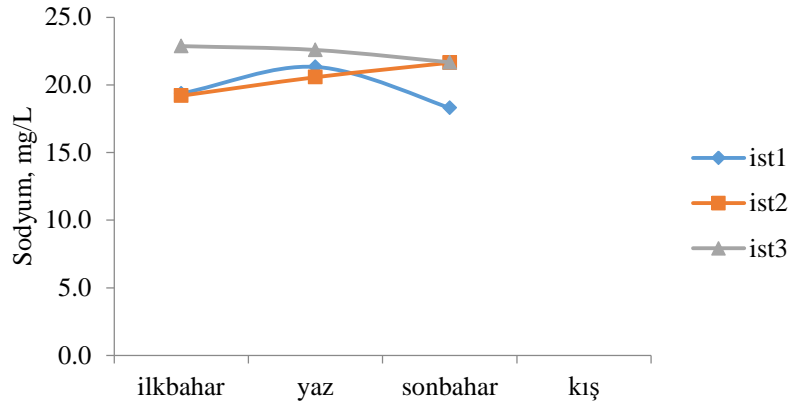
Nazik Gölü sularında tespit edilen en düşük lityum değeri yaz mevsiminde II. istasyonda ilkbaharda da III. istasyonda 0,001 mg Li<sup>+</sup>/L olarak tespit edilirken en yüksek değer sonbahar mevsiminde I. istasyonda 0,007 mg Li<sup>+</sup>/L olarak ölçülmüştür. Yıl boyu ortalama lityum değeri 0,003 olarak belirlenmiştir. Nazik Gölü'nün mevsimsel olarak istasyonlara göre lityum değerleri Şekil 3.7 ve Tablo 3.1.' de gösterilmiştir. Nazik Gölü'nde tespit edilen lityum iyonlarına ait konsantrasyonlar çok düşük seviyelerde bulunmuştur.



Şekil 3.7. Örnekleme noktalarında mevsimlere göre lityum (mg Li<sup>+</sup>/L) değişimi

### 3.8. Sodyum (mg/L)

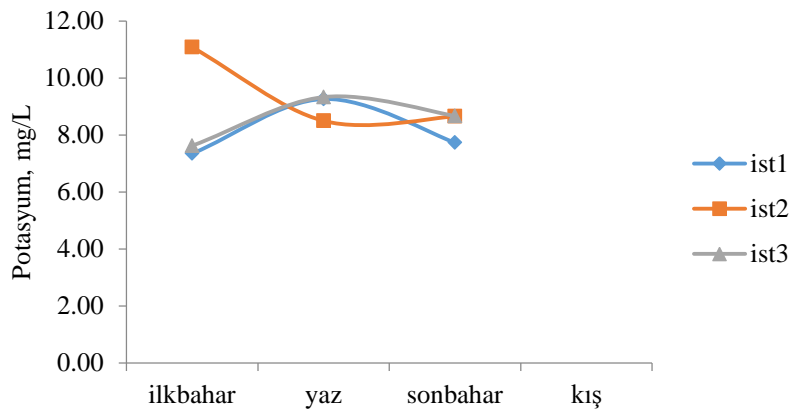
Nazik Gölü'nde ölçülen en düşük sodyum değeri sonbaharda I. istasyonda 18,3 mg Na<sup>+</sup>/L olarak ölçülürken, en yüksek değer ilkbaharda III. istasyonda 22,9 mg Na<sup>+</sup>/L olarak tespit edilmiştir. Yıl boyunca ortalama sodyum değeri 20,8 olarak belirlenmiştir. Nazik Gölü'nün mevsimsel olarak istasyonlara göre sodyum değerleri Şekil 3.8 ve Tablo 3.1.' de verilmiştir. Nazik Gölü'nde tespit edilen sodyum miktarı yasalar ile belirlenen içme ve kullanma suları için belirlenen hükümler içerisinde yer almaktadır. Kıtaçi su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre Nazik Gölü ihtiva ettiği sodyum miktarı bakımından I. sınıf su kalitesine sahiptir.



Şekil 3.8. Örnekleme noktalarında mevsimlere göre sodyum (mg Na<sup>+</sup>/L) değişimi

### 3.9. Potasyum (mg/L)

Nazik Gölü'nde tespit edilen potasyum miktarlarında mevsimsel olarak bir değişiklik görülmemiştir. Hem en düşük değer hem de en yüksek değerler ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir. Ölçümlerin en düşük değeri I. istasyonda 7,35 mg K<sup>+</sup>/L olarak ölçülürken en yüksek değeri II. istasyonda 11,08 mg K<sup>+</sup>/L' olarak ölçülmüştür. Yıl boyu ortalama potasyum değeri 8,6 K<sup>+</sup>/L olarak tespit edilmiştir. Nazik Gölü'nün mevsimsel olarak istasyonlara göre potasyum değerleri Şekil 3.9 ve Tablo 3.1' de verilmiştir. Nazik Gölü'nde tespit edilen potasyum miktarı içme ve kullanma suları için yasalar ile belirlenen hükümler içerisinde yer almaktadır.

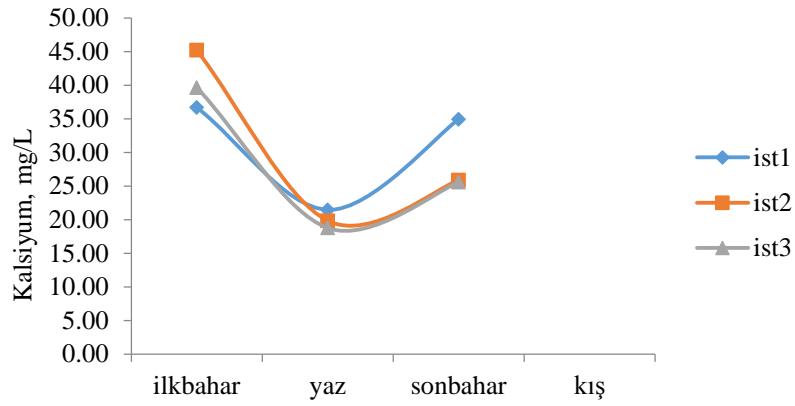


Şekil 3.9. Örnekleme noktalarında mevsimlere göre potasyum (mg K<sup>+</sup>/L) değişimi



### 3.10. Kalsiyum (mg/L)

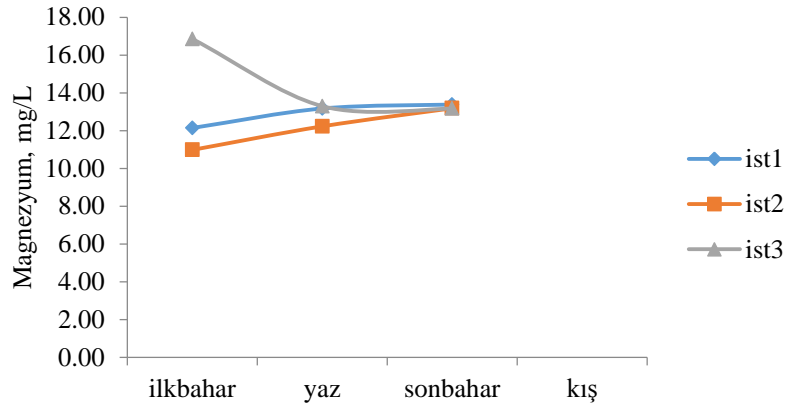
Nazik Gölü'nde ölçülen en düşük kalsiyum değeri yaz mevsiminde III. istasyonda 18,75 mg Ca<sup>+2</sup>/L olarak ölçülürken en yüksek değer ilkbaharda II. istasyonda 45,17 mg Ca<sup>+2</sup>/L olarak ölçülmüştür. Nazik Gölü'nün yıl boyu ortalama kalsiyum değeri 29,7 mg Ca<sup>+2</sup>/L olarak tespit edilmiştir. Nazik Gölü'nün mevsimsel olarak istasyonlara göre kalsiyum değerleri Şekil 3.10 ve Tablo 3.1.' de verilmiştir. Buna göre Nazik Gölü'nün “Az Sert Su” sınıfında olduğunu söyleyebiliriz.



Şekil 3.10. Örnekleme noktalarında mevsimlere göre kalsiyum (mg Ca<sup>+2</sup>/L) değişimi

### 3.11. Magnezyum (mg/L)

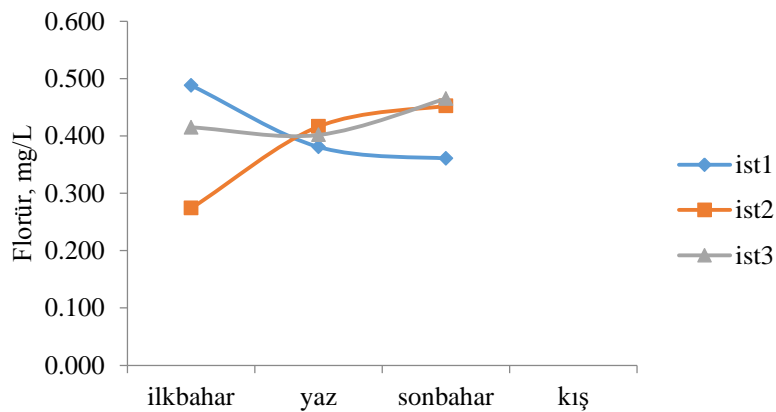
Nazik Gölü'nde tespit edilen en düşük ve en yüksek magnezyum miktarları ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir. En düşük değer II. istasyonda 10,98 mg Mg<sup>+2</sup>/L olarak tespit edilirken, en yüksek değer III. istasyonda 16,85 mg Mg<sup>+2</sup>/L olarak ölçülmüştür. Yıl boyu ortalama magnezyum değeri 13,1'dir. Nazik Gölü'nün mevsimsel olarak istasyonlara göre magnezyum değerleri Şekil 3.11 ve Tablo 3.1.' de verilmiştir.



