



**BORABAY GÖLÜ (TAŞOVA-AMASYA-TÜRKİYE) TROFİK  
SEVİYESİNİN BELİRLENMESİ**

**TUĞÇE HAKVERDİOĞLU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI  
Prof. Dr. ŞENOL AKIN  
Aralık - 2017  
Her hakkı saklıdır**

**T.C.  
GAZIOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BORABAY GÖLÜ (TAŞOVA-AMASYA-TÜRKİYE) TROFİK SEVİYESİNİN  
BELİRLENMESİ**

**TUĞÇE HAKVERDİOĞLU**

**TOKAT  
Aralık - 2017**

Her hakkı saklıdır



**Bu tez çalışması;**


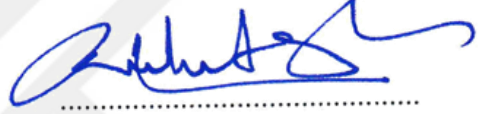

**Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri koordinatörlüğü tarafından 2015/74 nolu proje ile desteklenmiştir.**

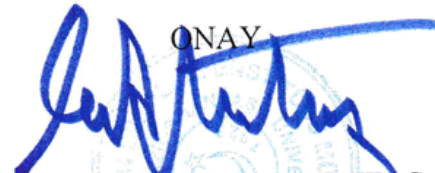
**TUĞÇE HAKVERDİOĞLU** tarafından hazırlanan “Borabay Gölü (Taşova-Amasya-Türkiye) Trofik Seviyesinin Belirlenmesi”adlı tez çalışmasının savunma sınavı 29 ARALIK 2017 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından oy Birliği / oy çokluğu ile Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI** 'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman  
Prof. Dr. Şenol AKIN  
Bozok Üniversitesi  
Üye  
Prof. Dr. Bülent VEREP  
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi  
Üye  
Yrd. Doç. Dr. Ekrem BUHAN  
Gaziosmanpaşa Üniversitesi

  
.....  
  
.....  
  
.....

  
ONAY  
Prof. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

26/21/2018

## **TEZ BEYANI**

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

**ADI SOYADI**

**TUĞÇE HAKVERDİOĞLU**

**29 Aralık 2017**

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

## BORABAY GÖLÜ (TAŞOVA-AMASYA-TÜRKİYE) TROFİK SEVİYESİNİN BELİRLENMESİ

Tuğçe HAKVERDİOĞLU

GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. Şenol AKIN)

Amasya İlinin Taşova ilçesinin yaklaşık olarak 15 km uzaklıkta bulunan Borabay Gölü, Borabay Köyü'nün batısında yer alan, doğa turizmi için önemli bir heyelan set gölüdür. Bu çalışmada ilk kez bu gölün trofik durumunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada 2015-2016 yılları arasında mevsimsel olarak (ilkbahar, yaz, sonbahar, kış) gölde seçilen üç istasyonda yüzey ve derin kesimlerinden alınan su numunelerinden sıcaklık, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş katı madde, pH, ORP, seki derinliği, derinlik, amonyum azotu (NH<sub>4</sub>-N), nitrat azotu (NO<sub>3</sub>-N), nitrit azotu (NO<sub>2</sub>-N), fosfat, toplam azot, toplam fosfor ve klorofil-*a* değerleri belirlenmiştir. Bu parametrelerdeki alansal ve mevsimsel değişimler ile klorofil-*a*, seki derinliği ve fosfora göre Trofik Durum İndeksi (1980) (TSI) hesaplanarak gölün trofik durumu ortaya konulmuştur. Çalışma süresince klorofil-*a* 0 ile 9.48 µg/l arasında, seki derinliği 1.06 ile 2.7 m arasında ve fosfor ise 0.16 ile 0.40 mg/l arasında değişim göstermiştir. Bu parametreler kullanılarak trofik durum indeksi hesaplanmış, her üç değere göre hesaplanan indeks değerlerinin ortalaması alınarak ortalama CTSI belirlenmiştir. Borabay Gölü'nün CTSI değeri mevsimsel olarak 38-41 arasında, yıllık olarak ise 45 olarak belirlenmiştir. Bu indeks değerleri Borabay Gölü'nün mezotrofik karakterde olduğunu göstermektedir. Gölün ölçülen tüm su kalite parametreleri dikkate alındığında gölün su kalitesi yönetmeliğine göre Sınıf I ile Sınıf II arasında değişim gösteren bir su kalitesine sahip olduğu söylenebilir. Şu an itibariyle mezotrofik karakterde olan turizm açısından oldukça önemli olan bu gölün, en azından bu özelliğini (mezotrofik) devam ettirebilmesi için göle tehdit oluşturan kirletici kaynakların kontrol altında tutulması önerilmektedir.

2017, 57 SAYFA

**ANAHTAR KELİMELEER:** Borabay Gölü, Trofik Seviye, Carlson Trofik İndeks, Amasya

## **ABSTRACT**

### **MASTER THESIS**

#### **TROPHIC STATUS OF LAKE BORABAY (TAŞOVA-AMASYA-TURKEY)**

**Tuğçe HAKVERDİOĞLU**

**GAZIOSMANPASA UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
DEPARTMENT OF FISHERIES AND AQUACULTURE**

**SUPERVISOR:Prof. Dr. Şenol AKIN**

Lake Borabay, located about 15 km from Taşova, district of Amasya province and situated on the west of Borabay Village, is an important natural landslide lake for nature tourism. For the first time, in this study, it was aimed to determine the trophic status of the lake. The study was carried out to determine temperature, dissolved oxygen, electrical conductivity, total dissolved solids, pH, ORP, secchi depth, depth, ammonium nitrogen (NH<sub>4</sub>-N), nitrite nitrogen (NO<sub>2</sub>-N), nitrate nitrogen (NO<sub>3</sub>-N), phosphate, total nitrogen, total phosphorus and chlorophyll-*a* by means of the water samples taken from the surface and deep sections of the three stations selected seasonally between 2015-2016 years (spring, summer, autumn, winter). Trophic state of the lake was revealed with the spatial and temporal variations in these parameters and with evaluation of Trophic State Index (1980) (TSI) according to chlorophyll-*a*, secchi depth and phosphorus. During the length of the study, ranges of chlorophyll-*a*, secchi depth and total phosphorous were 0-9.48 µg/l, 1.06-2.7 m, 0.16-0.40 mg/l, respectively. Based on these parameters, trophic state index (TSI) was calculated and the average CTSI was defined with the average index value calculated by three parameters. The trophic state index of Lake Borabay calculated for each season based on three parameters ranged from 38 to 41, yearly index value was calculated as approximately 45, which indicates that Lake Borabay has a mesotrophic character. According to the water quality regulations, it may be said that the lake has classes of I and II water quality by evaluation of all the water quality parameters. It is recommended to control the pollutant sources that threaten the lake which is very important for nature tourism, so that it can, at least, maintain its current mesotrophic status.

2017, 57 PAGE

**KEYWORDS: Lake Borabay, Trofik Status, Carlson Trophic Index , Amasya**

## ÖNSÖZ

Çalışmalarım boyunca bilimsel katkısı, yol gösterici ve sürekli teşvik edici sözleri ve uygulamalarıyla beni yönlendiren tez danışmanım Prof. Dr. Şenol AKIN'a, arazi ve laboratuvar çalışmalarımı gerçekleştiren Yrd. Doç. Dr. Ekrem BUHAN'a, Arş. Gör. Dr. Nehir KAYMAK'a ve Doç. Dr. Fatih POLAT'a, desteğini esirgemeyen Sürsan Su Ürünleri Kalite Kontrol Sorumlusu Gülşah DEMİRKAN'a ve arkadaşım Nurbanu KARA'ya teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım. Yine her zaman manevi desteklerini üzerimde hissettiğim annem Hülya, babam Özdemir ve gösterdikleri sabırdan, manevi desteklerinden dolayı Sürsan Su Ürünlerindeki iş arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım. Bu çalışma, BAP-TEZ (Proje No: 2015/74) ile desteklenmiştir. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım.

**TUĞÇE HAKVERDİOĞLU**

**29 Aralık 2017**



## İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET .....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
1.GİRİŞ .....	1
1.2. BORABAY GÖLÜ VE ÖZELLİKLERİ.....	7
2. KAYNAK ÖZETLERİ ve GENEL BİLGİLER .....	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	15
3.1. Materyal.....	15
3.1.1. Araştırma alanı ve özellikleri.....	15
3.1.2. Yöntem.....	15
4. BULGULAR.....	21
4.1.Sıcaklık.....	21
4.2. Çözünmüş Oksijen.....	22
4.3. İletkenlik .....	23
4.4.Toplam Çözünmüş Katı Madde ve Tuzluluk.....	25
4.5.pH.....	25
4.6. ORP (Oksidasyon-Redüksiyon Potansiyeli) .....	26
4.7. Seki Derinliği .....	28
4.8. Derinlik .....	30
4.9. Bulanıklık .....	31
4.10. Amonyum Azotu (NH <sub>4</sub> -N) .....	33
4.11.Nitrit Azotu (NO <sub>2</sub> -N).....	34
4.12.Nitrat Azotu (NO <sub>3</sub> -N).....	36
4.13.Fosfat (PO <sub>4</sub> ) .....	37
4.14.Toplam Azot .....	39
4.15.Toplam Fosfor .....	40

<b>4.16.Klorofil- <i>a</i></b> .....	<b>42</b>
<b>4.17.Carlson Trofik İndeksi (CTSI)</b> .....	<b>43</b>
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ</b> .....	<b>45</b>
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	<b>51</b>
<b>7.EKLER</b> .....	<b>54</b>



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
CTSI	Carlson Trofik Durum İndeksi
DO	Çözünmüş Oksijen
EPA	Birleşik Devletler Çevre Koruma Kurulu
MYO	Meslek Yüksek Okulu
NTU	Türbidite/Bulanıklık
OECD	Ekonomik ve İşbirliği Kalkınma Organizasyonu
ORP	Oksidasyon-Redüksiyon Potansiyeli
TSI	Trofik Durum İndeksi
TDS	Toplam Çözünmüş Katı Madde
TN	Toplam Azot
TP	Toplam Fosfor
YSKYY	Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği

## ŞEKİLLER LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1.1. Borabay Gölü ve çevresinin lokasyon haritası (Anonim, 2017h).....	8
Şekil 3.1. Borabay Gölü ve örnekleme istasyonlarının konumu .....	17
Şekil 3.2. Göllerin trofik indeks, görünürlük, klorofil-a ve toplam fosfora göre sınıflandırılması .....	19
Şekil 4.1. Su sıcaklığının çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları .....	21
Şekil 4.2. Su sıcaklığının istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri. ....	22
Şekil 4.3. Çözünmüş oksijenin çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları .....	23
Şekil 4.4. Çözünmüş oksijenin istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri .....	23
Şekil 4.5. İletkenliğin çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları .....	24
Şekil 4.6. İletkenliğin istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri.....	24
Şekil 4.7. pH'nın çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları .....	25
Şekil 4.8. pH'nın istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri.....	26
Şekil 4.9. ORP'nin çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları .....	27
Şekil 4.10. ORP'nin istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri.....	28
Şekil 4.11. Seki derinliğinin çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları .....	29
Şekil 4.12. Seki derinliğinin istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri .....	29
Şekil 4.13. Derinliğin çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları .....	30
Şekil 4.14. Derinliğin istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri.....	31

Şekil 4.15. Bulanıklığın çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları .....	32
Şekil 4.16. Bulanıklığın istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri ..	32
Şekil 4.17. $\text{NH}_4\text{-N}$ 'nin çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları .....	33
Şekil 4.18. $\text{NH}_4\text{-N}$ 'nin istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri .....	34
Şekil 4.19. $\text{NO}_2\text{-N}$ 'nin çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları .....	35
Şekil 4.20. $\text{NO}_2\text{-N}$ 'nin istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri .....	35
Şekil 4.21. $\text{NO}_3\text{-N}$ 'nin çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları .....	36
Şekil 4.22. $\text{NO}_3\text{-N}$ 'nin istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri .....	37
Şekil 4.23. $\text{PO}_4$ 'ün çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları .....	38
Şekil 4.24. $\text{PO}_4$ 'ün istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri .....	38
Şekil 4.25. Toplam azotun çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları .....	39
Şekil 4.26. Toplam azotun istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri .....	40
Şekil 4.27. Toplam fosforun çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları .....	41
Şekil 4.28. Toplam fosforun istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri .....	41
Şekil 4.29. Klorofil- <i>a</i> 'nın çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları .....	42
Şekil 4.30. Klorofil- <i>a</i> 'nın istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri .....	43
Şekil 4.31. Farklı parametrelere ve mevsimlere göre trofik indeks değişimi ...	43

## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

Çizelge 1.1. Gölün farklı trofik seviyelerini belirleyen limit değerleri (OECD, 1982). .....	5
Çizelge 3.1. Göllerin trofik durumunun sınıflandırılması ve kullanılan üç değişken TSİ ve sınır değerleri (Carlson, 1977). .....	18
Çizelge 3.2. Göl, gölet ve baraj göllerinde trofik sınıflandırma sınır değerleri .....	20

# 1. GİRİŞ

İnsanlık tarihi boyunca, medeniyetlerin su kenarlarında kurulduğu gerçeği düşünüldüğünde, sürdürülebilir kaliteli bir yaşam için suyun birinci şart olduğunu söylemek mümkündür. Dünya yüzeyinde günümüze kadar kurulan ve ayakta kalabilen tüm uygarlıkların suya hâkim olma çabası ve bunun için verdikleri mücadele aslında suyun yaşamın en büyük yapı taşı olduğunu gösterir.