Şekil 3.11. Örnekleme noktalarında mevsimlere göre magnezyum ( $\text{mg Mg}^{+2}/\text{L}$ ) değişimi

### 3.12. Florür ( $\text{mg/L}$ )

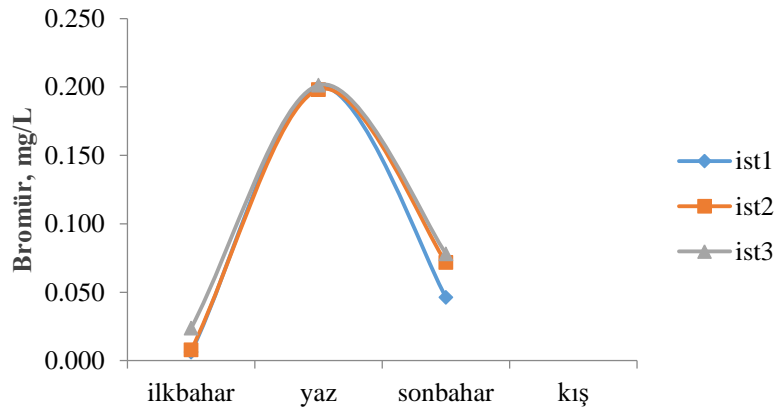
Nazik Gölü'nde sularında en düşük florür değeri ilkbahar mevsiminde II. istasyonda  $0,274 \text{ mg F}^{-1}/\text{L}$  olarak ölçülmüştür. En yüksek değer ise yine ilkbahar mevsiminde I. istasyonda  $0,488 \text{ mg F}^{-1}/\text{L}$  olarak ölçülmüştür. Yıl boyu ortalama florür değeri  $0,405 \text{ F}^{-1}/\text{L}$  olarak belirlenmiştir. Nazik Gölü'nün mevsimsel olarak istasyonlara göre florür değerleri Şekil 3.12 ve Tablo 3.1.' de verilmiştir. Kıtaiçi su kaynaklarının sınıflandırılmasına ve 17.02.2005 tarihli Resmi Gazetede (Sayısı: 25730) yayınlanan insani tüketim amaçlı sular hakkındaki standartlara göre Nazik Gölü ihtiva ettiği florür miktarı bakımından I. sınıf su kalitesine sahiptir (URL-3, 2005).



Şekil 3.12. Örnekleme noktalarında mevsimlere göre florür ( $\text{mg F}^{-1}/\text{L}$ ) değişimi

### 3.13. Bromür (mg/L)

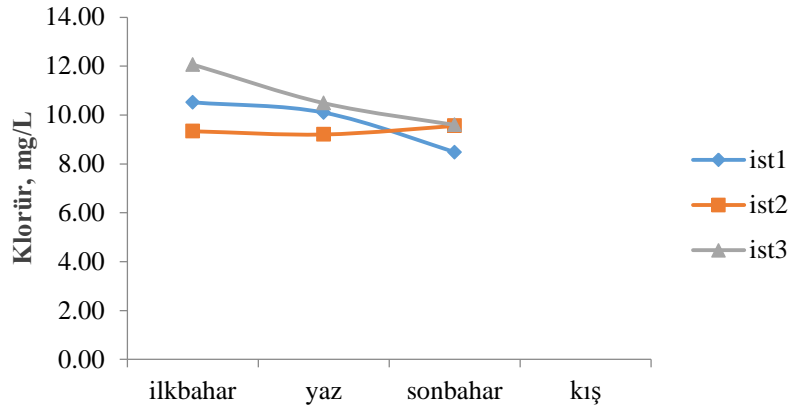
Nazik Gölü'nde elde edilen en düşük bromür değeri ilkbahar mevsiminde I. istasyonda 0,006 mg Br<sup>-1</sup>/L olarak tespit edilmiştir. En yüksek değer ise yaz mevsiminde III. istasyonda 0,201 mg Br<sup>-1</sup>/L olarak ölçülmüştür. Nazik Gölü'nün yıl boyu ortalama bromür miktarı 0,093 mg Br<sup>-1</sup>/L olarak belirlenmiştir. Nazik Gölü'nün mevsimsel olarak istasyonlara göre bromür değerleri Şekil 3.13 ve Tablo 3.1' de verilmiştir. Nazik Gölü'nde tespit edilen bromür iyonlarına ait konsantrasyonlar çok düşük seviyelerde bulunmuştur.



Şekil 3.13.Örnekleme noktalarında mevsimlere göre bromür (mg Br<sup>-1</sup>/L) değişimi

### 3.14. Klorür (mg/L)

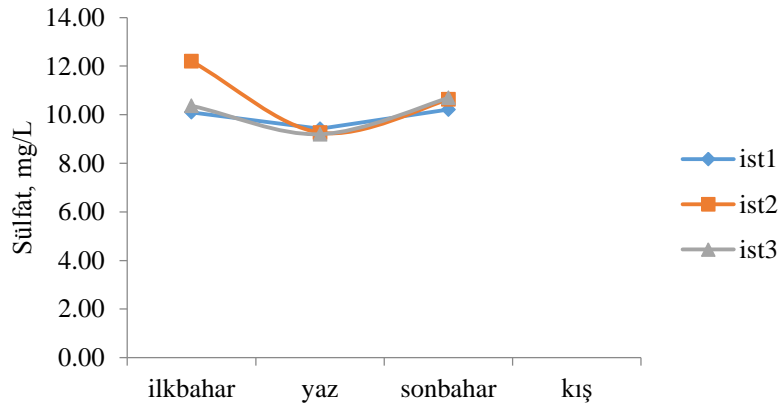
Nazik Gölü'nde en düşük klorür miktarı sonbahar mevsiminde I. istasyonda 8.48 mg Cl<sup>-</sup>/L olarak tespit edilirken, en yüksek değer ilkbahar mevsiminde III. istasyonda 12,06 mg Cl<sup>-</sup>/L olarak ölçülmüştür. Nazik Gölü'nün yıl boyu ortalama klorür miktarı 9,92 mg Cl<sup>-</sup>/L olarak belirlenmiştir. Nazik Gölü'nün mevsimsel olarak istasyonlara göre klorür değerleri Şekil 3.14 ve Tablo 3.1.' de verilmiştir. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde belirtilen, Kıtaçi su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre Nazik Gölü ihtiva ettiği serbest klor miktarı bakımından I. sınıf su kalitesine sahiptir.



Şekil 3.14. Örnekleme noktalarında mevsimlere göre klorür (mg Cl/L) değişimi

### 3.15. Sülfat (mg/L)

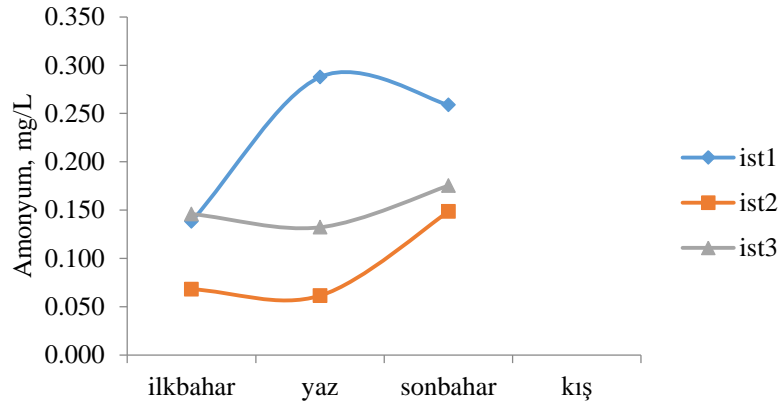
Nazik Gölü'nde en düşük sülfat değeri yaz mevsiminde III. istasyonda 9,20 mg  $\text{SO}_4^{-2}/\text{L}$  olarak ölçülürken, en yüksek değer ilkbaharda II. istasyonda 12,20 mg  $\text{SO}_4^{-2}/\text{L}$  olarak ölçülmüştür. Nazik Gölü'nde yıl boyu ortalama sülfat değeri 10,22 mg  $\text{SO}_4^{-2}/\text{L}$  olarak belirlenmiştir. Nazik Gölü'nün mevsimsel olarak istasyonlara göre sülfat değerleri Şekil 3.15 ve Tablo 3.1.' de verilmiştir. Kıtaiçi su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre Nazik Gölü ihtiva ettiği sülfat miktarı (mg  $\text{SO}_4^{-2}/\text{L}$  ) bakımından I. sınıf su kalitesine sahiptir.



Şekil 3.15. Örnekleme noktalarında mevsimlere göre sülfat (mg  $\text{SO}_4^{-2}/\text{L}$ ) değişimi

### 3.16. Amonyum (mg/L)

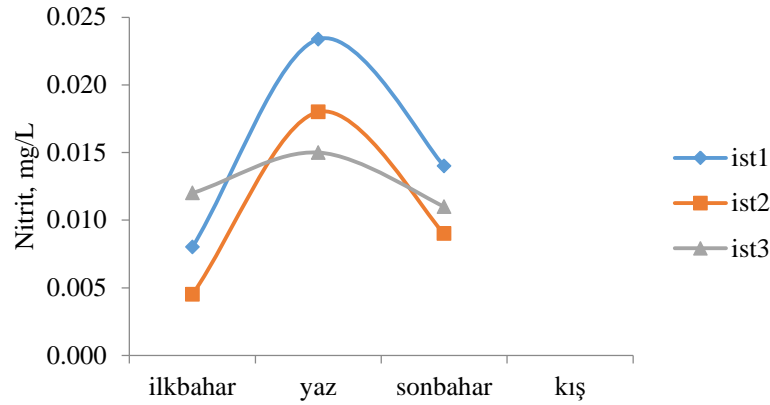
Nazik Gölü'nde amonyumun en düşük değeri yaz mevsiminde II. istasyonda 0,061 mg NH<sub>3</sub>-N/L olarak ölçülmüş ve en yüksek değer yine yaz mevsiminde I. istasyonda 0,288 mg NH<sub>3</sub>-N/L olarak bulunmuştur. Nazik Gölü'nde yıl boyu ortalama amonyum 0,157 mg NH<sub>3</sub>-N/L olarak tespit edilmiştir. Kıtaçi su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre Nazik Gölü'nün ihtiva ettiği amonyum miktarı ortalama olarak 0,2 mg NH<sub>4</sub> +-N/L'den az olduğu için I. sınıf su kalitesine sahip olduğunu söyleyebiliriz. Nazik Gölü'nün mevsimsel olarak istasyonlara göre amonyum değerleri Şekil 3.16 ve Tablo 3.1.' de gösterilmiştir.



Şekil 3.16. Örnekleme noktalarında mevsimlere göre amonyum (mg NH<sub>3</sub>-N/L) değişimi

### 3.17. Nitrit (mg/L)

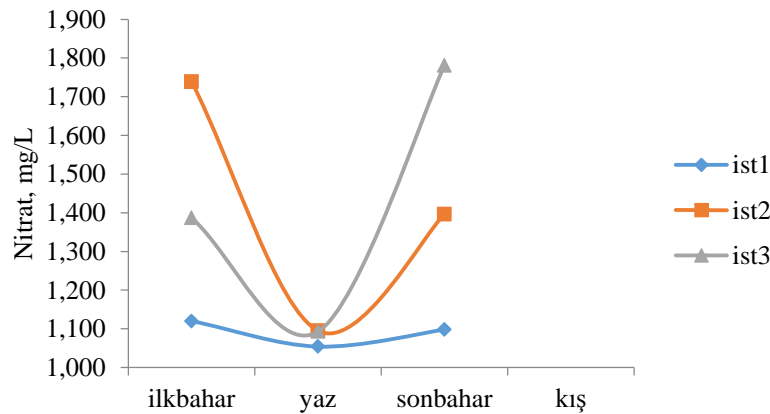
Nazik Gölü'nde tespit edilen en düşük nitrit miktarı ilkbahar mevsiminde II. istasyonda 0,005 mg NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N/L olarak belirlenmiştir. En yüksek miktar ise yaz mevsiminde I. istasyonda 0,023 mg NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N/L olarak tespit edilmiştir. Gölün yıl boyu ortalama nitrit miktarı 0,012 mg NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N/L olarak belirlenmiştir. Nazik Gölü'nün mevsimsel olarak istasyonlara göre nitrit değerleri Şekil 3.17 ve Tablo 3.1.' de verilmiştir. Şekil ve tablo incelendiğinde bütün istasyonlarda tespit edilen nitrit miktarı yaz mevsiminde yüksek çıkmıştır. Kıtaçi su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre Nazik Gölü ihtiva ettiği nitrit miktarı 0,012 civarında olduğu için II. sınıf su kalitesindedir.



Şekil 3.17. Örnekleme noktalarında mevsimlere göre nitrit ( $\text{mg NO}_2^- \text{-N/L}$ ) değişimi

### 3.18. Nitrat (mg/L)

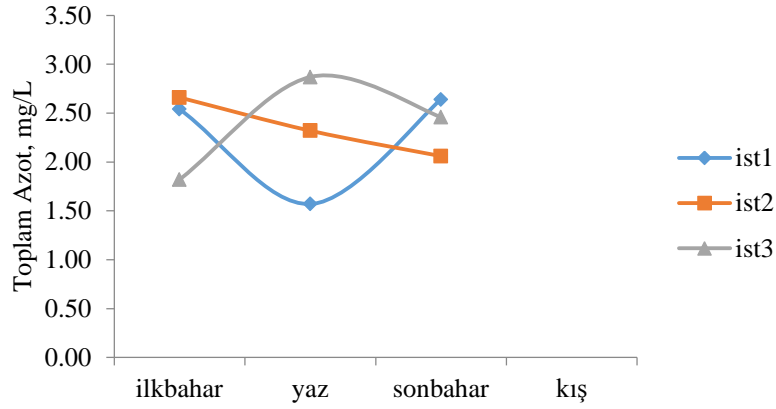
Nazik Gölü'nde en düşük nitrat miktarı yaz mevsiminde I. istasyonda 1,054 mg  $\text{NO}_3^- \text{-N/L}$  olarak tespit edilirken, en yüksek değer sonbahar mevsiminde III. istasyonda 1,781 mg  $\text{NO}_3^- \text{-N/L}$  olarak ölçülmüştür. Göl suyunda tespit edilen yıl boyu ortalama nitrat değeri 1,307  $\text{NO}_3^- \text{-N/L}$  olarak belirlenmiştir. Nazik Gölü'nün mevsimsel olarak istasyonlara göre nitrat değerleri Şekil 3.18 ve Tablo 3.1' de verilmiştir. Şekil ve tablo incelendiğinde bütün istasyonlarda tespit edilen nitrit miktarı yaz mevsiminde düşük çıkarken diğer mevsimlerde bir artış görülmüştür. Kıtaçi su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre Nazik Gölü ihtiva ettiği nitrat miktarı bakımından I. sınıf su kalitesindedir.



Şekil 3.18. Örnekleme noktalarında mevsimlere göre nitrat ( $\text{mg NO}_3^- \text{-N/L}$ ) değişimi

### 3.19. Toplam Azot (mg/L)

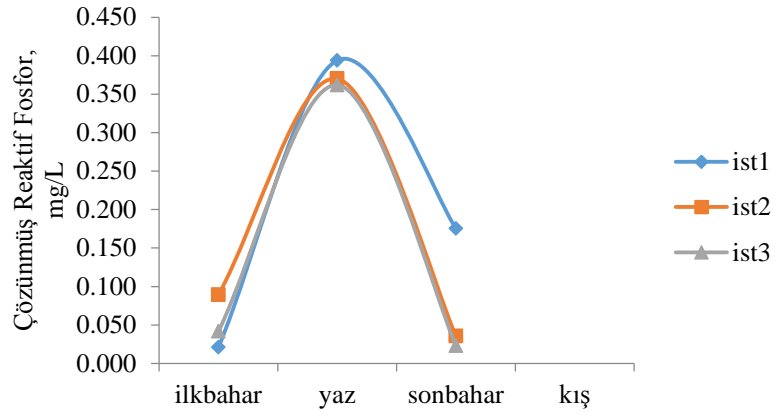
Nazik Gölü'nde en düşük toplam azot miktarı yaz mevsiminde I. istasyonda 1,57 mg N/L olarak tespit edilmiştir. En yüksek toplam azot miktarı ise yaz mevsiminde III. istasyonda 2,87 mg N/L olarak ölçülmüştür. Gölün yıl boyu ortalama toplam azot değeri 2,33 mg N/L olarak tespit edilmiştir. Nazik Gölü'nün mevsimsel olarak istasyonlara göre toplam azot değerleri Şekil 3.19 ve Tablo 3.1.' de verilmiştir. Nazik Gölü, ihtiva ettiği toplam azot miktarı bakımından kıta içi su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre göller, göletler, bataklıklar ve baraj haznelerinin ihtiva ettiği ötrofikasyon kontrol sınırları içerisinde yer almaktadır.



Şekil 3.19. Örnekleme noktalarında mevsimlere göre toplam azot (mg N/L) değişimi

### 3.20. Çözünmüş Reaktif Fosfor (mg/L)

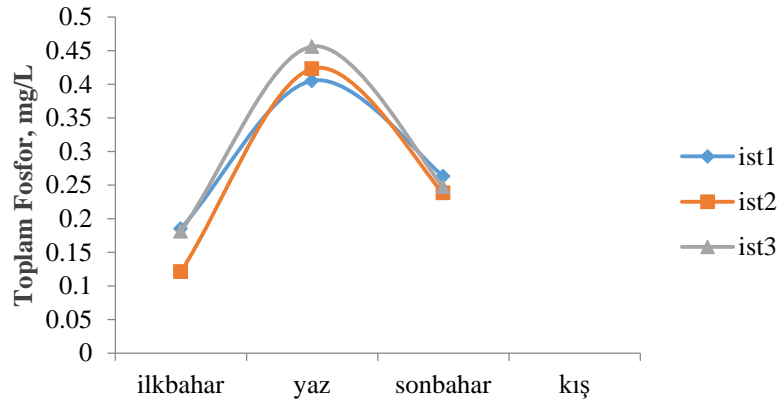
Nazik Gölü'nde tespit edilen en düşük reaktif fosfor miktarı ilkbaharda I. istasyonda 0,021 mg PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>-P/L olarak bulunmuştur. En yüksek değer ise yaz mevsiminde I. istasyonda 0,394 mg PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>-P/L olarak belirlenmiştir. Gölün yıl boyu ortalama çözünmüş reaktif fosfor miktarı 0,168 mg PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>-P/L olarak belirlenmiştir. Hidroliz veya parçalama ön işlemine tabii tutulmamış fosfatların kolorimetrik analizi sonucu tespit edilen reaktif fosfor Nazik Gölü'nde bütün istasyonlarda yaz mevsiminde maksimum düzeyde tespit edilmiştir. Gölün mevsimsel olarak istasyonlara göre çözünmüş reaktif fosfor değerleri Şekil 3.20 ve Tablo 3.1.' de gösterilmiştir.



Şekil 3.20. Örnekleme noktalarında mevsimlere göre ortofosfat ( $\text{mg PO}_4^{-3}\text{-P/L}$ ) değişimi

### 3.21. Toplam Fosfor (mg/L)

Nazik Gölü'nde tespit edilen en düşük toplam fosfor miktarı ilkbahar mevsiminde II. istasyonda 0,121 mg P/L tespit edilirken, en yüksek toplam fosfor miktarı yaz mevsiminde III. istasyonda 0,456 mg P/L olarak ölçülmüştür. Gölün yıl boyu ortalama toplam fosfor değeri 0,279 P/L olarak belirlenmiştir. Nazik Gölü, ihtiva ettiği toplam fosfor miktarı bakımından kıta içi su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre III. sınıf su kalitesindedir. Nazik Gölü'nün mevsimsel olarak istasyonlara göre toplam fosfor değerleri Şekil 3.21 ve Tablo 3.1.'de gösterilmiştir.