Suyun bu şekilde insanoğlunun yakın ilgisinde olması, hem yaşam için önemli bir yapı taşı hem de insanoğlunun yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek üzere gerekli olan kıta içi suların (tatlı suların) denizlere oranla oldukça küçük bir hacimde olmasından kaynaklanmaktadır. Karasal kaynaklı iç suları yerkürenin sahip olduğu su kaynaklarının yaklaşık %2.7'si kadardır. Bu karasal suların %99'u ise insanoğlu için kullanımı oldukça zor olan buz veya yer altı suları şeklinde bulunmaktadır. İnsanoğlu doğrudan dereler, akarsular, sulak alanlar ve sığ yer altı suları ile etkileşimdedir. Bu sulara yerkürede var olan iç suların oldukça çok az bir kısmını (<0.001) kapsamaktadır. Tüm organizmalar gibi yaşamımız bu az miktardaki suya bağlıdır ve gerçekten yaşamak için bol miktarda suya ihtiyaç bulunmaktadır (Doods, 2002).

İnsanoğlunun doğrudan kullanımında olan çok az miktardaki bu kıta içi suların (tatlı suların) her yönüyle araştırılması büyük önem kazanmaktadır. İnsanoğlu, kendi ve tüm canlıların için hayati önem taşıyan bu sihirli sıvının her yönüyle araştırıldığı bir bilim dalı geliştirmiştir. Bu bilim dalı Limnoloji olarak adlandırılmış ve kıta içi, özellikle göl ve akarsuları, bütüncül bir yaklaşımla (jeolojik, fiziksel, kimyasal ve biyolojik) araştıran bir bilim dalı olarak tanımlanmıştır (Doods, 2002). Limnoloji bilimi sayesinde yaşam için önemli olan göller ve akarsuların sağlıklı bir şekilde insanoğlunun kullanımına sunulması, barındırdığı tüm canlıların ekolojik yapılarını bozmadan insanoğlunun yararına kullanılması, onları tehdit eden faktörlerin ortaya konulması, ekolojik yapıları bozulanların rehabilite edilmesi mümkün olmaktadır.

Göller; limnolojinin çalışma sahasına giren tatlı su gölleri tüm kıta içi suların yaklaşık %1.45'ini kapsamaktadır. Göller drenaj alanındaki akarsular, atmosferik yağış ve yer

altı suları ile karasal alanlardaki çukurların dolması sonucu oluşurlar. Karasal alanlardaki bu boşluklar deprem ile yer kabuğunun çatlaması sonucu yüzyıllar öncesinden oluşabileceği gibi (tektonik ve volkanik göller) nispeten günümüze yakın zamanlarda (heyelan gölleri) meydana gelebilirler. Bu çukurlar yer kabuğunun yavaş değişimi günümüze yakın bir zamanda (buzul göller, yayla gölleri, kıyasal göller, karstik göller) meydana gelmiş olabilirler. Göller orijinlerine göre tektonik, karstik, volkanik, heyelan gölleri, buzul göller, akarsu kaynaklı göller, kıyasal göller, karstik göller ve yapay göller şeklinde sınıflandırılabilirler (Doods, 2002). Her bir gölün oluşum mekanizmaları kendilerine has jeolojik, fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapılar kazandırır. Bu mekanizmaların oluşturduğu bu yapıyı ortaya koymak, o gölün sürdürülebilir yönetimini, dolayısıyla sürdürülebilir su yönetimi büyük katkılar sunacaktır.

Göller ile akarsular, akarsuların tek yönde sürekli bir su akışının olması, göllerin ise durgun, belli yönde akışı olmaması ile birbirinden ayrılırlar. Göller akarsulara göre daha derin ve statik bir yapıya sahiptir. Göllerin durgun birer su kütleleri olmaları göllerdeki canlı yaşamın daha tahmin edilebilir bir çevrede yaşamalarına imkân vermektedir. Ancak, buldukları enleme göre, göllerdeki mevsimsel değişim daha çok hissedilebilir derecededir.

Dünya üzerinde sucul canlıların yaşamlarını sürdürebilmesi için göller önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Bulduğu bölgenin iklimine etki etmekle beraber su ürünleri yetiştiriciliği, turizm ve balık avcılığı, sulama ve yeraltı sularını beslemenin yanı sıra havzasında bulunan balık türleri ve bunların popülasyonlarını, içinde barındırdığı üretici ve tüketici dinamiklerini, besin ağını oluşturan canlı ve cansız tüm varlıkların etkileşimini sağlayan önemli doğal alanlarıdır.

Artan nüfustan göllerde nasibini almıştır. Dünya yüzeyinde birçok göl insanoğlunun yarattığı veya doğaya saldırdığı kirleticiler ile kirlenmektedir. Bu durum yukarıda belirlendiği gibi çok önemli işlevleri olan göllerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin bozulmasına sebep olmaktadır. İnsanoğlunun sebep olduğu bazı kirleticiler belli bir kaynaktan olabilir. Bunlar noktasal kirleticiler olarak adlandırılır.



Bazı kirletici kaynakları ise noktasal olmayıp kaynağı belli olmamaktadır. Bu kirleticilere de noktasal olmayan kirleticiler adı verilmektedir. Noktasal kirleticilerin etkisini bir şekilde minimize etmek mümkün olurken, noktasal olmayan kirleticilerin kaynağı belli olmaması nedeniyle bunların etkisini azaltmak insanoğlunun bilinçlendirilmesi ile mümkün olabilmektedir. Noktasal olmayan kirleticilerin başında tarımsal faaliyetler, çiftliklerdeki hayvanlardan göllere gelen bakteri ve virüsler, yol yapımı, doğal felaketler, eğlence amaçlı tekne turları, şehirlerden göllere gelen atıklar ve evlerde kullanılan ürünlerdir (Anonim, 2017a).

Gölleri kirleten etmenlerin belirlenmesi, göllerin tekrar eski haline dönüştürülmesinde önem arz etmektedir. Ayrıca göllerin gidişatı hakkında bilgi sunan, trofik seviyenin belirlenmesi gölleri kirleten etmenlerin ileri boyutlara ulaşmadan önlenmesi adına önem arz etmektedir.

Türkiye’de dağlarda bulunan küçük göllerle birlikte 120’den fazla tabii göl bulunmaktadır (Anonim, 2017b). İnsan ve hayvansal atıkların bilinçsizce boşaltıldığı iç sular, sucul ekosistemlerde besin maddelerinin ortamdaki konsantrasyonlarının artmasıyla ortaya çıkan birincil üretimin aşırı artması, oksijen seviyesinin azalması ve bunlara bağlı olarak da ekosistemdeki bozulmalar olarak adlandırılan ötrofikasyon ile yok olma tehlikesinin tehdidi altındadır. Bozulan sucul ekosistemlerin iyileştirilmesi veya bozulmadan önce gerekli tedbirlerin alınması, dolayısıyla sucul ortamların ekolojik dengenin korunması ve devamlılığının sağlanması için ilk olarak sucul ortamların durumunun ortaya konulması gerekmektedir.

Bir gölün limnolojik olarak incelenmesinde birinci etapta morfolojik özelliklerinin belirlenmesi gelir. Morfolojik özellikleri bir gölün ortalama derinliğini, uzunluğunu, genişliğini, hacmini, alanını, kıyı şeridi uzunluğunu, su yüzeyini ve deniz seviyesinden yüksekliğini açıklar. Bir gölün mevcut durumunu ve dönemlik potansiyelini açıklamak için bu özelliklerin en başta belirlenmesi gerekir. Bir gölün havzası sabit olmadığı için devamlı su seviyesi değişiklik gösterir. Bu değişiklikler gölün kıyı şeridini ve o alanda bulunan tüm ekosistemi kökten değişikliğe uğratabilir. Bunun yanı sıra gölün sığ sulara

sahip olması kirliliğinde ve ışık geçirgenliği ve beraberindeki fotosentez ile bentik canlıların varlığına olumlu yönde rol oynar (Wetzel, 2001).

Göller doğal olarak yıllar içinde, kendilerini besleyen sular ile taşınan alüvyonlar veya rüzgârla taşınan topraklar ile dolarak zamanla sazlık ve bataklık haline gelebilir. Daha sonrada kuru toprak haline dönüşür. Göllerin bu yok olma süreci doğal akışında oldukça uzun sürmektedir. Bunun yanında insan kaynaklı etkiler bataklaşmayı veya ötrofikasyonu hızlandırır (Vollenweider, 1968). Küresel ısınma ile farklılaşan ısı değişimleri, tabii ya da insan eliyle değiştirilmiş coğrafik yapılar, su ortamının taşınımı ve fitoplankton popülasyonu ötrofikasyona büyük ölçüde etki eder. İnsan kaynaklı etmenlerin başında sucul ortama besleyici elementlerce zengin atık ve atık su deşarjları gelmektedir (Edmonson, 1979). Bunlara ilaveten tarım alanlarında kullanılan azotlu ve fosforlu gübrelerin sızan sular ile göle ulaşması ile atmosferden alınan emisyonlarda sucul ekosistemde aşırı şekilde besleyici elementlerin artmasına neden olmaktadır. Bir gölde besleyici element zenginleşirse kirlilikten önce alg popülasyonlarında artış görülür. Bu durum göl suyunda ipliksi alglerin yoğunlaşmasına ardından diğer alg türlerinin yeterli oksijen bulamayıp ısınan hava ile bozularak dibe çöküp ayrışmasına sebebiyet vermektedir. Beraberinde gelişen oksijen yetersizliği ve hidrojen sülfür gazının artışı flora ve fauna sistemlerini yok edebilir.

Göllerin verimlilik seviyeleri (trofik seviye) belirlenirken göldeki sınırlayıcı elementlerin iyi tespit edilmesi gerekir. Sınırlayıcı elementler başlıca azot, fosfor, karbon ve silisyumdur. Fitoplanktonlar için karbon kolay elde edilebilir bir element ve silisyum da çok ihtiyaçları olmadığı bir element olarak düşünülürse sınırlayıcı faktörün azot yada fosfor olma olasılığı yüksektir (Karpuzcu ve Koçali, 2007).

Göller verimliliklerine göre 5'e ayrılırlar.

Oligotrofik (az besinli) göller; besleyici element bakımından oldukça fakir, derinlerde çok miktarda çözünmüş oksijen bulunan sınırlı yaşam alanı içermesiyle karakterize edilen gölleridir. Mezotrofik (normal, orta besinli) göller; nispeten daha temiz sulara sahip besleyici element açısından daha zengin, fitoplankton verimliliği ile karakterize edilen göllerdir. Ötrofik (iyi besinli) göller; derinliği az olan ve evsel atıksular, tarımsal

drenaj suları ve bazı endüstriyel atıksuların göle fosfor yüklemesi sonucu beslenmeyi arttırarak fotosentezle aşırı alg büyümesi ile karakterize olan göllerdir. Organik madde miktarının artması ile beraberinde ortamda birtakım kimyasal değişiklikler meydana gelir. Distrofik (kötü besinli) göller; bu tip göller genellikle yumuşak zeminli yağışlı yerlerde ve eskimiş dağlarda görülür. Su rengi kahverengidir. Üretim ve tüketim dengeli değildir. Fosfor, azot ve organik maddeler bakımından zengin olmalarına rağmen humik maddelerin fazlalığı dolayısıyla birçok organizmanın büyümesi sınırlıdır. Alg patlamaları çok sık görülmez. Derin sularda oksijen bulunmayabilir. Bu tip göller genellikle sığlaşır ve sonunda bataklığa dönüşür daha sonra bitki ve orman örtüsü ile kaplanır (Özecik, 2006). Miksotrofik (distrofik fakat üretici) göller ise humik maddeler bakımından zengindirler. Fakat buna rağmen üreticidirler. Besi maddeleri ve askıda organik maddeler bakımından çok zengin göllerdir (Özecik, 2006).

Trofik Durum İndeksinde göllerin verimliliklerinin belirlenmesi için değişik indekslerden yararlanır. Göller ilk oluşumlarında verimsizdirler. Besleyici elementlerin yanı sıra flora ve fauna bakımından oldukça fakir, oksijenin tüm derinliği boyunca aynı olan oligotrof bir yapıları vardır. Zamanla doğal yada insan kaynaklı birincil üreticilerin nispeten olduğu, besleyici element bakımından spesifik değerler gösteren göller zenginleşir. Bu ekosistem döngüsü göl tamamen vasfını yitirene kadar devam eder. Göllerin bu evrelerden hangi seviyede olduğunun belirlenmesi için geliştirilen trofik indeksler kullanılmaktadır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılan Carlson'un klorofil-*a*, seki derinliği, toplam fosforun kullanıldığı trofik durum indeksi gelmektedir. Bunun yanında OECD'e göre aşağıda belirtilen kriterlere göre bir gölün trofik seviyesi ortaya konulmaktadır (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Gölün farklı trofik seviyelerini belirleyen limit değerleri (OECD, 1982).

	Yıllık ortalama toplam fosfor ( $\mu\text{g/l}$ )	Yıllık ortalama klorofil- <i>a</i> ( $\mu\text{g/l}$ )	Yıllık pik klorofil- <i>a</i> ( $\mu\text{g/l}$ )	Yıllık ortalama seki derinliği (metre)	Yıllık minimum seki derinliği (metre)
Ultra-oligotrofik	$\leq 4.0$	$\leq 1.0$	$\leq 2.5$	$\geq 12.0$	$\leq 6.0$
Oligotrofik	$\leq 10.0$	$\leq 2.5$	$\leq 8.0$	$\geq 6.0$	$\leq 3.0$
Mezotrofik	10-35	$\leq 2.5-8$	$\leq 8-25$	6-3	$\leq 3-1.5$
Ötrofik	35-100	8-25	25-75	3-1.5	1.5-0.7
Hiper-ötrofik	$\geq 100$	$\geq 25$	$\geq 75$	$\leq 1.5$	$\leq 0.7$

Bir gölün trofik seviyesini belirlemek için birden çok parametrenin ele alınması gerekir. Doğru bir trofik seviye çok yönlü olmalıdır. Trofik seviye parametreleri; gölün verimliliği, besleyici element yükü ve konsantrasyonu, flora ve fauna miktarı ve kalitesi ve gölün morfolojik özellikleri gibi birçok parametreden oluşur. Bunlardan herhangi biri ya da birkaçı indeksi hesaplamak ve göl hakkında yorum yapmak için yeterli olabilir. Tek bir kritere dayalı indeksler potansiyel olarak kesin olmayabilir. Ancak bütün kriterler birbiri ile iletişim halindedir. Vollenweider (1969, 1976), Kirchner ve Dillon (1975) ve Larsen ve Mercier (yayınlanmamış) göllerdeki fosfor konsantrasyonu ve fosfor yüklemesi bilgisinden trofik durumu tahmin etmek için ampirik denklemler geliştirdi.

Sakamoto (1966) ve Dillon ve Rigler (1974) ilkbahar aylarındaki fosfor yüklemesi ile alg biyoması ve klorofil-*a* değerleri arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Lasenby (1975) seki diskini kullanarak o bölgedeki berraklık ile oksijen arasındaki bağlantı olduğunu açıkladı. Tüm karakteristik parametreleri değerlendirmek oldukça uzun zaman alacağı için spesifik kriterler üzerinden trofik seviye ölçülebilir.

### *Ötrofikasyon*

Ötrofikasyon, besleyici elementlerin bir ekosistemde istenmeyen şekilde artmasıdır (Anonim, 2017c). Doğal ötrofikasyon çok uzun yollar içinde gerçekleşebilir. Bir göl ya da rezervuar, doğal olarak besleyici zenginleştirilmiş topraklara sahip bereketli bir bölgede bulunduğu doğal olarak ötrofik de olabilmektedir. Bu süreyi kısaltan biyolojik ve kimyasal etkenler vardır.

### *Ötrofikasyonda azot, fosfor, seki diski ve derinliğin rolleri*

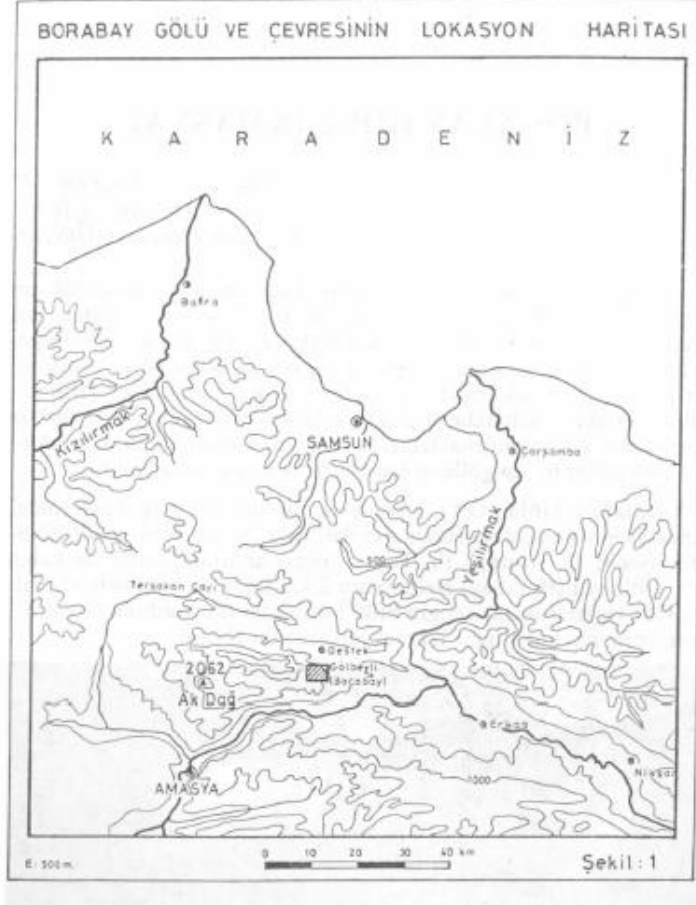
*Azot ve azot döngüsü:* Sucul ortamda azot döngüsü, amonyağın nitrite dönüştürülmesine ve daha sonra nitritin nitratlara dönüşümüne denir (Anonim, 2017d). Birinci aşamada göle en çok tarımsal deşarjlarla giren azot iyonize amonyuma ( $\text{NH}_4$ ) veya iyonize edilmemiş amonyağa ( $\text{NH}_3$ ) bölünecektir. Amonyum tehlike teşkil etmemekle birlikte amonyak ciddi bir tehlike teşkil eder. Amonyum ve amonyak suyun pH değerine de etki eder. Eğer suyun pH seviyesi 7'den düşük ise ortamda amonyum, pH değeri 7'den yüksek ise amonyak iyonları ortama hakim demektir (Anonim, 2017e). İkinci aşamada

ise bakterilerle amonyak oksitlenecek yani ortadan kaldırılacaktır. Amonyak oksidasyonunun yan ürünü nitritlerdir. Üçüncü aşamada ise yine bakteriler gelişir ve nitritleri nitratlara dönüştürürler. Fosfor; suda hayati bir önem taşır. Güneş ışığını kullanma ve enerjiye çevirmek ve hücrel bölünme için fosfor önemli bir etkidir. Alg ve diğer mikroorganizmaların çoğalması bakımından da önemlidir. Sularda fosfor fosfat olarak bulunur. Evsel atıksular genellikle fosfor bileşiklerince zengindir. Son yıllarda deterjan yapımında, katkı maddesi olarak fosfat ve polifosfat bileşikleri, büyük miktarlarda kullanılmaktadır (Anonim, 2017f). Seki derinliği; genellikle sudaki alg miktarını tahmin etmek için kullanılır. Bu ilişki, algal parçacıkların ışığın suya nüfuz etmesini ve dolayısıyla seki derinliğini etkilediği fikrine dayanmaktadır. Seki diskini yararlı kılan şey, verilerin kullanımına bağlıdır. Ölçüm amacı sadece şeffaflık bilgisi elde etmekse, o zaman seki diski uygun bir yöntem olabilir. Ancak seki diskinin amacı tek başına şeffaflığı ölçmek olmadığı taktirde, alg klorofili ve algal biyokütleyi baz alırsa trofik seviyenin belirlenmesinde önemli bir adım teşkil eder. Klorofil-*a* hücrelerde bulunur, ışığı absorbe eder ve yayar. Bu nedenle seki derinliği ile klorofil-*a* arasında ampirik ilişkiler üretilebilir ve bu ilişkilere dayanarak klorofil-*a* konsantrasyonu hakkında bilgi sahibi olunabilir. Derinlik ise tabakalaşmanın meydana gelmesi için gereklidir. Tabakalaşma oksijen seviyesini etkiler (Anonim, 2017g). Farklı derinliklerde farklı sıcaklıklar görülür. Buda sucul ortamda bulunan her canlının biyomasına etki eder.

## **1.2. BORABAY GÖLÜ VE ÖZELLİKLERİ**

Türkiye'nin topoğrafik ve jeolojik koşullarındaki zenginlik çeşitli tiplerde göl oluşumuna zemin hazırlamıştır. Bunlardan biri olan heyelan set gölleri yurdumuzda en çok Karadeniz Bölgesi'nde bulunmaktadır. Karadeniz Bölgesi'nde, iklim ve jeomorfolojik özellikler sık sık heyelan olaylarına neden olmakta ve derin vadiler içerisinde akmakta olan akarsuların önü heyelan kütleleriyle kapanarak, göller oluşmaktadır. Sera Gölü, Tortum Gölü, Gaga Gölü, Yedigöller bu tip göllerin karakteristik örneklerindendir. Borabay Gölü, Orta Karadeniz Bölümü'nün iç kesiminde, Amasya'nın kuzeydoğusunda yer alan eski bir heyelan set gölüdür. Amasya İli, Taşova ilçesi sınırları içerisinde kalan göl, Gölbeyle (Borabay) Beldesinin 2 km kadar

batısındadır. Göl ve etrafındaki zengin bitki örtüsünün oluşturduğu doğal ortam, yöre için önemli bir rekreasyon alanıdır (Anonim, 2017h).



Şekil 1.1. Borabay Gölü ve çevresinin lokasyon haritası (Anonim, 2017h)

*Göl Çevresinin Topoğrafik ve Jeolojik Özellikleri (Anonim, 2017h).*

Yeşilirmak ile Tersakan Çayı arasında kalan Akdağ'ın doğu uzantısında yer alan Borabay Gölü (1045 m) çevresindeki litolojik birimler; Perm kristalize kalkerler, Jura tortul aratabakalı tuf ve aglomeralar ile Pliosen karasal tortullardan oluşmaktadır. Yöre, Kuzey Anadolu Fayına yakınlığı nedeniyle tektonik açıdan aktif bir kuşak içinde kalmaktadır. Göl çevresindeki formasyonların kontaktları, çoğunlukla fay hatlarına uymaktadır. Borabay Gölünün kuzeydoğusunda bulunan kristalize kalkerler de faylarla sınırlanmıştır.

Bu kırık hatları arasında kalan Perm kalkerleri, diğer formasyonlardan topoğrafik özellikleri ile ayrılmaktadır. Jura tortul aratabakalı tuf ve aglomeralar, yapısal

karakterlerine bağlı olarak aşınma ve ayrışma özellikleri ile kalkere göre daha sık bir drenaj ağı ile dikkat çekmektedir. Araştırma alanında en geniş alanı kaplayan Jura formasyonu, tuf ve aglomeralar ile kil ve kumtaşları ile aratabakalı olup, aglomeralar içinde bulunan diabaz-andezit parçalan ve porfirit kırıntıları tüflerle çimentolanmıştır. Bu yapı, Karadeniz Bölgesinin iklim koşulları altında heyelan olaylarına uygun bir ortam hazırlamaktadır. Borabay Gölünün oluşumunu hazırlayan heyelan, özellikleri belirtilen Jura formasyonu ve Perm kalkerleri arasında bulunan fay hattı ile de ilgilidir. Bu fayın oluşturduğu zayıf zon ve kırık hattı boyunca derine sızan sular, tuf ve aglomeralar üzerinde meydana gelen kütle hareketini kolaylaştırmıştır.

### *Borabay Gölü ve Çevresinin Jeomorfolojik Özellikleri*

Borabay Gölü çevresinde, 1300-1400 m'ler arasında uzanan aşınım yüzeyi, gölün yukarı kesiminde adı Çatağın Dere olan, Borabay Dere'sinin içinde aktığı derin bir vadi ile yarılmıştır. Yamaç eğimi % 80'i bulan bu vadiye pek çok yan dere karışmaktadır. Borabay vadisinin kuzey yamacında, Kaleboynu Tepe ile Ardıç Boğazı mevki arasında kalan bölümden başlayan heyelan sonrasında vadi, kayan malzeme ile tıkanmıştır. Vadi içindeki bu topoğrafik değişiklik sonrasında meydana gelen çukurlukta biriken sular, Borabay Gölünü oluşturmuştur. Söz konusu heyelan, Yanıklık Tepenin güneyinde, belirgin bir taç kısmı ile başlar. Buradan güneye doğru 1 km kadar uzanan heyelan kütesinin eni, taç kısmında 450-500 m, topuk kısmında ise 1 km'yi bulmaktadır. Heyelan kütesi içinde, taç kısmında görülen diklikten sonra, farklı eğim derecelerine sahip basamaklara geçilir. Bu basamaklar arasında çukurluk ve düzlükler bulunmaktadır. Heyelan kütesinin vadi içinde geniş bir alana yayılan topuk kısmı her yerde aynı karakterde değildir. Gölün üzerinde yer aldığı kısımda çok fazla bir deformasyon bulunmayıp, bu kısım daha çok dönel çökme tarzındaki bir hareket izlenimi vermektedir. Topuğun doğu kısmında kayma izleri daha belirgindir. Bu kısımda, yoğrulmuş enkaz malzemesinin oluşturduğu yığınlar yer almaktadır. Enkaz, Borabay Deresi ve kolları tarafından derince yayılmıştır. Heyelanın enkazının etkisi ile vadinin boyuna profilinde büyük bir değişiklik oluşmuştur. Gölün üzerinde yer aldığı vadi ile bu vadinin, 3.5 km kuzeyindeki Musullu Deresi ve 1.5 km güneyindeki Bostan Deresi vadilerinin boyuna profilleri karşılaştırıldığında heyelandan önceki eğimin % 12 ile % 16 arasında olduğu anlaşılmaktadır. Gölün oluştuğu alandaki eğim % l'den azdır.