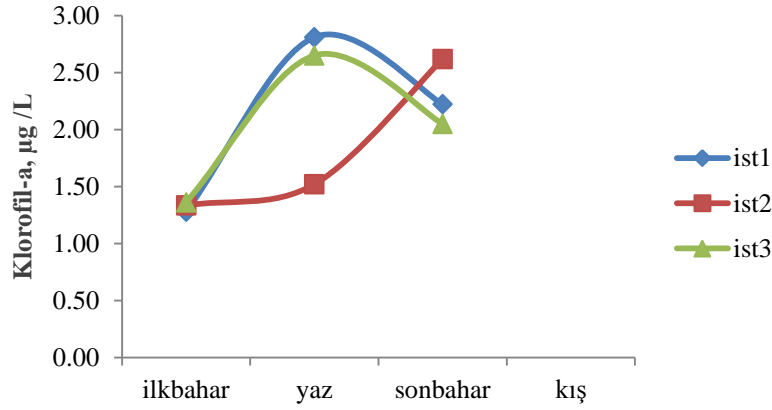


Şekil 3.21. Örnekleme noktalarında mevsimlere göre toplam fosfor (mg P/L) değişimi



### 3.22. Klorofil-*a* (µg/L)

Nazik Gölü'nde tespit edilen en düşük klorofil-*a* değeri ilkbahar mevsiminde I. istasyonda 1,28 µg/L olarak tespit edilirken, en yüksek değer yaz mevsiminde I. istasyonda 2,81µg/L olarak ölçülmüştür. Yıl boyu ortalama klorofil-*a* değeri 1,98 µg/L olarak belirlenmiştir. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde belirtilen göl, gölet ve baraj göllerinde trofik sınıflandırma sistemine göre oligotrofik göl sınıfında yer almaktadır. Nazik Gölü'nün mevsimsel olarak istasyonlara göre klorofil-*a* değerleri Şekil 3.22 ve Tablo 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.22. Örnekleme noktalarında mevsimlere göre klorofil-*a* değişimi

Tablo 3.1. Nazik Gölü'nün Fiziko-kimyasal özelliklerinin istasyonlara göre mevsimsel dağılımı

Parametreler	1. İstasyon			2. İstasyon			3. İstasyon		
	Min	Max	Ortalama	Min	Max	Ortalama	Min	Max	Ortalama
Su Sıcaklığı(°C)	7,5	27,6	16,4	8,7	28,2	16,9	9,1	28,6	17,2
pH	9,1	9,3	9,2	9	9,4	9,2	9,1	9,6	9,4
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	7,54	10,4	9,05	8,03	10,4	9,58	7,62	10,2	9,30
Oksijen doygunluğu (%)	89	107	100,67	92	101	97	85	101	95
Elektriksel İletkenlik(µ/cm)	243	296	265,67	238	265	247,33	236	274	250
Toplam sertlik	108	133	123,67	108	181	138	120	182	141
Lityum	0,002	0,007	0,004	0,001	0,004	0,003	0,001	0,004	0,002
Sodyum mg/L	18,3	21,3	19,3	19,2	21,6	20,4	21,7	22,9	22,4
Potasyum	7,35	9,26	8,11	8,50	11,08	9,41	7,63	9,33	8,54
Kalsiyum	21,46	36,67	31,02	19,83	45,17	30,28	18,75	39,62	27,98
Magnezyum	12,14	13,38	12,90	10,98	13,18	12,13	13,17	16,85	14,44
Florür	0,361	0,488	0,41	0,274	0,452	0,38	0,402	0,465	0,43
Bromür	0,006	0,200	0,084	0,008	0,198	0,092	0,024	0,201	0,101
Klorür	8,48	10,52	9,7	9,20	9,56	9,37	9,60	12,06	10,72
Sülfat	9,42	10,21	9,91	9,26	12,20	10,70	9,20	10,69	10,09
Amonyum	0,138	0,288	0,228	0,061	0,148	0,092	0,132	0,175	0,151
Nitrit	0,008	0,023	0,015	0,005	0,018	0,010	0,011	0,015	0,012
Nitrat	1,054	1,120	1,09	1,095	1,739	1,41	1,093	1,781	1,42
Toplam azot	1,57	2,64	2,25	2,06	2,66	2,35	1,82	2,87	2,38
Çözünmüş reaktif fosfor	0,021	0,394	0,197	0,036	0,370	0,165	0,023	0,362	0,142
Toplam fosfor	0,185	0,405	0,284	0,121	0,423	0,260	0,181	0,456	0,295
Klorofil- <i>a</i>	1,28	2,81	2,10	1,33	2,62	1,82	1,36	2,65	2,02

#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Nazik Gölü'nde yapılan bu araştırmada mevsimsel olarak ölçülen su kalitesi parametreleri tablo ve grafikler ile ifade edilmiştir. Nazik Gölü'nde sıcaklık minimum 7,5 °C, maksimum 28,6 °C ve ortalama 16,8 °C olarak ölçülmüştür. pH minimum 9,0, maksimum 9,6 olarak ölçülürken, ortalama pH değeri 9,3 olarak tespit edilmiştir. Çözünmüş oksijen değeri minimum 7,54 mg O<sub>2</sub>/L ölçülürken, maksimum konsantrasyon 10,4 mg O<sub>2</sub>/L ve ortalama konsantrasyon 9,31 mg O<sub>2</sub>/L olarak hesaplanmıştır. Oksijen doygunluğu (%) minimum 85, maksimum 107 ve ortalama 97,5 değerlerinde saptanmıştır. Elektriksel iletkenlik değeri minimum 236 µS/cm, maksimum 296 µS/cm ve ortalama 254,3 µS/cm olarak ölçülmüştür. Toplam sertlik konsantrasyonu minimum 108 mg CaCO<sub>3</sub>/L olurken, maksimum 182 mg CaCO<sub>3</sub>/L ve ölçümlerin ortalaması 134,28 mg CaCO<sub>3</sub>/L olarak elde edilmiştir. Lityum minimum 0,001 mg Li<sup>+</sup>/L, maksimum 0,007 mg Li<sup>+</sup>/L ve ortalama 0,003 mg Li<sup>+</sup>/L'dir. Sodyum anyonu minimum 18,3 mg Na<sup>+</sup>/L olarak bulunurken, maksimum konsantrasyon 22,9 mg Na<sup>+</sup>/L ve ortalama 20,8 mg Na<sup>+</sup>/L bulunmuştur. Yapılan çalışmada potasyum konsantrasyonu minimum 7,35 mg K<sup>+</sup>/L, maksimum 11,08 mg K<sup>+</sup>/L elde edilirken ortalama konsantrasyon 8,6 mg K<sup>+</sup>/L hesaplanmıştır. Kalsiyum ölçümlerinin minimum değeri 18,75 mg Ca<sup>2+</sup>/L, maksimum 45,17 mg Ca<sup>2+</sup>/L ve ortalama değer 29,7 mg Ca<sup>2+</sup>/L bulunmuştur. Magnezyum minimum 10,98 mg Mg<sup>2+</sup>/L, maksimum 16,85 mg Mg<sup>2+</sup>/L ve ortalama 13,1 mg Mg<sup>2+</sup>/L'dir. Nazik gölünde yürütülen çalışmada florür konsantrasyonunun minimum ölçümü 0,274 mg F<sup>-1</sup>/L, maksimum ölçüm 0,488 mg F<sup>-1</sup>/L ve ortalama konsantrasyon 0,405 mg F<sup>-1</sup>/L bulunmuştur. Bromürün minimum ölçümü 0,006 mg Br<sup>-1</sup>/L olurken maksimum 0,093 mg Br<sup>-1</sup>/L ve ortalama değer 0,092 mg Br<sup>-1</sup>/L bulunmuştur. Klorür minimum 8,48 mg Cl<sup>-1</sup>/L, maksimum 12,06 mg Cl<sup>-1</sup>/L ve ortalama 9,92 mg Cl<sup>-1</sup>/L hesaplanmıştır. Nazik Gölü'nün sülfat konsantrasyonu incelenmiş ve minimum değer 9,20 mg SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>/L olurken maksimum 12,20 mg SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>/L bulunmuştur. Ortalama sülfat konsantrasyonu 10,22 mg SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>/L hesaplanmıştır. Amonyum miktarının minimum ölçümü 0,061 mg NH<sub>3</sub>-N/L olurken maksimum değer 0,288 mg NH<sub>3</sub>-N/L ve ortalama konsantrasyon 0,157 mg NH<sub>3</sub>-N/L elde edilmiştir. En önemli kimyasal parametrelerden olan nitrit konsantrasyonunun minimum 0,005 mg NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N/L olduğu görülürken maksimum değer 0,023 mg NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N/L tespit edilmiş ve ortalama nitrit konsantrasyonu 0,012 mg NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N/L hesaplanmıştır. Nitrat

ölçümlerinin minimum 1,054 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N/L ve maksimum 1,781 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N/L olduğu konsantrasyonun ortalaması 1,307 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N/L olarak bulunmuştur. Toplam azot konsantrasyonunun minimum 1,57 mg N/L, maksimum 2,87 mg N/L olarak bulunduğu ölçümlerin ortalaması 2,33 mg N/L bulunmuştur. Yapılan çalışmada çözünmüş reaktif fosfor minimum 0,021mg PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>-P/L bulunurken maksimum 0,394 mg PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>-P/L bulunmuş ve ortalama konsantrasyon 0,168 mg PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>-P/L hesaplanmıştır. Nazik Gölü'nde fosfor ölçümlerinin minimum konsantrasyonu 0,121 mg P/L, maksimum konsantrasyon 0,456 mg P/L ve ortalama 0,279 mg P/L ölçülmüştür. Klorofil-*a* ölçümlerinin minimum konsantrasyonu 1,28 µg/L, maksimum 2,81 µg/L ve ortalama konsantrasyon 1,98 µg/L bulunmuştur. Bu değerler "Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği"nde belirtilen göl, gölet ve baraj göllerinde trofik sınıflandırma sistemine göre oligotrofik göl sınıfında yer almaktadır.