Buna karşın settin doğu kısmında eğim % 20'dir. Eğim kırıklığı, enkazın oluşturduğu yığından kaynaklanmakta olup, topuk kısmının bu kesimdeki kalınlığı 200 m'ye yakındır. Boyu 500 m olan Borabay Gölü'nün, genişliği 40-110 m arasında değişmektedir. Şekli, içinde yer aldığı vadinin uzanışına uyan göl, yaklaşık 3 km<sup>2</sup>'lik bir alan kaplamaktadır. Settin, taşkınlar nedeniyle yarılmasını önlemek için üzerine betondan bir bent inşa edilmiştir. Gölün fazla suları, bendin güney kısmındaki bir ayakla boşalmaktadır. Göl seviyesinin yağış ve ani kar erimelerine bağlı olarak aşın derecede yükseldiği zamanlarda ise, bendin kapakları da açılarak suların fazlası boşaltılmaktadır. Göl, Çatağın Deresi ve yan derelerin getirdiği alüvyal ve kolüvyal malzeme ile dolmaktadır. Gölün batı kısmında bulunan yaklaşık 2-2.5 km<sup>2</sup>'lik bu tip bir dolgu alanı, göle doğru gelişimini sürdürmektedir. Bu alüvyal düzlük, kavak ve söğüt ağaçlarıyla kaplı olup, göl seviyesindeki yükselmeye bağlı olarak zaman zaman sular altında kalmaktadır.

#### *Göl ve Çevresinin Turizm Potansiyeli*

Borabay Gölü ve çevresi, sahip olduğu doğal değerler ile yöre için güzel bir dinlenme alanıdır. Gölün oluşturduğu doğal güzellikler yanında, etrafındaki kayın, sarıçam, meşe ve gürgenlerden oluşan karışık orman örtüsü de buranın önemini arttırmaktadır. Bu özellikleri ile yöre halkının büyük ilgisini çeken Borabay Gölü ve çevresinde, Orman Genel Müdürlüğü tarafından bir orman içi dinlenme alanı oluşturulmuştur. Bu dinlenme alanı içinde günübirlik kullanıma yönelik tesislerin yanı sıra, geceleme olanağı sağlayan konaklama üniteleri de bulunmaktadır. Çevresinde uygun piknik alanları bulunan gölde, sandal gezintileri yapılabilmektedir. Göl, içindeki balık varlığı ile de dikkat çekmektedir. Çoğunlukla günübirlik kullanıma hizmet eden göl civarında, çevre temizliğine gerekli önemin verilmemesi, bu alanda belirgin bir çevre kirliliği yaratmıştır. Yöre için önemli bir turizm potansiyeline sahip olan bu alanın korunması ve daha iyi değerlendirilmesi mümkündür. Göl çevresinde, yörenin doğal karakteriyle uyumlu dinlenme ve konaklama tesisleri arttırılarak, daha geniş bir kesimin kullanımına sunulabilir ve buradan daha verimli bir yararlanma sağlanabilir. Ancak, bu düzenlemeler yapılırken çevrenin tahrip edilmesini ve doğal dengenin bozulmasını engelleyecek her türlü önlemin alınması zorunludur. Aksi halde, son derece güzel olan



bu ortam, kısa bir süre sonra ciddi bir çevre tahribi ve kirliliği ile karşı karşıya kalacaktır.

Bu çalışmada Amasya İli Taşova İlçesine bağlı Borabay Gölü'nün trofik seviyesi yıllık ve mevsimsel olarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ ve GENEL BİLGİLER

Kavurt (1993)'de Afyon İli sınırları içerisinde yer alan Eber ve Karamık Gölleri'nin ötrofikasyon ve trofik seviyelerini araştırmıştır.

Özden (2002) Köyceğiz Gölü'nün Su Kalitesinin Belirlenmesi ve Vollenweider Modeline Göre Trofik Seviyenin İrdelenmesi adlı doktora çalışmasında, gölün 1998 yılında %2 olasılıkla oligotrofik, %42 mezotrofik, %52 ötrofik, %4 hiperötrofik olduğu, 1999 yılında ise %1 oligotrofik, %32 mezotrofik, %59 ötrofik, %8 hiperötrofik olduğunu bildirmektedir.

Manav (2003)'de Mogan Gölü trofik statüsünün belirlemeye yönelik olarak yapmış olduğu çalışmada gölün mezotrofik/ötrofik arasında bir yapıya sahip olduğunu belirlemiştir.

Ertosun (2007)'de Uşak'da Üçpınar Gölü'nün Trofik Seviyesinin Belirlenmesi adlı Yüksek Lisans Tez Çalışmasında, gölün ötrofik yapıda olduğunu belirlemiştir.

Ayvaz ve ark. (2007)'de Afşar Baraj Gölü'nün (Manisa-Türkiye) Trofik Statüsünün Belirlenmesi (2007) çalışmasında OECD kriterlerine ve Carlson trofik indeksinin klorofil-*a* ve seki diski değerlendirmelerine göre gölün ötrofik seviyede olduğu tespit etmişlerdir.

Mangıt (2008) ve Manav (2003)'de olduğu gibi Mogan Gölü'nün Trofik Statüsünün İzlenmesi adlı çalışmasında, ölçülen parametreler ışığı altında gölün 2003'de mezotrofik/ötrofik olan yapısının 2008'de hiperötrofiye doğru kaydığını bildirmiştir.

Polat ve Özmen (2011) Almus Baraj Gölünde Trofik Seviyenin Belirlenmesi ve Gölün Fosfor Taşıma Kapasitesinin çalışmalarında (Ocak 2008 - Ocak 2009) 9 istasyonda toplam fosfor ve seki derinliği parametreleri belirleyerek elde ettikleri sonuçları OECD tarafından belirlenen trofik seviye sınıflandırması değerleri ile karşılaştırarak, Almus Baraj Gölü'nün trofik seviyesi belirlemiştir. Gölün OECD tarafından verilen sınır

değerlere göre toplam fosfor açısından mezotrofik, seki görünürlüğü açısından ötrofik bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir.

Zeybek ve ark. (2012)'de Eğirdir Gölü'ne bağlı olan Kovada Gölü'nün trofik durumu Carlson'un indeksi kullanılarak ortaya konulmuştur. Kovada Kanalı'nın toplam fosfora göre hiperötrofik, klorofil-*a*'ya göre ise mezotrofik olduğu belirlenmiştir. Tüm veriler bir arada değerlendirildiğinde gölün mezotrof karakterde olduğu tespit edilmiştir.

Avşar ve ark. (2012) Manisa'da bulunan Afşar Gölü'nün trofik seviyesi belirlemiştir. OECD kriterlerine ve Carlson Trofik İndeksinin klorofil-*a* ve seki disk değerlendirmelerine göre gölün ötrofik seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Akyüz Şahin ve ark. (2013) Büyük Akgöl (Sakarya ) Fitoplankton Kompozisyonu ve Mevsimsel Değişimleri çalışmalarında Göl'ün fitoplankton türleri kullanılarak hesaplanan trofik seviyesinin  $C= 18.5$  olarak hesaplanmıştır. Bu indekse göre oligotrof göllerde bu oran 1'in altında, ötrof göllerde ise 9'a eşittir. 15-20 ileri derecede ötrofik seviyeyi bildirir (Cirik ve Cirik, 1995). Bu sonuçlara göre gölün ileri derecede ötrof olduğu belirlenmiştir.

Varol (2013)'de Batman Gölü trofik seviyesinin belirlenmesine yönelik olarak yapmış olduğu çalışmada, Carlson İndeksine göre gölün mezotrofik bir yapıda olduğunu belirlemiştir. Ortalama TN:TP oranına göre gölün fitoplankton gelişimini, azot ve fosforun birlikte sınırladığını bildirmiştir.

Dalkıran N. ve ark. (2016) Uluabat Gölü fitoplankton tür ve kompozisyonlarının zamansal ve alansal değişimi dikkate alarak, Nygaard'ın Trofik Durum İndeksi (Nygaard 1949) hesaplamışlardır. Mart 2006-Ocak 2007 tarihleri arasında tespit edilen takson çeşitliliği kullanılarak hesaplanan indeks değeri 19.6 olarak belirlenmiştir. Bu değere göre gölün fitoplankton kompozisyonu açısından ötrofik karakterde olduğu tespit edilmiştir.

Kutlu ve ark. (2017) Uzunçayır Baraj Gölü'nün (Tunceli) Carlson İndeksine Göre Trofik Durumunun Belirlenmesi adlı çalışmalarında Uzunçayır Baraj Gölü'nün oligotrofik sınıfa girdiği tespit edilmiştir.

Ülkemiz iç sularında göllerin trofik seviyesini belirlenmesine yönelik çok sayıda çalışma olmasına karşın (Kavurt 1993; Özden 2002; Manav 2003; Mangıt 2008; Varol 2013; Ayvaz ve ark. 2013; Zeybek ve ark. 2012), önerilen bu çalışmanın çalışma alanı olan heyelan set gölü karakterinde olan Borabay Gölü'nün trofik statüsün belirlenmesine yönelik herhangi bir çalışma mevcut değildir. Borabay Gölü ile ilgili Abdik (2000) ve Özenli (2008)'de tez çalışmalarında bu gölün fitoplankton türlerini belirlemiştir. Bunun dışında yapılmış herhangi bir bilimsel çalışma mevcut değildir. Turizm açısından oldukça önemli olan ve doğal güzelliği ile insanların doğayla baş başa kaldığı ender göllerden olan Borabay Gölü'nün trofik durumunun belirlenmesi amaçlanan bu tez çalışması bu yönüyle bir ilk olma hüviyetini taşımaktadır.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Araştırma Alanı ve Özellikleri**

Çalışma; Amasya İli Taşova İlçesinde bulunan Borabay Gölü'nde mevsimsel olarak İlkbahar 2016'den başlamak üzere (ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış) gerçekleştirilmiştir. Bu tez çalışmasında zengin bitki örtüsü ve doğal ortamıyla bölge için önemli bir ekonomik kaynak oluşturan Amasya İlinin Taşova ilçesine bağlı Borabay Gölü'nün trofik seviyesinin tespiti amaçlanmıştır. Trofik durumun ortaya konulması ile yöreye özellikle turizm ile ekonomik girdi oluşturan bu gölün içinde bulunduğu durum hakkında bilgi sahibi olunacak, bu bilgi ile gölün doğal olarak kalması için alınması gerekli tedbirlere dayanak sağlanması amaçlanmıştır.

Borabay Gölü Amasya İli Taşova ilçesine 15 km uzaklıkta doğal bir Krater Gölü'dür. Denizden 800 metre yükseklikte olan gölün ortalama derinliği 20 m'dir. Gölün etrafı oldukça zengin bitki örtüsü ile kaplıdır. Gölün etrafında kayın, sarıçam, sedir ve kestane ağaçları bulunmakta, Bakanlar Kurulu kararı ile Göl Turizm alanı olarak ilan edilmiştir. Gölün berraklığı ve doğal yansımaları nedeniyle Göl 'Aynalı Göl' olarak adlandırılmaktadır.

##### **3.1.2. Yöntem**

Örnekleme 2016 yılının İlkbahar, Yaz, Sonbahar ve 2017 yılının Kış mevsiminde gerçekleştirilmiştir. Kış mevsiminde gölün üzeri buz tutması nedeniyle sadece bazı bölümlerden örnekler alınmış ve analiz edilmiştir. Örnekleme için göl üzerinde giriş, orta ve çıkış kesiminde seçilen üç istasyonunun yüzey ve derin kesimlerinden alınan su numunelerinden amonyum azotu (NH<sub>4</sub>-N), nitrit azotu (NO<sub>2</sub>-N), nitrat azotu (NO<sub>3</sub>-N), fosfat (PO<sub>4</sub>), toplam azot, toplam fosfor ve klorofil-*a* konsantrasyonları belirlenmiştir (Şekil 3.1). Ayrıca gölün giriş ve çıkış nehir alanlarından da su numuneleri alınarak göle giren ve gölden çıkan besleyici elementlerin konsantrasyonları da belirlenmiştir. Örnekleme şişeleri (ışık geçirmez koyu renkli polietilen şişeler) araziye çıkmadan önce

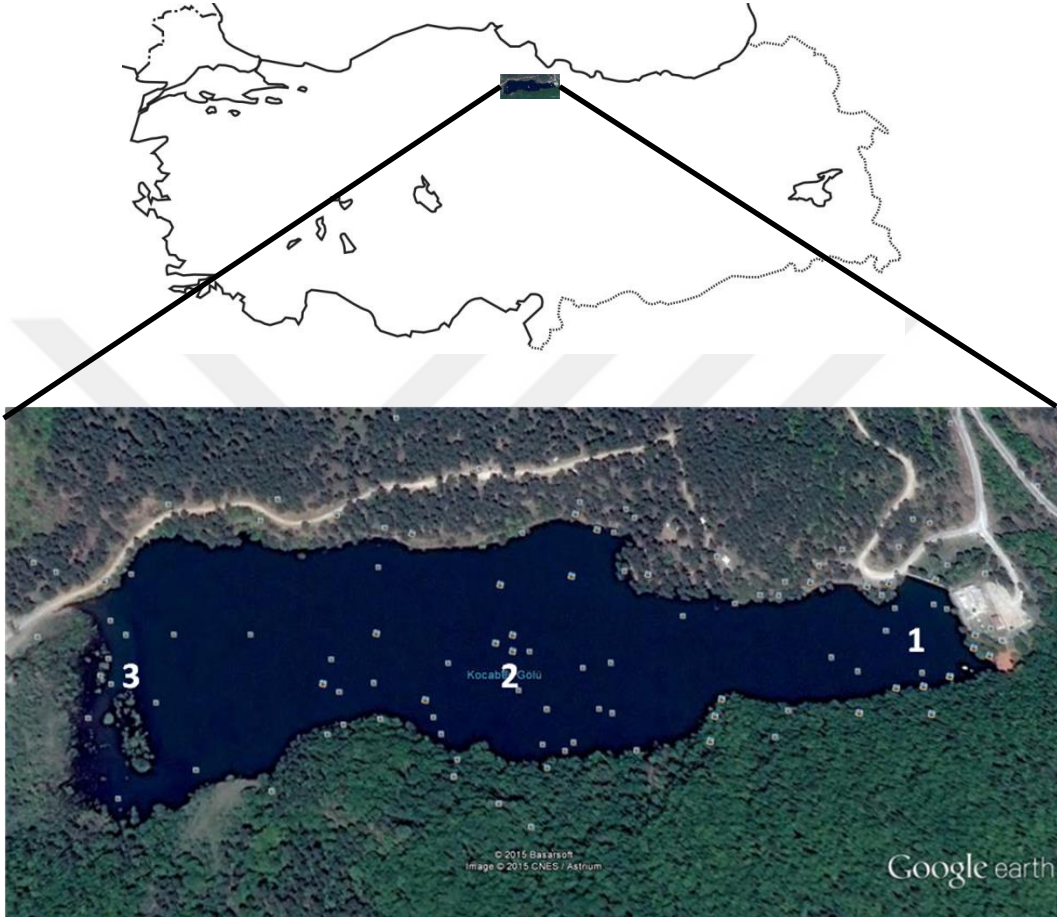
laboratuvarda herhangi bir temizlik maddesi kullanmadan doğrudan yıkama fırçası ve musluk suyu ile temizlemiş ve distile su ile durulanmıştır. Su örnekleri 2 litrelik polietilen şişeler kullanılarak yüzeyden dibe doğru şişelerde hava boşluğu kalmayacak şekilde suya daldırılarak alınmıştır. Derinden sular Nansen şişesi ile alınmıştır. Alınan örnekler uygun şartlar altında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Almus Meslek Yüksekokulu'ndaki Kimya Laboratuvarına ulaştırılarak analizleri gerçekleştirilmiştir.

Su sıcaklığı, çözülmüş oksijen ve oksijen doygunluğu, elektriksel iletkenlik, çözülmüş katı madde miktarı, pH ve ORP 30 m derinliğe kadar uzanabilen problu YSI Professional Plus R model ölçüm cihazı ile çalışmanın yürütüldüğü her derinliğe daldırılarak arazide ölçülmüştür. Seki diski derinliği, her istasyonda seki diski ile doğrudan ölçülecek; 25 cm çaplı parçalı seki disk tercih edilmiştir (APHA,1995). Bulanıklık, Hach 2100P model bulanıklık ölçüm cihazı ile laboratuvarda doğrudan ölçülmüştür. Askıda katı madde; Hach DR/2800 model spektrofotometre kullanılarak 860 nm dalga boyunda distile su şahidine karşı doğrudan okumayla belirlenecektir (Hach, 1997).

Amonyum azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, toplam azot ve toplam fosfor analizlerinde Hach DR 2800 model arazi spektrofotometresi ve APHA standartlarına göre hazırlanmış ve metotlanmış Hach marka hazır kitler ve solüsyonlar kullanılmıştır. Amonyum azotu ve toplam azot tayininde nessler, nitrit azotu tayininde diazotizasyon, nitrat azotu tayininde kadmiyum indirgenmesi, toplam fosfor tayininde Phosver 3 asit persülfat sindirimi metodu kullanılmıştır.

Klorofil-*a*, örneğin geçirildiği filtrelerin sulu alkali asetonla ekstraksiyonu ardından çift ışın yollu Helios- $\alpha$  model UV-Visspektrofotometrede absorbanı ölçülerek (Wetzel ve Likens, 1991) ve monokromatik metotla hesaplanarak tayin edilmiştir. Bu amaçla 500 ml örnek 0.45  $\mu$ m gözenek açıklığına sahip GF/F filtreden süzülecek ve filtreler cam doku öğütücüde %90 alkali aseton solüsyonuyla ekstrakte edilmiştir. Doku öğütücünün içeriği hacim çizgili ve kapaklı santrifüj tüpüne boşaltılacak, tüpler maksimum 3000-4000 rpm hızda 5 dakika santrifüj edilecek, çökelek dağıtılmadan süpernatant bir pipetle 5 cm ışın yoluna sahip bir küvete alınarak spektrofotometrede sırasıyla 750 nm

(bulanıklık şahidi) ve 665 nm dalga boylarında absorbansları ölçülmüştür. Aynı küvete 1 N hidroklorik asit eklenerek asitlendirilmiş, 5 dakika beklenmiş ve tekrar aynı dalga boylarında absorbansları ölçülmüştür (Wetzel ve Likens, 1991).



Şekil 3.1. Borabay Gölü ve örnekleme istasyonlarının konumu

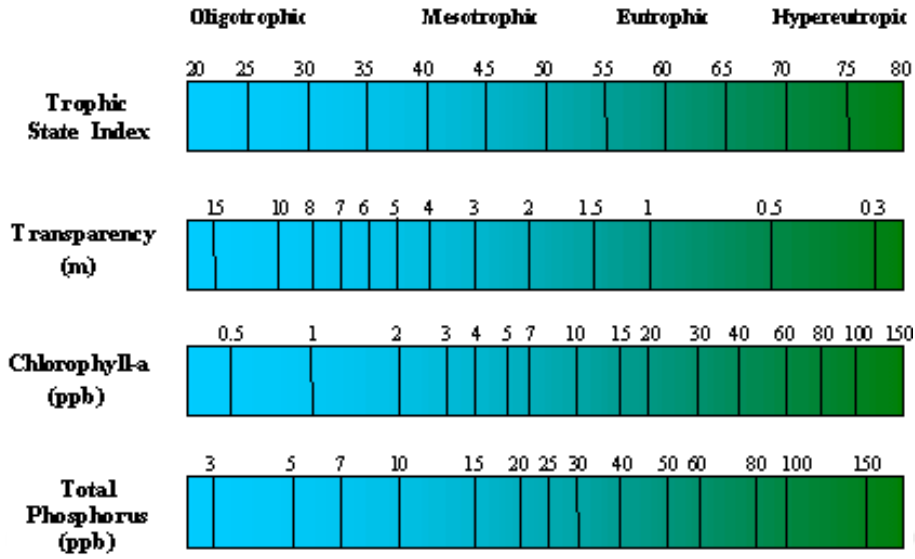
#### *Carlson (1977)'un Trofik Durum İndeksi'nin (TSİ) hesaplanması*

Bu indeks göllerin trofik durumlarının ortaya konulmasında klorofil-*a*, fosfor ve ışık geçirgenliği (seki derinliği) değerlerini kullanır. Bu indeks en basit şekliyle bu üç kritere göre bir gölün verimlilik açısından durumunu ortaya koymaktadır. Carlson (1977)'un ileri sürmüş olduğu bu indeks aslında algal biyomastan yararlanılarak göllerin trofik durumu sınıflandırılmasıdır. Bu indekste kullanılan klorofil-*a*, seki derinliği ve toplam fosfor algal biyomasta meydana gelen değişimleri yansıtır. Carlson (1977) bu üç değişkenin TSI ve sınır değerlerini aşağıdaki çizelgede belirtmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Göllerin trofik durumunun sınıflandırması ve kullanılan üç değişken TSI ve sınır değerleri (Carlson, 1977)

TSI Değeri	Klorofil-a (µg/l)	Seki Derinliği (m)	Toplam P	Özellikleri	Sucul Yaşam
<30	<0.95	>8	<6	Oligotrofik: Su temiz, mavi görünümde, hipolimnion mevcut.	Alabalıklar için uygun ortamlardır.
30-40	0.95-2.6	8-4	6-12	Sığ göllerin hipolimnion tabakası oksijensiz olabilir	Alabalıklar sadece derin göllerde mevcuttur
40-50	2.6-7.3	4-2	12-24	Mezotrofik: Su kısmen temiz, yaz sürecince hipolimniondaki oksijensiz artış gösterebilir.	Hipolimniondaki oksijensizlik alabalıkların bulunmamasına neden olur.
50-60	7.3-20	2-1	24-48	Ötrofik: Hipolimnion oksijensiz, makrofit problemleri de gözlemlenebilir.	Sadece ılık sularda yayılım gösteren balıklar mevcuttur. Levreğe yoğun rastlanılabilir.
60-70	20-56	0.5-1	48-96	Mavi-yeşil algler dominanttır, alg köpükleri ve makrofitler sorun teşkil eder	Yoğun makrofit, alg köpükleri ve düşük saydamlık sudaki yüzmeyi engelleyebilir. Sazan gibi <i>Cyprinid</i> 'lere rastlanır.
70-80	56-155	0.25-0.5	96-192	Hiperötrofik: Işık verimliliği sınırlar. Algler ve makrofitler yoğundur.	
80>	>155	<0.25	192-384	Alg köpükleri ve az sayıda makrofit mevcuttur	Toleranslı balıklar yoğundur; yazın balık ölümleri gözlemlenebilir.





Şekil 3.2. Göllerin trofik indeks, görünürlük, klorofil-*a* ve toplam fosfora göre sınıflandırılması (Anonim , 2017i)

Carlson'un indeks değerleri aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplama seki diski, klorofil-*a* konsantrasyonu ve toplam fosfor dikkate alınarak mevsimsel ve yıllık TSI'ler hesaplanmıştır.

$$\text{TSI (Trofik durum indeksi)} = 60 - 14.41 \ln \text{ Seki diski (metre)}$$

$$\text{TSI} = 9.81 \ln \text{ Klorofil-}a \text{ (ug/L)} + 30.6$$

$$\text{TSI} = 14.42 \ln \text{ Toplam fosfor (ug/L)} + 4.15$$

Bu eşitliklerde: TSI = Carlson'un trofik durum indeksi, ln = doğal logaritma'dır.

Carlson'un trofik durum indeksine ilaveten, ayrıca OECD (Çizelge 1.1) tarafından belirlenen kriterler ile Borabay Gölü için alınan veriler karşılaştırılarak gölün trofik seviyesi ortaya konulmuştur. Bunlara ek olarak 15.4.2015 tarihinde Resmi Gazetede yayınlanan Göl, Gölet ve Baraj Göllerinde Trofik Sınıflandırma Sınır Değerleri Borabay Gölü'nün trofik durumunun ortaya konulmuştur (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Göl, Gölet ve Baraj Göllerinde Trofik Sınıflandırma Sınır Değerleri (OECD 1982)

Trofik Seviye	Toplam P (µg/l)	Toplam N (µg/l)	Klorofil- <i>a</i> (µg/l)	Seki Disk Derinliği (m)
Oligotrofik	<10	<350	<3.5	>4
Mezotrofik	10-30	350-650	3.5-9.0	4-2
Ötrofik	31-100	651-1200	9.1-25.0	1.9-1
Hiperötrofik	>100	>1200	>25.0	>1

Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'nde (YSKYY)'ne göre Trofik Durum yukarıdaki tabloya göre değerlendirildiğinde aşağıdaki hususların dikkate alınması gerekir.

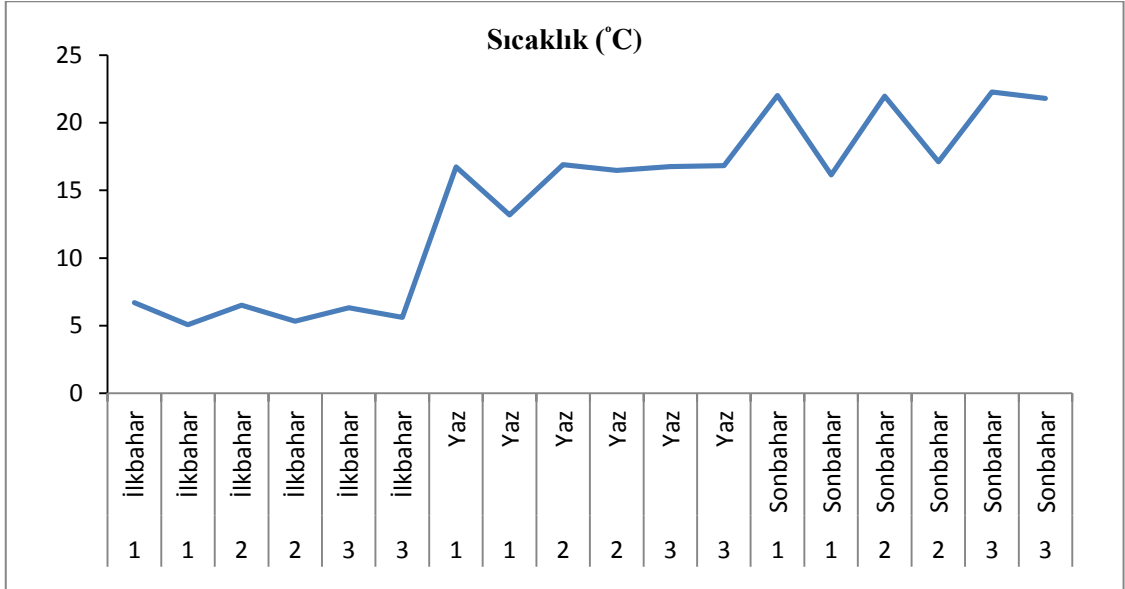
- 1.Seki diski tek başına belirleyici değildir.
- 2.Parametrelerin her birinin farklı trofik seviyede çıkması durumunda klorofil-*a* belirleyicidir.
- 3.Trofik seviyelerden en az iki parametrenin trofik seviyesinin aynı çıkması durumunda, bu trofik seviye geçerlidir. Ancak; klorofil-*a* parametre seviyesinin, neticesi aynı olan parametrelerden daha yüksek çıkması durumunda, klorofil-*a* belirleyicidir.
- 4.Dört parametrenin dikkate alınması ve iki trofik seviyenin farklı çıkması durumunda (ikişer parametre için aynı trofik seviye) en yüksek trofik seviye geçerlidir.