Tablo 3.1.' de görüldüğü gibi Nazik Gölü'nde sıcaklık yıl boyu 7,5 – 28,6 °C arasında değişmiştir. Nazik Gölü ortalama su sıcaklık değerlerine (16,8 °C) göre değerlendirildiğinde Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğine göre I. sınıf, yani yüksek kaliteli su sınıfına girmektedir (URL-2). Sıcaklık suyun viskozitesini, yoğunluğunu ve su içindeki gazların eriyebilirliğini değiştirdiği için su içinde yaşayan canlılar için çok önemlidir. Aynı zamanda sıcaklık canlıların sindirim ve besin tüketimlerini etkilediği gibi canlıların su içindeki dağılımlarını da etkilemektedir. Şen (2001), Nazik Gölü'nde yaptığı bir çalışmada su sıcaklığını 24,5 °C olarak bildirmiştir. Bu değer yaptığımız çalışma sonucunda elde edilen bulgularla bir uyum içerisindedir. Su sıcaklığı, hava sıcaklığına bağlı olarak değişim göstermekte olup; baraj gölü yüzey sularında ölçülen su sıcaklığı homojenlik göstermektedir (Şekil 3.1). Sucul yaşam için çok önemli bir parametre olan sıcaklık suyun viskozitesini ve yoğunluğunu değiştirmekte, gazların eriyebilirliğini ve ortamda meydana gelen biyokimyasal reaksiyonların hızını etkilemektedir. Sıcaklık suda yaşayan organizmaların yaşam koşullarını etkileyerek fizyolojilerini değiştirir. Ayrıca sıcaklığın organizmaların solunum, besin tüketimi, sindirim, özümleme ve davranışları üzerine büyük etkisi tespit edilmiştir (Boztuğ ve ark., 2012).

Suyun asitlik özelliğinin bir göstergesi olan pH sudaki canlı yaşamını önemli ölçüde etkileyen faktörlerden biridir. pH ölçümü ile bir gölün serbest karbondioksit miktarı, asidik veya alkalik olduğu saptanabilir. pH değerinin yüksek olması durumunda amonyak ve azot bileşiklerinin zararlı etkileri artar. Bu sebeple alabalık yetiştiriciliği için suların pH değerinin 6,5-8,5 arasında olması gerekir (Çelikkale 1994). Nazik Gölü'nde pH (Tablo 3.1) ortalama 9,3 olarak bulunmuştur. Nazik Gölü elde edilen verilere göre bazik

özellikle olup, sucul canlıların yaşama ortamı olması bakımından uygun sayılabilir. Şen (2001), tarafından yapılan bir araştırmada Nazik Gölü'nün pH değerlerinin 8,06-8,87 arasında olduğunu bildirmiştir. Ölçüm yapılan dönemlerde pH değerinin 8'in altına inmediğini bildirmiştir. Doğal sularda pH aralığı <2-12 uç değerleri arasında olup açık göllerin çoğunun pH değerleri 6-9 arasında değişiklik gösterir. Çok yüksek pH değerleri genellikle suyun çok yüksek konsantrasyonda soda içerdiği kapalı havzalarda bulunur. Sert sulu kalkerli göller genellikle pH>8 değerlerinde tamponlanmıştır. Doğal suların pH'ı, büyük ölçüde karbonik asidin ayrışmasından kaynaklanan H<sup>+</sup> iyonları ve bikarbonatın hidrolizinden kaynaklanan OH<sup>-</sup> iyonlarının aralarındaki ilişkiyle yönetilir (Wetzel, 1975). Bu çalışmada elde edilen pH değerleri 9,0-9,6 arasında bir değişim göstermiştir. Bu bulgular hem yukarıda ifade eden bilgiler ve hem de Şen (2001)'in Nazik Gölü'nde yaptığı araştırmada elde ettiği pH bulguları ile uyum sağlamaktadır.

Jeolojik yapı ve yağış miktarı elektriksel iletkenliği etkilerken sudaki besin tuzlarının elektriksel iletkenlik üzerinde etkisi yoktur (Temponeras ve ark. 2000). Elektriksel iletkenlik değerinin 1000 µS/cm değerini aşması sularda kirliliğin arttığını gösterir. Nazik Gölü'nde elektriksel iletkenlik değerleri ortalama 254,3 µS/cm olarak ölçülmüş olup bu sınır değerlerin altında bulunmuştur ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğine göre I. sınıf su kalitesindedir. Elektriksel iletkenlik değerinin 250-500 µS/cm olması suda yaşayan canlılar için kabul edilebilir aralıklardır. Bu durumda Nazik Gölü, su canlıları için uygun elektriksel iletkenlik değerlerine sahiptir. Şen (2001), tarafından yapılan araştırmada Nazik Gölü'nde elektriksel iletkenlik değeri en düşük su yüzeyinde 254,4 µmhos/cm olarak tespit edilirken, en yüksek değer 12 m derinlikte 340,6 µmhos/cm olarak ölçülmüştür. Şen (2001)'in Nazik Gölü'nün yüzeyinde tespit ettiği elektriksel iletkenlik değerleri ile yaptığımız bu araştırmada elde edilen değerler birbirleri ile örtüşmektedir.

Akuatik yaşam için tatlı sularda çözünmüş oksijen miktarı 5 mg/L'nin altına düşmemelidir. Nazik Gölü'nden elde edilen çözünmüş oksijen konsantrasyonu ortalama 9,31 mg/L olarak tespit edilmiştir. Buna göre Nazik Gölü'nün akuatik yaşam için çözünmüş oksijen miktarı bakımından oldukça uygun olduğunu söyleyebiliriz. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre Nazik Gölü I. sınıf su kalitesindedir. Sularda çözünmüş oksijen miktarının belli bir değerin altına düşmesi boğulma nedeniyle balıklarda ölümlerin görülmesine neden olur. Alabalıklar çözünmüş oksijen ihtiyacı fazla olan balıklardan oldukları için ölümler daha önce görülmektedir. Alabalık yetiştiriciliğinde çözünmüş

oksijen miktarının 6– 7 mg/L olması istenir (Egemen ve Sunlu, 1999). Nazik Gölü’ndeki çalışmada elde edilen çözünmüş oksijen değerlerinin 6–7 mg/L üzerinde olması alabalık yetiştiriciliği için uygun olduğunu göstermektedir. Şen (2001), Nazik Gölü’nde çözünmüş oksijen değerini 1,0-13,2 mg/l arasında belirlemiştir. Minimum çözünmüş oksijen değerini yaz ayında 1,0 mg/L ve 2,7 olarak 12 m. derinlikte, maksimum çözünmüş oksijen değerini Aralıkta 13,2 mg/L olarak yüzeyde ölçmüştür. Şen (2001), minimum değerlerin göl suyunun en sıcak olduğu döneme rastlamasını gölün o dönemde çok az rüzgar almasına ve tabanda biriken organik madde miktarının fazlalığına bağlamıştır. Ölçüm anındaki sıcaklık ve su hareketlerine bağlı olarak değişebilen çözünmüş oksijen miktarı Nazik Gölü’nde 7,54-10,4 arasında belirlenmiştir. İstasyonlar arasında çok az farklılıklar gözlenmiş olup en düşük çözünmüş oksijen miktarları 7,54-8,03 arasında ve çoğunlukla su sıcaklığının yüksek olduğu yaz aylarında ölçülmüştür (Tablo 3.1; Şekil 3.3). Su sıcaklığı gazların eriyebilirliğini etkilediği için çözünmüş oksijen miktarı düşük çıkmıştır. Elde edilen bulgular Şen (2001)’in bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği’nde I. sınıf yüksek kaliteli suda yüzde oksijen doygunluğu değerleri >% 90, II. sınıf az kirli sularda % 70, III. sınıf kirli sularda % 40 ve IV. sınıf çok kirli sularda ise <40 olduğu belirtilmiştir (URL-2). Tablo 3.1.’ de belirtildiği gibi Nazik Gölü’nde ölçülen oksijen doygunluğu (%) minimum 85, maksimum 107, ortalama 97,5 bulunmuştur. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği’ne göre Nazik Gölü’nde ölçülen oksijen doygunluğu değerleri I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında yer almaktadır.

Araştırma alanında elde edilen toplam sertlik değerleri ortalama 134,28 mg/L’dir. İçme ve kullanma sularının sertliklerine göre sınıflandırılması birçok ülkede ayrı kabul edilen temel esaslara göre yapılmaktadır. Genel olarak suların sertliği o suyun sabunu çöktürme özelliğine bağlıdır. Sabun  $Ca^{++}$  ve  $Mg^{++}$  iyonları tarafından çöktürülmektedir. Toplam sertlik mg/L biriminde  $CaCO_3$  eşdeğeri bakımından sınıflandırıldığında yumuşak suların 0–50, orta yumuşak suların 50–100, az sert suların 100–150, orta sert suların 150–250, sert suların 250–350 ve çok sert suların 350’den fazla olduğu bildirilmiştir (Egemen ve Sunlu, 1999; Ekingen, 2001). Magnezyum bileşikleri kalsiyum bileşiklerine göre daha kolay çözünürler. Göllerde magnezyumun düşük oranda bulunması, gölün fitoplankton verimliliğini etkiler ve oligotrofik bir karakter kazanmasına neden olur (Ekingen, 2001). Suların kaynatılması ile geçici sertlik giderilebilir. Kalıcı sertlik suyun içerdiği klorür ve sülfatlardan ( $MgSO_4$ ) ileri gelir. Geçici ve kalıcı sertliğin ikisine birden toplam sertlik

denir (Gölhan, 1967; Tanyolaç, 1993). Kalsiyum ve magnezyum durumuna göre, Nazik Gölü'nün "Az Sert Su" sınıfında olduğunu söyleyebiliriz.