Ayrıca alınan tüm verilerin normal dağılım gösterip göstermediği ve varyansların homojen olup olmadıkları test edildikten sonra ölçülen parametreler mevsimsel ve alansal farklılık gösterip göstermediği 2 yönlü ANOVA ile test edilmiştir.

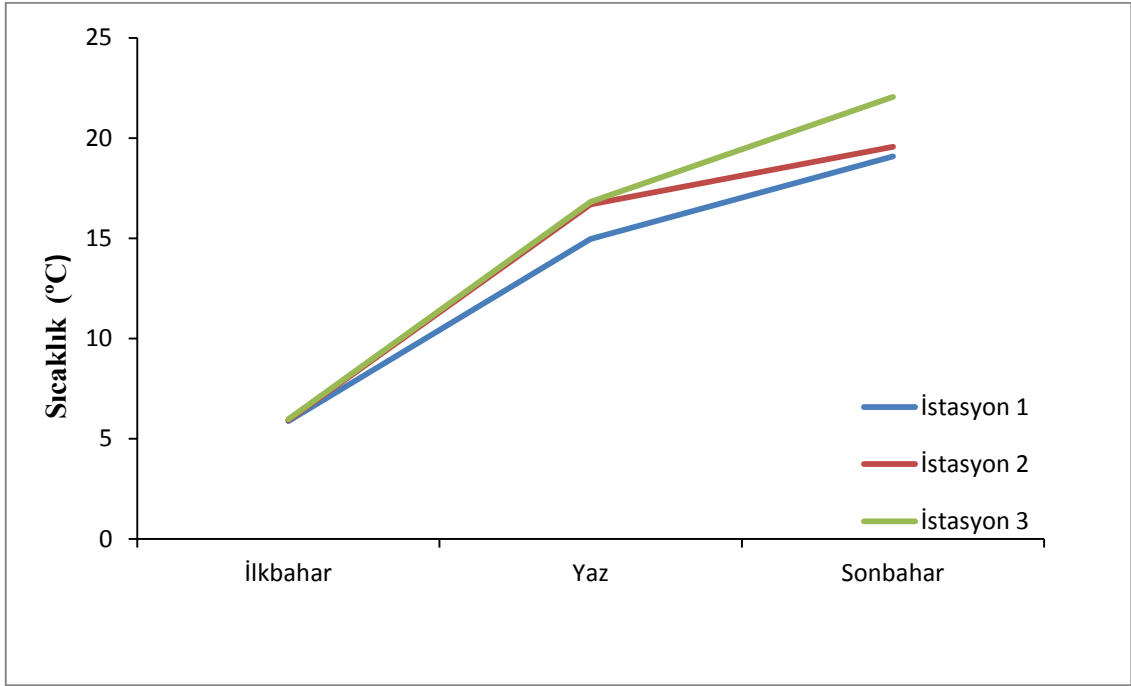
## 4. BULGULAR

### 4.1. Sıcaklık

Borabay Gölü yüzey su sıcaklığı çalışma süresince 5.06 °C (İlkbahar 1. istasyon) ile 22.28 °C (Sonbahar 3. İstasyon) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.1, Şekil 4.2, Ek-1, Ek-2). Ortalama en düşük su sıcaklığı ilkbahar mevsiminde 1. istasyonda, en yüksek ortalama sıcaklık ise sonbahar mevsiminde 3.istasyondan elde edilmiştir. Yüze ve derin kesimlerden ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde kış mevsiminin bitiminde ilkbahar mevsiminde ölçülen yüzey ve derin bölgelerden ölçülen su sıcaklık değerlerin oldukça yeknesak olduğu görülmektedir. Yaz başlangıcında ölçülen sıcaklık değerlerinin de 1. istasyon hariç derin ve yüzey sıcaklıkları arasında bir farklılık olmadığı, bu dönemde sıcaklık tabakalaşmanın henüz oluşmadığı görülmektedir. Yaz sonu ve sonbahar başlangıcında ölçülen sıcaklık değerinin derin ve yüzey sıcaklıkları ile derin kesimlerin sıcaklıkların farklı olduğu, bu dönemde sıcaklık tabakalaşmasının olduğu görülmektedir. Su sıcaklık değerlerinde istasyonlar arasındaki değişim istatistiksel olarak farklı bulunmazken ( $F_{2,9}=0.959$ ;  $P>0.05$ ), mevsimlerin sıcaklık değerleri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $F_{2,9}=77.56$ ;  $P<0.05$ )



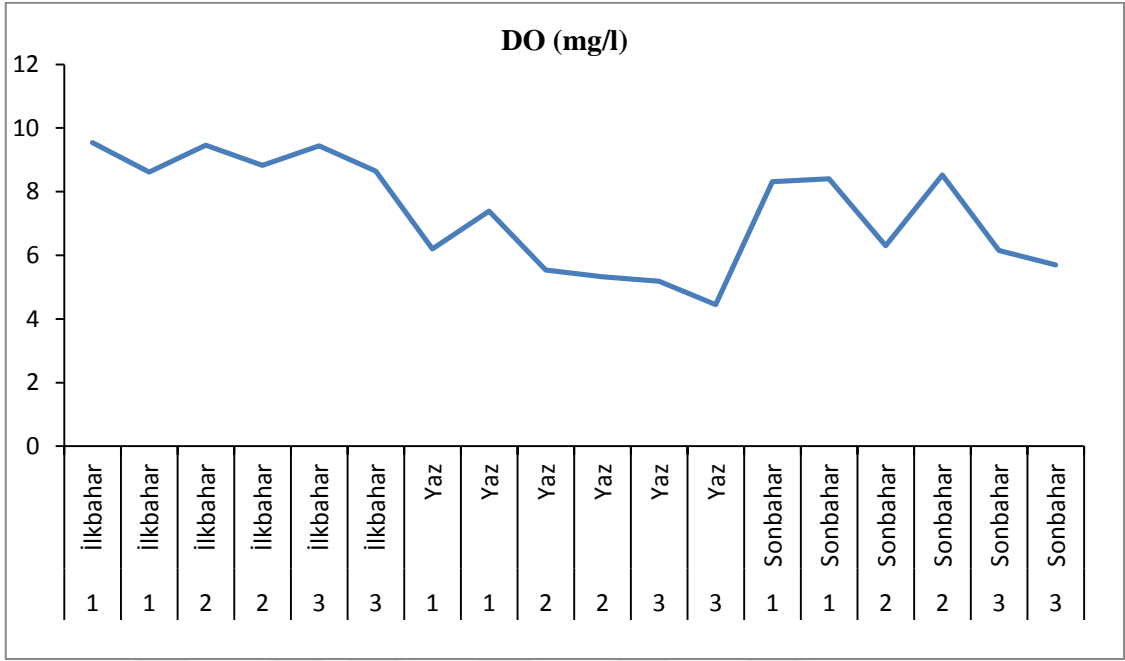
Şekil 4.1. Su sıcaklığının çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları (1: 1. İstasyon, 2: 2. İstasyon, 3: 3. İstasyon)



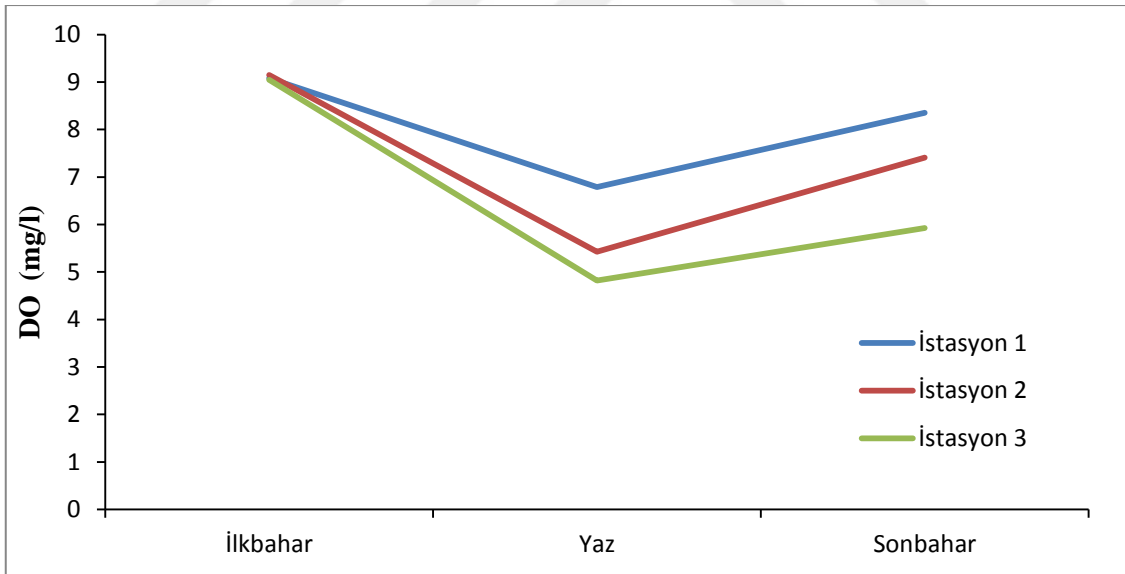
Şekil 4.2. Su sıcaklığının istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri

#### 4.2. Çözünmüş Oksijen

Çalışma süresinde çözünmüş oksijen değeri 4.45 ile 9.54 mg/l arasında değişim göstermiştir. (Şekil 4.3, Şekil 4.4, Ek-1, Ek-2). Ortalama oksijen değeri ise yine 4.829 (Yaz 3. istasyon) ile 9.145 (İlkbahar 2. istasyon) arasında değişim göstermiştir. Çözünmüş oksijen hem istasyonlar ( $F_{2,9}=6.56$ ;  $P<0.05$ ), hem de mevsimler arasında istatistiksel farklılık göstermiştir ( $F_{2,9}=34.85$ ;  $P<0.05$ ). Genel itibariyle yaz mevsimi diğer mevsimlerden daha düşük çözünmüş oksijen değerine, üçüncü istasyon ise diğer istasyonlara göre daha düşük oksijen değerine sahip olduğu belirlenmiştir. İlkbahar, yaz ve kış mevsimlerinde akarsudan ölçülen çözünmüş oksijen değerleri sırasıyla 9.12, 4.43 ve 6.78 olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.3. Çözünmüş oksijenin çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları (1: 1. İstasyon, 2: 2. İstasyon, 3: 3. İstasyon)

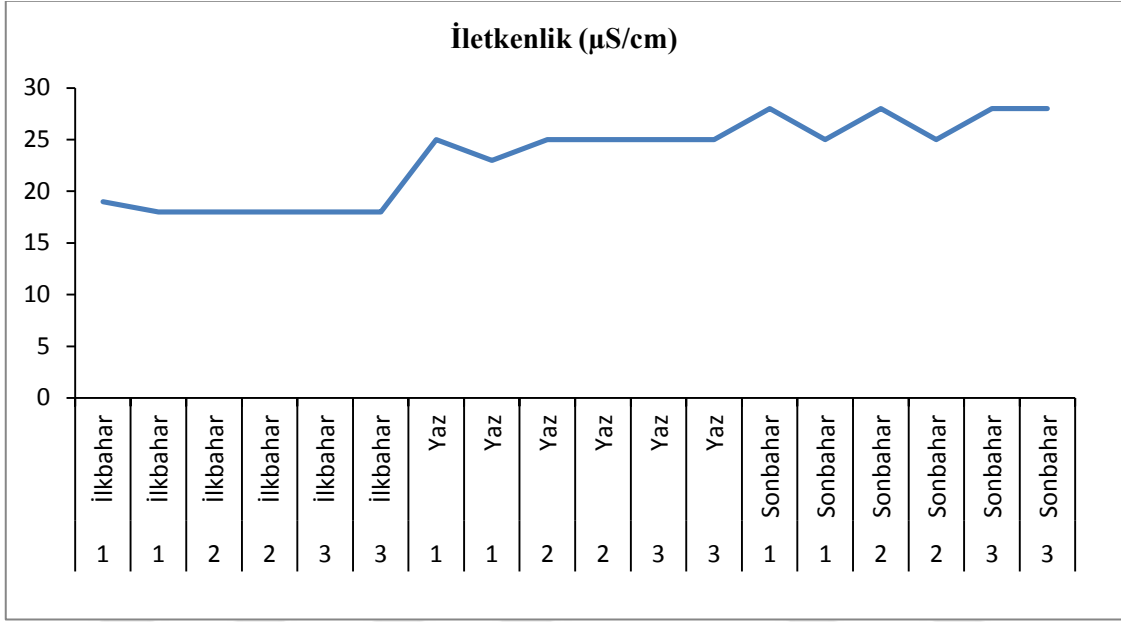


Şekil 4.4. Çözünmüş oksijenin istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri

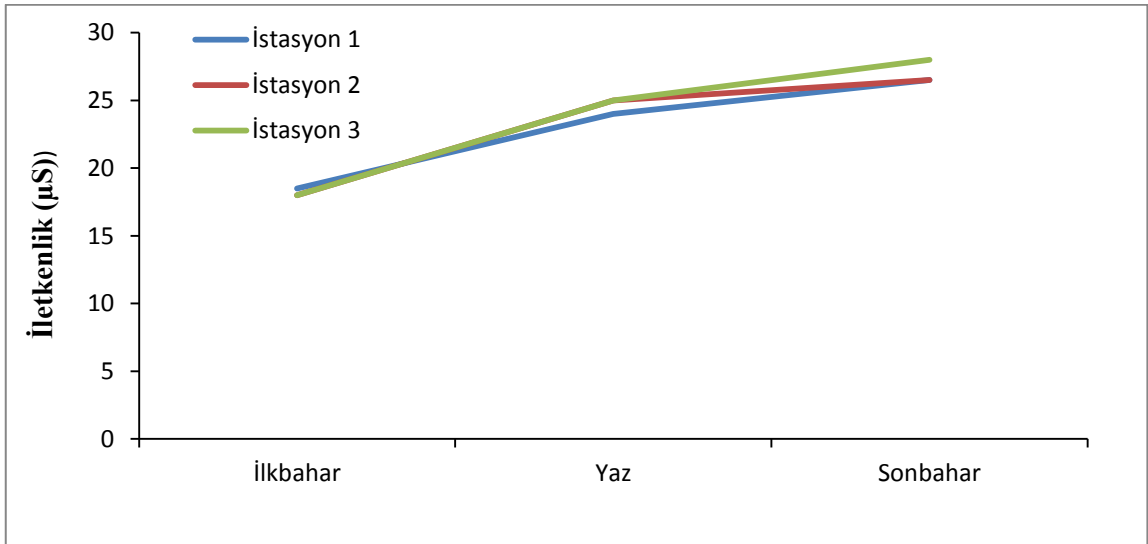
### 4.3. İletkenlik

Çalışma süresinde iletkenlik değeri 18 ile 28  $\mu$ S arasında değişim göstermiştir. Ortalama iletkenlik değeri ise yine 18 (İlkbahar 3. istasyon) ile 28 (Sonbahar 3.

istasyon) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.5, Şekil 4.6, Ek-1, Ek-2). İletkenlikte istasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmezken ( $F_{2,9}=0.56$ ;  $P>0.05$ ), mevsimler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F_{2,9}=98.39$ ;  $P<0.05$ ).



Şekil 4.5. İletkenliğin çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları (1: 1. İstasyon, 2: 2. İstasyon, 3: 3. İstasyon)



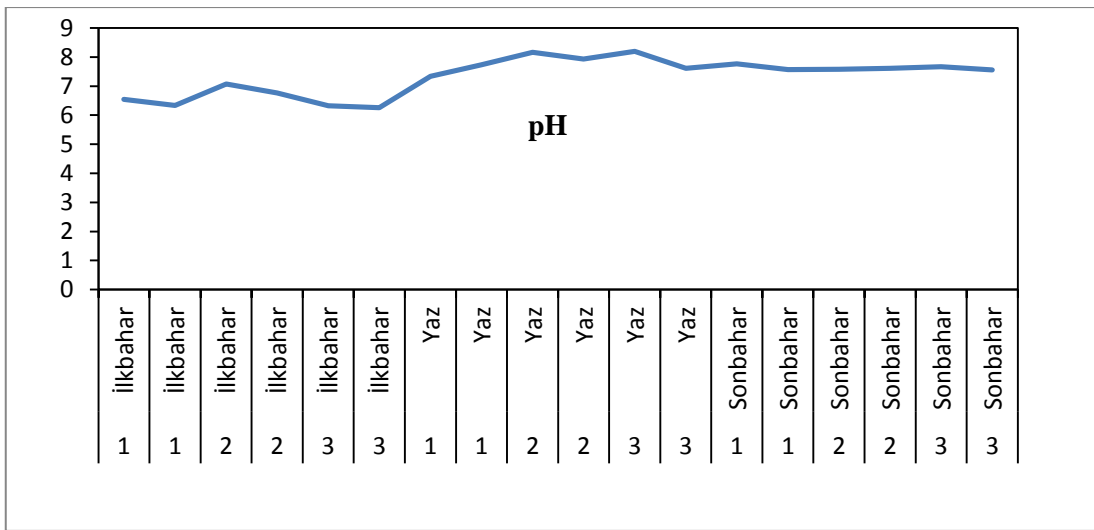
Şekil 4.6. İletkenliğin istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri

#### 4.4. Toplam Çözünmüş Katı Madde ve Tuzluluk

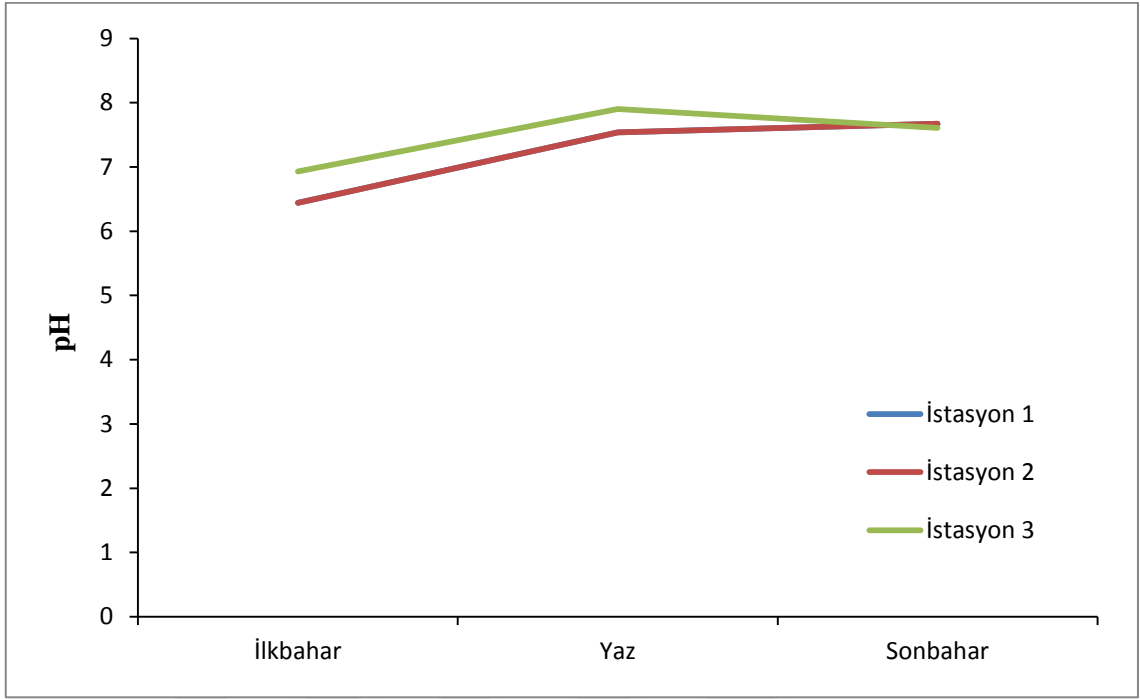
Çalışma süresince toplam çözünmüş katı madde ve tuzluluk tüm mevsim ve istasyonlarda sırasıyla 0.019 mg/l ve 0.01 ppt olarak ölçülmüştür (Ek-1, Ek-2).

#### 4.5. pH

Çalışma süresince en düşük pH değerine ilkbahar mevsimi 3. istasyonda (6.26), en yüksek değere yine bu istasyonun yaz mevsiminde (8.20) elde edilmiştir (Şekil 4.7, Şekil 4.8, Ek-1, Ek-2). Ortalama pH değeri genel itibariyle İlkbahar mevsiminde en düşük değerde (6.30-6.91 arası) en yüksek ise yaz mevsiminde (7.50-8.05) elde edilmiştir. İstasyonların pH değerleri birbirinden istatistiksel olarak farklılık göstermemişken ( $F_{2,9}=3.70$ ;  $P>0.05$ ), mevsimler arasındaki farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F_{2,9}=67.7$ ;  $P<0.05$ ). Genel itibariyle ilkbahar mevsimi diğer mevsimlere göre daha asidik bir suya sahip olduğu söylenebilir. İlkbahar mevsiminde dere ağzında pH değeri 9.27, Yaz mevsiminde 7.92 ve kış mevsiminde ise 8.4 olarak belirlenmiştir. Kış mevsiminde gölün yüzeyi buzla kaplı olması nedeniyle, buzla kaplı olmayan kesiminden (Gölün batı kıyısı) pH değeri yine bazik karakterde 8.2 olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.7. pH'nın çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları (1: 1. İstasyon, 2: 2. İstasyon, 3: 3. İstasyon)



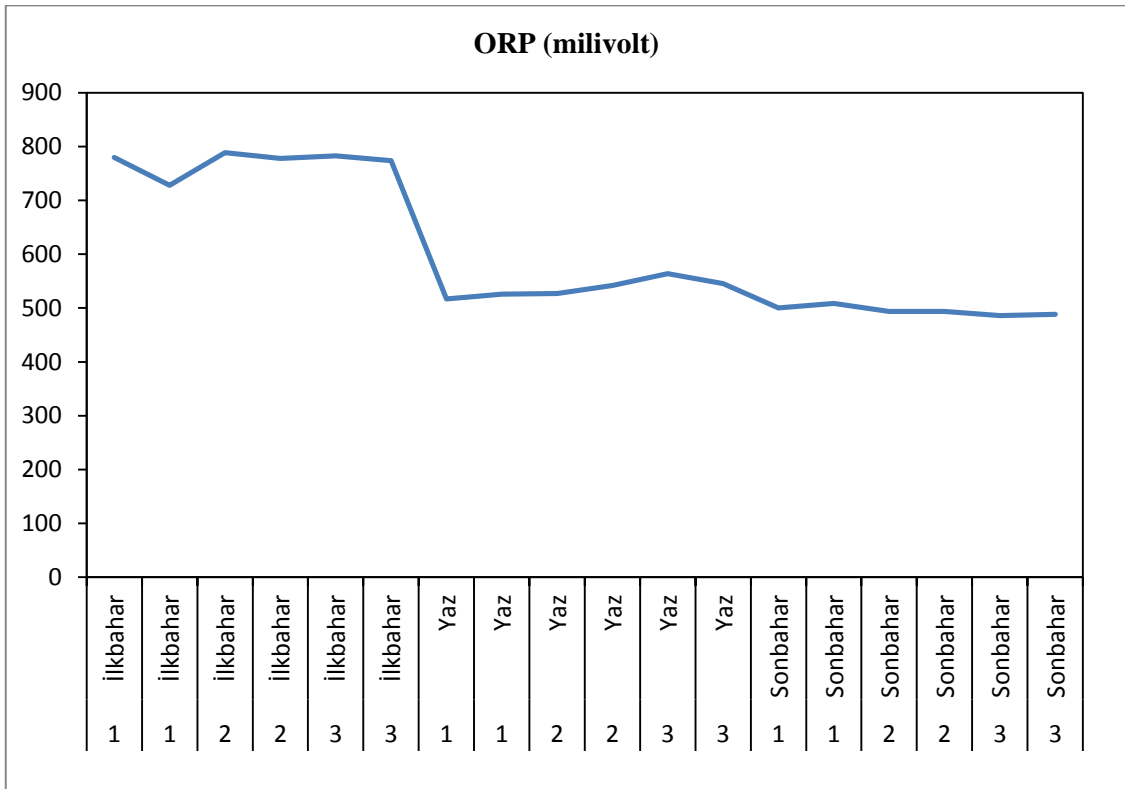
Şekil 4.8. pH'nın istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri.

#### 4.6. ORP (Oksidasyon-Redüksiyon Potansiyeli)

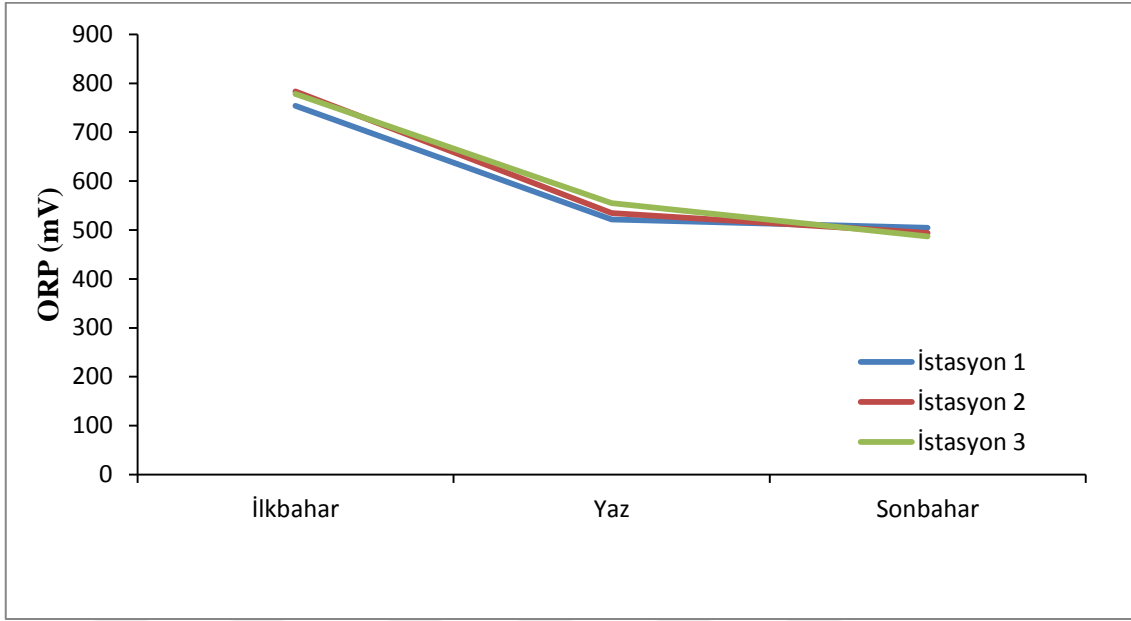
Bu ölçümün anlamı veya açılımı “Oksidasyon-redüksiyon Potansiyeli”dir. Bazı durumlarda redüks potansiyel olarak adlandırılır. ORP depolanmamış ve kullanıma hazır enerji anlamına gelmektedir. Bu ölçümün anlamı suyun içerisinde bulunan potansiyel enerji olarak adlandırılan bu ölçüm, suyun içindeki çok zayıf bir akım olup Elektronmetre ile elektriksel olarak ölçülebilir ve birimi mV’dur. Su iyonizerinden alınan yüksek pH değerli su, daha fazla indirgenmiş (redükte olmuş) yani eksi (-) değerde milivolt (-ORP), buna karşın herhangi bir düşük pH değerli su ise daha fazla okside olmuş yani artı (+) değerde mV(milivolt) (+ORP) içerir. Eksi (-) mV(milivolt) diğer bir ifade ile (-ORP) yüklü maddeler yukarıda anlatılan oksidasyon yani çürüme/bozulma sürecini yavaşlatıp ve ortadan kaldırabilirler. Oksidasyon sürecinde elektronlar çalınarak madde okside olmakta ve bozulmaktadır. Bu oksidasyon sürecinde ölçüm yaptığımızda (+ORP) yani artı (+) mV(milivolt) görürüz. Musluk suları genelde +200 ile +600 mV yani (+ ORP), şişe suları ise genelde +400 mV yani (+ORP) değerindedirler. Yüksek pH değerli (8-9) iyonize su (-mv) ve (-ORP) değerlerine sahip