Nazik Gölü'nde elde edilen kalsiyum değerleri ortalaması 29,7 mg/L'dir. Verimli sularda kalsiyum miktarı 25 mg/L'dir (Cirik ve Cirik, 1999). Tatlısularda en fazla bulunan elementler kalsiyum ve magnezyumdur. Bir su  $\text{CaCO}_3$  kapsıyor ve sodyum içeren bir topraktan geçiyor ise, sodyum kalsiyumun yerini alır ve kalsiyum solüsyondan çıkar. Bu olay suyun sertliğinin giderilmesinde kullanılmaktadır (Ekingen, 2001). Buna göre, Nazik Gölü sularının kalsiyum değeri açısından verimli olduğu söylenebilir.

Normal olarak tatlı sularda kalsiyum, magnezyumdan daha fazla bulunmaktadır (Barlas ve ark., 1995). Nazik Gölü'nde magnezyum değerleri 13,1 mg/L olarak bulunmuştur. Nazik Gölü'nde de belirtildiği üzere kalsiyum değerleri magnezyum değerlerinden yüksek bulunmuştur.

Nazik Gölü'nde bulunan amonyum konsantrasyonu ortalama 0,157 mg/L olarak belirlenmiştir. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre Nazik Gölü amonyum değerleri açısından I.sınıf kalitesindedir.

Nazik Gölü'nden elde edilen nitrit değerlerinin ortalaması 0,012 mg/L'dir. Bu değer Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne ve Kıta içi su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre I. ve II. sınıf su kalitesi özelliklerini taşımaktadır.

Nazik Gölü'nde nitrat azotu miktarı minimum 1,054 mg  $\text{NO}_3^-$ -N/L maksimum 1,781 mg  $\text{NO}_3^-$ -N/L bulunurken, ortalama konsantrasyon 1,307 mg  $\text{NO}_3^-$ -N/L olarak bulunmuştur. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde suda nitrat <5 mg/L ise I. sınıf yüksek kaliteli su, 10 mg/L ise II. sınıf az kirlenmiş su, 20 mg/L ise III. sınıf kirli su ve >20mg/L ise IV. sınıf çok kirlenmiş su sınıfında yer almaktadır. Yapılan çalışmada elde edilen nitrat azotuna göre Nazik Gölü Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre I. sınıf kalitede yer almaktadır.

OECD (1982)'nin yaptığı trofik durum sınıflandırmasında ortalama toplam fosfor bakımından <0,008 mg P/L ve ortalama toplam azot bakımından <0,661 mg N/L ise oligotrofik, ortalama fosfor <0,027 mg P/L ve ortalama azot <0,763 mg N/L ise mezotrofik, ortalama fosfor <0,084 mg P/L ve ortalama azot <1,874 mg N/L ise ötrofik olarak belirtilmiştir. Nürnberg (1996) ise sınır değerleri fosforun <0,010 mg P/L ve azotun <0,250 mg N/L olması halinde oligotrofik, fosforun 0,010-0,030 mg P/L ve azotun 0,350-0,650 mg N/L olması halinde mezotrofik yine fosforun 0,031-0,100 mg P/L ve azotun 0,651-1,200 mg N/L olması durumunda ötrofik olması gerektiğini ifade etmiştir. Yerüstü

Su Kalitesi Yönetmeliği göl, gölet ve baraj göllerinde trofik sınıflandırma sistemi sınır değerleri tablosunda oligotrofik göller toplam fosfor bakımından ortalama  $<10 \mu\text{g P/L}$ , toplam azot bakımından ortalama  $<350 \mu\text{g N/L}$  ve klorofil bakımından  $<3.5 \mu\text{g/L}$ , mezotrofik göller  $10 > \text{TP} > 30 \mu\text{g P/L}$ ,  $350 > \text{TN} > 650 \mu\text{g N/L}$  ve klorofil bakımından  $3.5-9.0 \mu\text{g/L}$ , ötrofik göller ortalama  $31 > \text{TP} > 100 \mu\text{g P/L}$ ,  $651 > \text{TN} > 1200 \mu\text{g N/L}$  ve klorofil- $\alpha$  bakımından  $9.1-25.0 \mu\text{g/L}$  içeriğe sahiptirler. Nazik Gölü'nde ortalama toplam fosfor  $0,279 \text{ mg/L}$  olduğundan, ortalama toplam azot  $2,33 \text{ mg/L}$  olduğundan, ortalama klorofil- $\alpha$   $1,98 \mu\text{g/L}$  olduğundan OECD (1982), Nürnberg (1996) ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre oligotrofik göller sınıfındadır.

Suda fosfat türleri şeklinde bulunan fosfor, karmaşık ve çok yönlü kimyasal dengelerin ana elemanlarından biridir. Birçok bitki ve mikroorganizma tarafından kullanılabilen tek fosfat bileşikler çözünmüş reaktif fosfor (Ortofosfat) şeklindedir (Tanyolaç, 1993). Toplam fosfor değerleri çok verimli göllerde  $0,1 \text{ mg/L}$ 'nin üzerinde, çok verimsiz göllerde  $0,005 \text{ mg/L}$ 'nin altında bir dağılım gösterir. Kirlenmemiş göllerin yüzey sularının ihtiva ettiği fosfor miktarı  $0,01-0,05 \text{ mg/L}$  arasındadır. Fosfor yoğunluğu suların kirlendiğinin bir göstergesidir (Wetzel, 2001). Ortofosfat Nazik Gölü'nde ortalama  $0,168 \text{ mg PO}_4^{-3}\text{-P/L}$  olarak bulunmuştur. İçme suyu standardı ve su kalite sınıflandırmasında ortofosfat değerleri yer almamaktadır. Su kalitesi, ötrofikasyonun belirlenmesi ve kontrolü çalışmalarında toplam fosfor parametresi oldukça önemlidir (Çevlik ve Elibol, 2009). Fosfatın azlığı, yetersiz beslenme neticesi fitoplankton gelişmesinin yavaşlamasına ve verimliliğin düşmesine sebep olur. Fosfor doğal olarak rüzgarın etkisiyle kayalardan taşınır. Tatlı sularda fitoplankton, alg ve su bitkileri tarafından kullanıldığından yüksek konsantrasyonlarda bulunmaz. Bitkiler tarafından amonyum, nitrit ve nitrat gibi inorganik fosfor da parçalanarak zooplankton ve diğer canlıların kullanabileceği organik madde haline dönüşür (Tanyolaç, 1993).

Doğal sularda sülfat biyolojik verimin artması için önemli bir parametredir. Ortamda yeterince bulunmayan sülfat iyonu nedeniyle fitoplankton gelişimi engellenir ve bitkilerde büyüme yavaşlayarak biyolojik verim düşer. Oksijensiz ortamlarda kükürtlü hidrojene indirgenen sülfat iyonu sülfür bakterilerince kemosentetik olaylarda kullanılır (Taş,2006; Atıcı ve ark., 2005). Nazik Gölü'nde sülfat ortalama  $10,22 \text{ mg SO}_4^{-2}\text{/L}$  olarak bulunmuştur.

Doğal sularda klorür  $30 \text{ mg/L}$ 'ye kadar olabilir. Yapılan çalışmada Nazik Gölü'nde klorür konsantrasyonu ortalaması  $9,92 \text{ mg Cl/L}$  olarak bulunmuştur. Tespit edilen bu

değerler Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre Nazik Gölü'nün I. kalitede su olduğunu göstermektedir.

Doğal sulara sodyum tuzu konsantrasyonu 2-100 mg/L arasında değişmektedir (Tepe, 2009). Tanyolaç (2004), sert sulara  $Na^{++}$  'un genellikle  $Ca^{++}$  ve  $Mg^{++}$ 'dan daha az bulunduğunu bildirmiştir. Araştırma alanında sodyum ortalama 20,8 mg  $Na^+$ /L olarak bulunmuştur. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre Nazik Gölü sodyum konsantrasyonu açısından I. kalitede su sınıfındadır.

Suya tat veren inorganik tuzlardan olan potasyum minerali suda  $K_2SO_4$  şeklinde bulunur ve bitkisel organizmaların gelişmesine katkı sağlar. Bu nedenle dolaylı olarak balıkların beslenmesinde etkilidir. Potasyum miktarı doğal sulara 1-10 mg/l arasında değişiklik gösterir. Suda potasyum tuzunun fazla bulunması balıklara toksik etki yapar (Özdemir, 1994). Nazik Gölü'nde I. ve III. İstasyonda potasyum konsantrasyonu yıl boyunca birbirine yakın değerlerde değişiklikler göstermiştir.

Kirlenmiş sulara 10 mg/l'den daha düşük konsantrasyonlarda bulunan florür suyun bulunduğu bölgenin iklimine göre değişiklik gösterir. Florürün 10 mg/l'den düşük olduğu sular yağışlı bölgeler olurken kurak ve yarı kurak alanlarda florür birkaç yüz mg/L'ye kadar çıkabilir. Hidrolojik çevrim esnasında iyi korunabilen iyonlardan olan florürün iyi bir izleyici olduğu söylenebilir. Suda florür konsantrasyonunun artması kıyı akiferlerinde deniz suyunun girişini veya yeraltı ve yerüstü sularının evsel ve endüstriyel atıklarla kirlendiğini gösterir (Dişli ve ark., 2004). Nazik Gölü'nde tespit edilen en düşük florür değeri ilkbaharda II. istasyonda 0,274 mg  $F^{-1}$ /L olarak ölçülürken, en yüksek değer yine aynı mevsimde I. istasyonda 0,488 mg  $F^{-1}$ /L olarak tespit edilmiştir. Yıl boyu yapılan ölçümlerin ortalama florür konsantrasyonunun 0,405  $F^{-1}$ /L olduğu belirlenmiştir. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre bütün istasyonlarda yıl boyunca ölçülen değerler incelendiğinde florür bakımından Nazik Gölü'nde bir kirliliğin olmadığını söyleyebiliriz.

Nazik gölünde elde edilen lityum ve bromür iyonlarına ait konsantrasyonlar çok düşük seviyelerde bulunmuştur. Tuzlu ve termal sulara daha fazla miktarlarda bulunan Li ve Br miktarları doğal sulara eser miktarlarda bulunmaktadır.

Elde edilen sonuçlar ışığında tüm istasyonlarda yıl boyunca ölçülen değerler Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde bildirilen kıta içi su kalite standartlarına (URL-2, 2015) göre değerlendirildiğinde; Nazik Gölü'nün sıcaklık ve iletkenlik bakımından I. sınıf, pH bakımından IV. sınıf, oksijenlendirme parametreleri bakımından (çözünmüş oksijen, oksijen doygunluğu) I. sınıf ve nutrient parametreleri bakımından (amonyum azotu, nitrit



azotu, nitrat azotu, toplam fosfor) incelendiğinde nitrit azotu ve toplam fosfor dışındaki parametrelerin tamamının I. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. Nazik Gölü'nde nitrit azotunun II. sınıf ve toplam fosforun ise III. sınıf su kalitesinde olduğunu söyleyebiliriz.

Bu çalışmada elde edilen fiziko-kimyasal parametrelere ait bulgular Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde belirtilen kıta içi yerüstü su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre değerlendirildiğinde, genel olarak Nazik Gölü sularının I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında yer aldığı sonucunu söyleyebiliriz. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde I. sınıfa dahil olan suların dezenfeksiyon ile içme suyu yanında rekreasyonel amaçlar, alabalık ve diğer hayvan üretimleri, çiftlik ihtiyacı ve başka amaçlar için kullanılmasının uygun olduğu bildirilmektedir. Nazik Gölü'nde azot formları miktarının bazı mevsimlerde yüksek oluşunu evsel ve endüstriyel atıklar ile tarımsal faaliyetler sonucu oluşan atıkların göle doğrudan karışmasından kaynaklandığı kanaatindeyiz.

Bu çalışma genel olarak iyi bir su kalitesine sahip olan Nazik Gölü'nün, tatlı su ekosistemlerinin korunması, akılcı kullanılması ve sürdürülebilir gelişmenin sağlanabilmesi, özellikle azot ve fosfor yükünün azaltılması ve göle giren kirleticilerin miktar ve niteliğinin kontrol edilebilmesi için önleyici ya da iyileştirici tedbirlerin biran önce alınması gerekliliğini ortaya koymuştur.

## KAYNAKLAR

- Adalı, N.**, 2014. Su kirliliği açısından hassas alanların ve su kalitesi hedeflerinin belirlenmesi ile hassas alanların yönetimine ilişkin esaslar. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, *Uzmanlık Tezi*, Ankara, 156s.
- Akbay, N., Anul N.**, 1995. Hazar (Gölcük) Gölü'nün su ürünleri yönünden değerlendirilmesi. *I. Hazar Gölü ve Çevresi Sempozyumu*, Çağ Ofset, Elazığ, Pp:111-121.
- Albay, M.**, 2014. Su ürünleri mühendislerinin su kalitesi sorunlarının çözümündeki rolü. Su Ürünleri Mühendisleri Derneği, <http://www.suurunleri.org.tr/su-urunleri-muhendislerinin-su-kalitesi-sorunlarinin-cozumundeki-rolu/>, 24 Kasım 2014.
- Alp, M. T., Şen, B., Koçer M.A.T.**, 2008. Hazar Gölü kuzey kıyısının bazı su kalitesi özellikleri ve trofik durumu. Ege Üniversitesi, *III. Ulusal Limnoloji Sempozyumu*, İzmir, 13s.
- APHA, AWWA and WEF** 1995. Standart methods for examination of water and wastewater. 16th ed. American Public Health Assosiation, Washington, 1268p.
- Atıcı, T., Obalı, O., Elmacı, A.**, 2005 Abant Gölü (Bolu) bentik algleri. *Ekoloji*, 14(56):9-15.
- Barlas M.**, 1995. Akarsu kirlenmesinin biyolojik ve kimyasal yönden değerlendirilmesi ve kriterleri. *Doğu Anadolu Bölgesi I. ve II. Su Ürünleri Sempozyumu*, 465-479, Erzurum.
- Bozkurt, A., Tepe, Y.**, 2011. Zooplankton composition and water quality of Lake Gölbaşı (Hatay-TURKEY). *Fresenius Environmental Bulletin*. 20(1a): 166-174.
- Boztuğ, D., Turgay Dere, T., Tayhan, N., Yıldırım, N., Danabaş, D., Cıkcıkoğlu Yıldırım, N., Öztüfekçi Önal, A., Danabaş, S., Ergin, C., Uslu, G., Ünlü, E.**, 2012. Uzunçayır Baraj Gölü (Tunceli) fiziko-kimyasal özellikleri ve su kalitesinin değerlendirilmesi. *Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi*, 2(2): 93-106.
- Bulut, C., Atay, R., Uysal, K., Köse, E., Çınar, Ş.**, 2010. Uluabat Gölü yüzey suyu kalitesinin değerlendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi*, 25(1):9-18
- Bulut, S., Mert, R., Solak, K., Konuk, M.**, 2011. Selevir Baraj Gölü'nün bazı limnolojik özellikleri. *Ekoloji*, 20 (80): 13-22.
- Bulut, C., Atay, R., Uysal, K., Köse, E.**, 2011. Karakuyu Gölü (Afyon) yüzey suyu kalitesindeki mevsimsel değişimlerin değerlendirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, sayı 24, ISSN- 1302- 3055.
- Cirik, S., Cirik, Ş.**, 1999. Limnoloji. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:21, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 166s.

- Çelikkale, M.S.**, 1994. İçsu balıkları ve yetiştiriciliği. Cilt 1, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Yayınları, No:2, Trabzon, 419s.
- Çevlik, H., Elibol, M.İ.**, 2009. Yamula Baraj Gölü limnolojisi, Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 186s.
- Dişli, M., Akkurt, F., Alıcılar, A.**, 2004. Şanlıurfa Balıklıgöl suyunun bazı kimyasal parametrelerinin mevsimlere göre değişiminin değerlendirilmesi. *G.Ü.M.M.F. Dergisi*, 19(3): 287-294.
- Egemen, Ö., Sunlu, U.**, 1999. Su kalitesi. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:14, 148s.
- Ekingen, G.**, 2001. Limnoloji. Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No :2, Mersin, 208s.
- Girgin, S., Kazancı, N., Dügel, M.**, 2004. On the limnology of Deep and Saline Lake Burdur in Turkey. *Acta hydrochim. hydrobiol.* 32(3): 189-200.
- Gölhan, M.**, 1967. Sert suların yumuşatılması. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, Haziran, 30s.
- Gültekin, G.**, 2005. Kadmiyum (II) ve Bakır(II) iyon karışımlarını içeren atıksuların *Pseudomonas putida*'ya biyoakümülyasyonu. *Yüksek Lisans Tezi*, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Elazığ, 89s.
- Holm-Hansen O., Goldman C.R., Richards R., Williams P.M.**, 1976. Chemical and biological characteristics of a water column in Lake Tahoe. *Limnology and Oceanography*, 21(4): 548-562.
- ISO**, 1986. Water quality, determination of nitrate, Part 1: 2,6-Dimethylphenol spectrometric method, international organization for standardization, ISO 7890-1, Geneva.
- İleri, S., Karaer, F., Katip, A., Onur, S.**, 2014. Sığ göllerde su kalitesi değerlendirmesi, Uluabat Gölü örneği. *Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 19, Sayı 1, 58s.
- Kazancı, N., Girgin, S., Dügel, M.**, 2004. On the limnology of Salda Lake, a large and deep soda lake in southwestern Turkey, future management proposals, *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 14, 151-162.
- Kiveşkan., Ü.**, 2014. Sorun da çözüm de insan. <http://www.haber2e.com/sorun-da-cozumde-insan-makale,265.html>, 08 Ocak 2014.
- Koçer, M.A.T., Sesli, A., Karakaya, G., Örnekçi, N.G., Türkgülü, İ., Alpaslan, K., Küçükyılmaz, M., Birici, N., Özbey, N., Tepe, R., Yüce, S., Şeker, T.**, 2009. Hazar Gölü su kalitesi ve mevsimsel değişimi. *TAGEM proje*, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Nisan, Elazığ, 162s.

- Küçükylmaz, M., Uslu, G., Örnekçi, N.G., Şeker, T., Yıldız, N.,** 2010. Karakaya Baraj Gölü su kalitesinin incelenmesi. *Uluslararası Sürdürülebilir Su ve Atıksu Yönetimi Sempozyumu*, 26-28 Ekim 2010, Konya, 23s.
- Küçükylmaz, M., Akgün, H., Alpaslan, K., Özbey, N., Karakaya, G., Yıldız, N.,** 2013. Balıklıgöl'ün (Şanlıurfa) su kalitesinin mevsimsel olarak incelenmesi. *TAGEM rutin proje*, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Elazığ Su Ürünleri Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Elazığ, 26s.
- Lorenzen, C.J.,** 1967. Determination of chlorophyll and pheo-pigments: spectrophotometric equations. *Limnology, Oceanography*, 12, 343-346.
- Nürnberg, G. K.,** 1996. Trophic state of clear and colored, soft and hardwater lakes with special consideration of nutrients, anoxia, phytoplankton and fish. *J. Lake and Reservoir Management*, 12, 432-447.
- OECD,** 1982. Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. OECD Cooperative programme on monitoring of inland waters (Eutrophication control). *Environment Directorate*, OECD, Paris, 154p.
- Özdemir, N.,** 1994. Tatlı ve tuzlu sularda alabalık üretimi. Fırat Üniversitesi Yayınları, no: 35, Elazığ, 228s.
- Özgökçe, F., Ünal, M.,** 2011. Güvercin (Kahramanmaraş) HES projesi ekosistem değerlendirme raporu, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Temmuz, 73s.
- Sağiroğlu, A., Çetindağ B.,** 1995. Hazar Gölü'nün Kürk ve Mogal Derelerinden kaynaklanan şiltlenmesi. *I. Hazar Gölü ve Çevresi Sempozyumu*, Çağ ofset, Elazığ, Pp:33-41.
- Sharma, J.N., Shailesh, R., Singh, S.K.,** 2015. Limnological study of water quality parameters of Dal Lake, India, *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, Vol 4, Issue 2, February. ISSN : 2319-8753.
- Shiklomanov, I.A., ve Rodda, J.C.,** 2003. World water resources at the beginning of the 21st century, Cambridge, Uk, Cambridge University Press, 18s.
- Şen,B., Topkaya B.,** 1993. Elazığ ili çevresindeki göllerin kirlilik düzeyleri. *II. Uluslar Arası Ekoloji ve Çevre Sempozyumu*, Türk-Alman Kültür İşleri Yayın Kurulu Yayın Dizisi No: 3, Ankara, Pp:70-75.
- Şen, F.,** 2001. Nazik Gölü (Ahlat Bitlis) sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) populasyonu üzerinde bir araştırma. *Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Erzurum,131s.
- Şener, S.,** 2013. Türkiye'de 2030'a kadar su kaynaklarının tamamı tükenecek. <http://t24.com.tr/haber/turkiyede-2030a-kadar-su-kaynaklarinin-tamami-tukenecek,226254> <http://www.milliyet.com.tr/turkiye-suyu-az-olan-ulkeler-arasindadir/gundem/gundemyazardetay/22.03.2013/1683448/default.htm>, 22 Mart 2013.

- Tanyolaç, J.**, 1993. Limnoloji (Tatlısu Bilimi). Cumhuriyet Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, 265s.
- Tanyolaç, J.**, 2004. Limnoloji (Tatlı Su Bilimi). Hatiboğlu Yayıncılık, Ankara, 239s.
- Taş, B.**, 2006. Derbent Baraj Gölü (Samsun) su kalitesinin incelenmesi. *Ekoloji*, 15(61): 615
- Taş, B.**, 2011. Gaga Gölü (Ordu, Türkiye) su kalitesinin incelenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, İlkbahar, 1(3): 43-61, ISSN:1309-4726.
- Temponeras, M., Kristiansen, J., Moustaka-Gouni, M.**, 2000. Seasonal variation in phytoplankton composition and physical-chemical Features of the Shallow Lake Doirani, Macedonia, Greece. *Hydrobiologia*, 424, 109-122.
- Tepe, Y.**, 2009. Determination of the water quality of Reyhanlı Yenisehir Lake (Hatay). *Ekoloji*, 18(70): 38-46.
- Topal, M.**, 2011. Hazar Gölü su kalitesinin dünü ve bugünü. Fırat Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, *Mühendislik Birimleri ve Tasarım Dergisi*, 1(3): 120-134.
- Tuna, A., Emiroğlu, M.E.**, 1995. Hazar Gölü su rezervinin sulamada değerlendirilmesi. *I. Hazar Gölü ve Çevresi Sempozyumu*, Çağ Ofset, Elazığ, Pp:15-22.
- URL- 1**, 2015. <https://tr.wikipedia.org> Nazik Gölü, 30 Aralık 2015.
- URL-2**, 2015. <http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.7221&sourceXmlSearch=&MevzuatIliski=0> yerüstü su kalitesi yönetmeliği, 30 Aralık 2015.
- URL-3**, 2005. [http://suder.org.tr/upload/yeni\\_mevzular/insani\\_tuketim\\_amacli\\_sular\\_hakkinda\\_yonetmelik\\_hakkinda\\_yonetmelik\\_17\\_02\\_2005.pdf](http://suder.org.tr/upload/yeni_mevzular/insani_tuketim_amacli_sular_hakkinda_yonetmelik_hakkinda_yonetmelik_17_02_2005.pdf) T.C. Sağlık Bakanlığı (Türkiye Halk Sağlığı Kurumu), 17.02.2005 tarih ve 25730 sayılı Resmi Gazete, 11 Temmuz 2016.
- Ünlü, A., Çoban, F., Tunç, M. S.**, 2008. Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23 (1): 119-127.
- Wetzel R.G.**, 1975. Limnology. W. B. Saunders Company, London, Pp:743.
- Wetzel, R.G., Likens G.E.**, 1991. Limnological analyses. Second Edition, Springer-Verlag, New York, Pp:391.
- Wetzel, R.G.**, 2001. Limnology. Lake and River Ecosystems. USA, 1005s.
- Yenilmez, F., Keskin, F., Aksoy.,** 2010. Meteorolojik koşulların Mogan Gölü su kalitesine etkileri, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3 (2): 33-38
- Yerli, V.S., Zengin, M., Günüz, E., Çalışkan, M., Canbolat, A.F., Akbulut, A., Emir, N., Ataç, Ü.**, 1996. Çıldır Gölü stok tayini, TÜBİTAK, DEBAG 17/G No'lu proje, Ankara, 95s.

**Yerli, S., Emir, M. ve Akbulut, A.,** 1998. The Observation of aquatic parameters of ıldır Lake. *Hacettepe Bulletin of Natural Sciences and Engineering*, 27: 67-77.

**Yılmaz, F.,** 2004. Mumcular Barajı (Muğla-Bodrum)'nın fiziko-kimyasal özellikleri. Muğla Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, *Ekoloji Çevre Dergisi*, 13(50): 10-17.

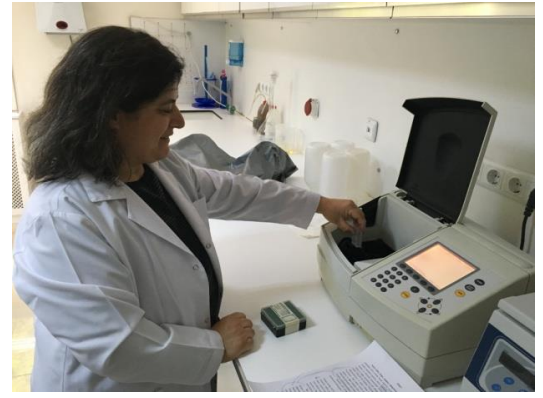
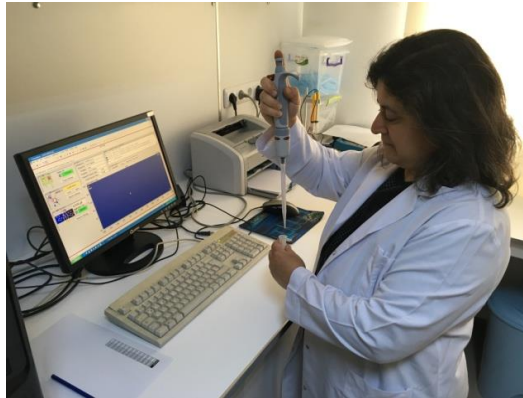
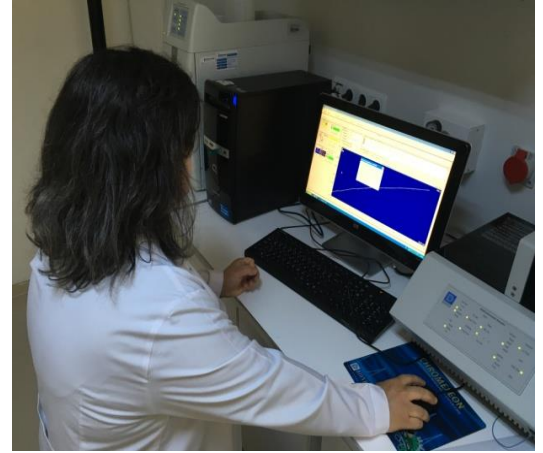
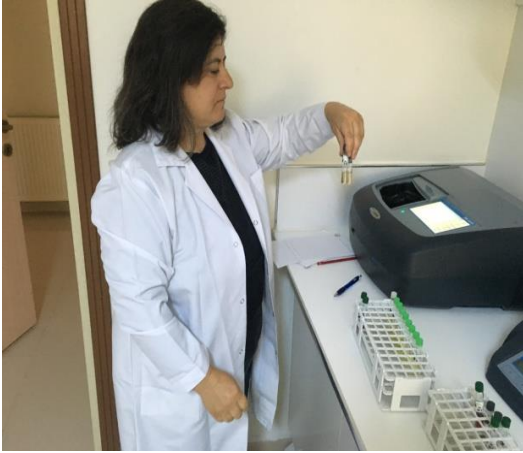


## EKLER

**Bilgilendirme:** Bu tez; Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün 09 Aralık 2014 tarihinde yapılan 22.12.2014 tarihli ve 2772 kayıt numaralı komite kararınca yapılması uygun görülen Nazik Gölü Su Kalitesinin Belirlenmesi isimli çalışma ile beraber yürütülmüştür.

### Çalışma alanı ve laboratuvar:

Çalışma alanı (Nazik gölü) ve laboratuvar çalışmalarına ait resimler



## ÖZGEÇMİŞ

1966 yılında Elazığ'da doğdu. Elazığ'da İlk, orta ve lise tahsilini tamamladı. Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Yüksek Okulundan 1988 yılında mezun oldu. Memuriyet hayatına 1993 yılında Erzincan Açıköğretim Fakültesi Büro Yöneticiliğinde başladı. 2001 tarihinde Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Bolu İl Tarım Müdürlüğünde Su ürünleri Mühendisi olarak göreve başladı. 2002 tarihinde Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü'ne araştırmacı olarak atandı. 12.02.2014'te Tunceli Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Anabilim dalı Temel Bilimler bölümünde Yüksek Lisans öğrenimine başladı ve hala devam etmektedir.