olup oksitlenme ve çürümeyi önleyici güçlü antioksidan özellik taşır. Borabay Gölü'nün ORP değeri 789 mV ile en yüksek İlkbahar mevsimi 2. istasyonda, en düşük değere 485.7 mV ile Sonbahar 2. istasyonda ulaşmıştır (Şekil 4.9, Şekil 4.10, Ek-1, Ek-2). Genel itibariyle en yüksek ORP değeri İlkbahar mevsiminde, en düşük ise Sonbahar mevsiminde elde edilmiştir. En düşük ortalama ORP değerine İlkbahar mevsimi 1. istasyonda 754 mV, en düşük değer ise 487.15 mV değeri ile Sonbahar 3. istasyondan elde edilmiştir. ORP değeri istasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermezken ( $F_{2,9}=1.49$ ;  $P>0.05$ ), mevsimsel arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ( $F_{2,9}=2659.07$ ;  $P<0.05$ ). İlkbahar, Yaz ve Kış mevsimlerinde sırasıyla derenin ORP değeri 793 mV, 564.4 mV ve 537.5 mV olarak ölçülmüştür. Gölün batı yakasında kış mevsiminde ise 529 mV olarak ölçülmüştür.



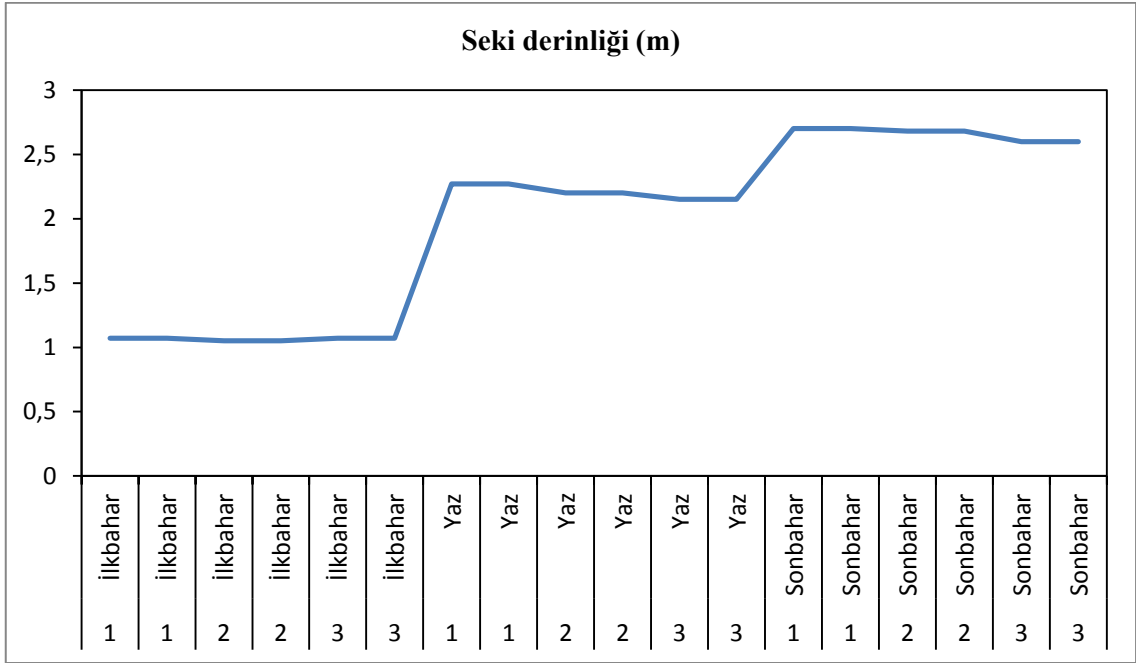
Şekil 4.9. ORP'nin çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları. (1: 1. İstasyon, 2: 2. İstasyon, 3: 3. İstasyon)



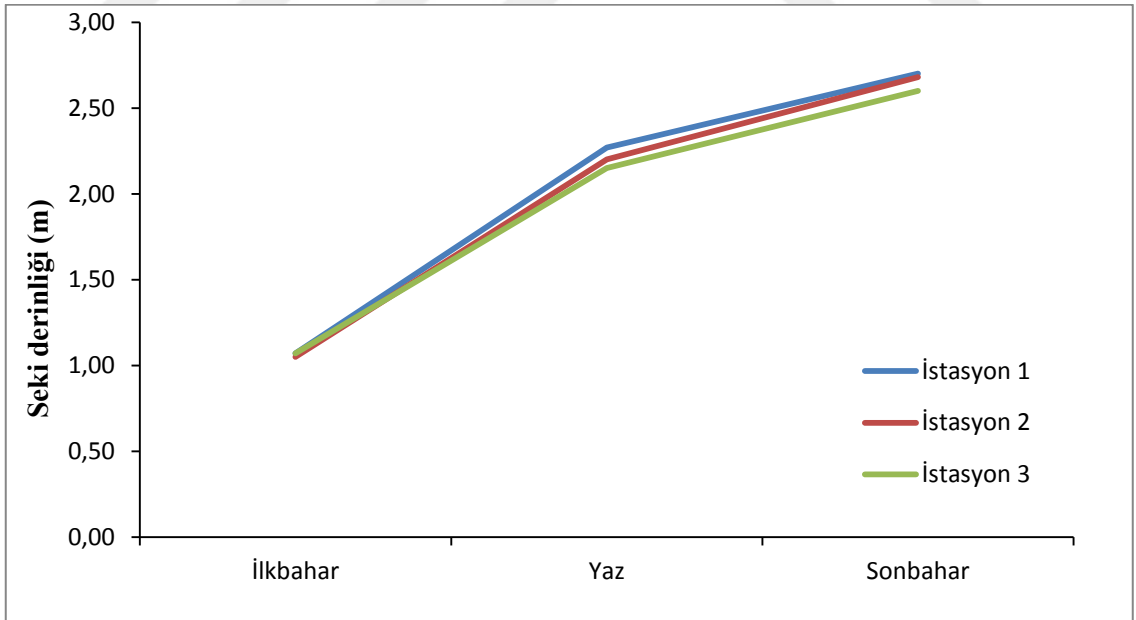
Şekil 4.10. ORP'nin istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama dağılımları.

#### 4.7. Seki Derinliği

Seki derinliğinin istasyonlar arasında farklılık hemen hemen bulunmazken, farklılık mevsimler arasında bulunmuştur ( $F_{2,15}=2320$ ;  $P<0.05$ ) (Şekil 4.11, Şekil 4.12, Ek-1, Ek-2). Genel itibariyle seki derinliği en düşük ilkbahar mevsiminde (ortalama: 1.06), en yüksek ise Sonbahar mevsiminde (ortalama: 2.66) mevsiminden elde edilmiştir. En düşük seki derinliği 1.05 m ile İlkbahar mevsimi 2. istasyonda, en yüksek değer ise 2.7 m ile Sonbahar 1. istasyondan elde edilmiştir.



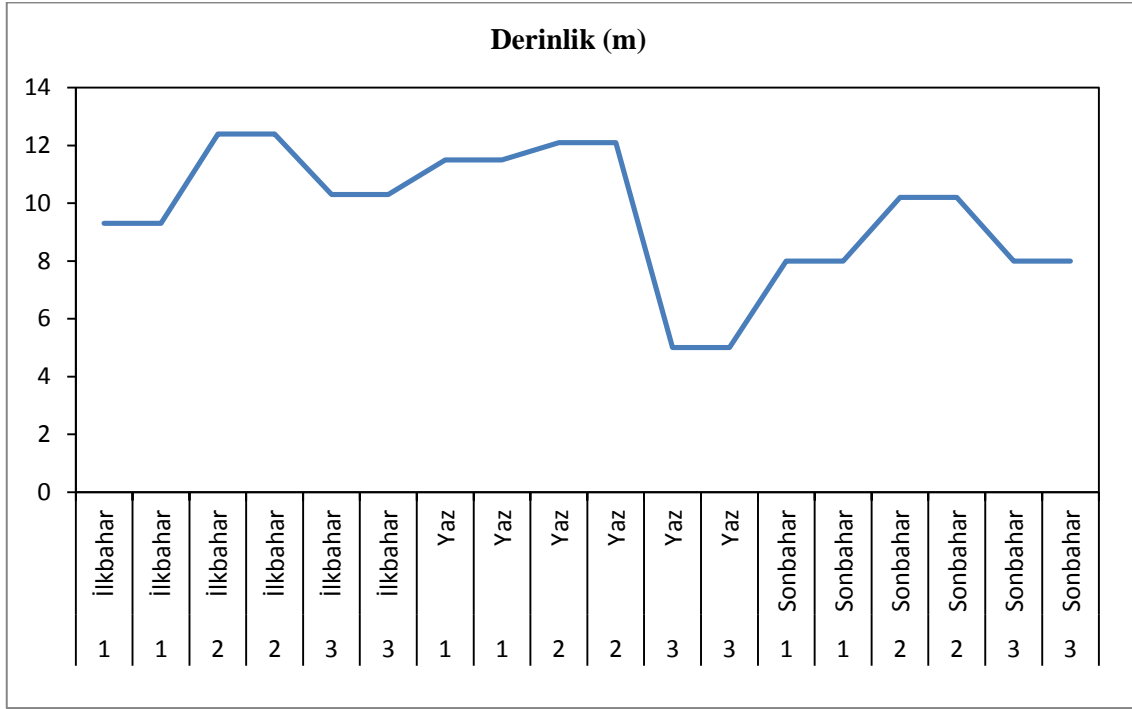
Şekil 4.11. Seki derinliğinin çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağımları (1: 1. İstasyon, 2: 2. İstasyon, 3: 3. İstasyon)



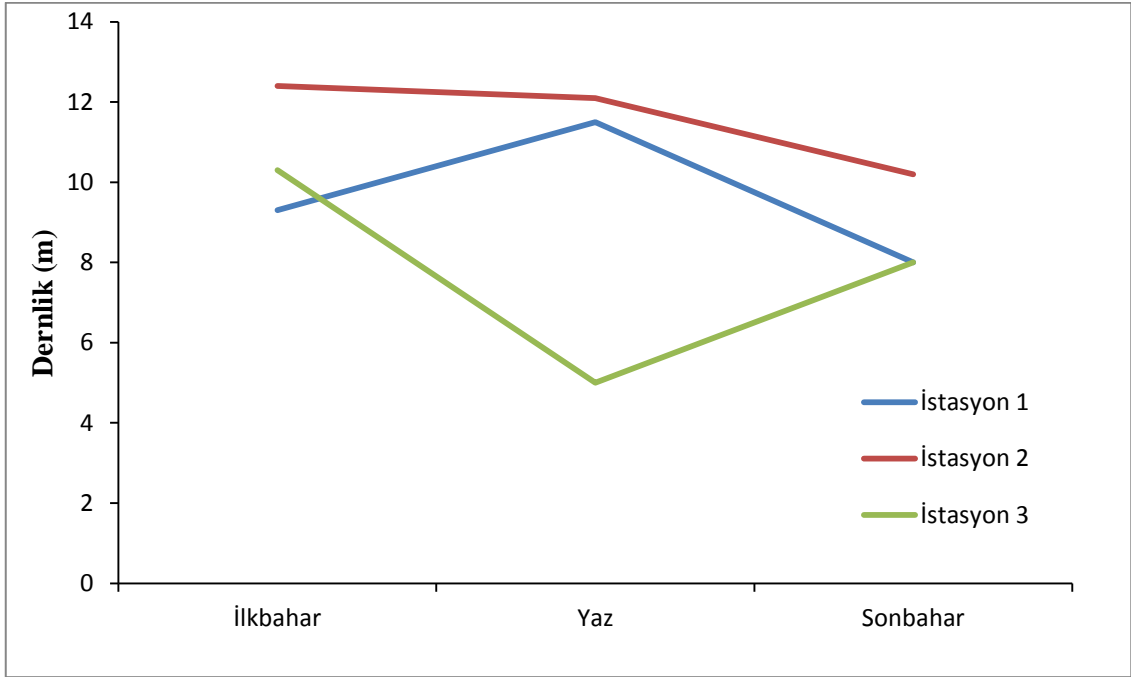
Şekil 4.12. Seki derinliğinin istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri.

#### 4.8. Derinlik

Gölün derinliği çalışma süresince 5 m (Yaz 3. istasyon) ile 12.4 m (İlkbahar 1. istasyon) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.13, Şekil 4.14, Ek-1, Ek-2).



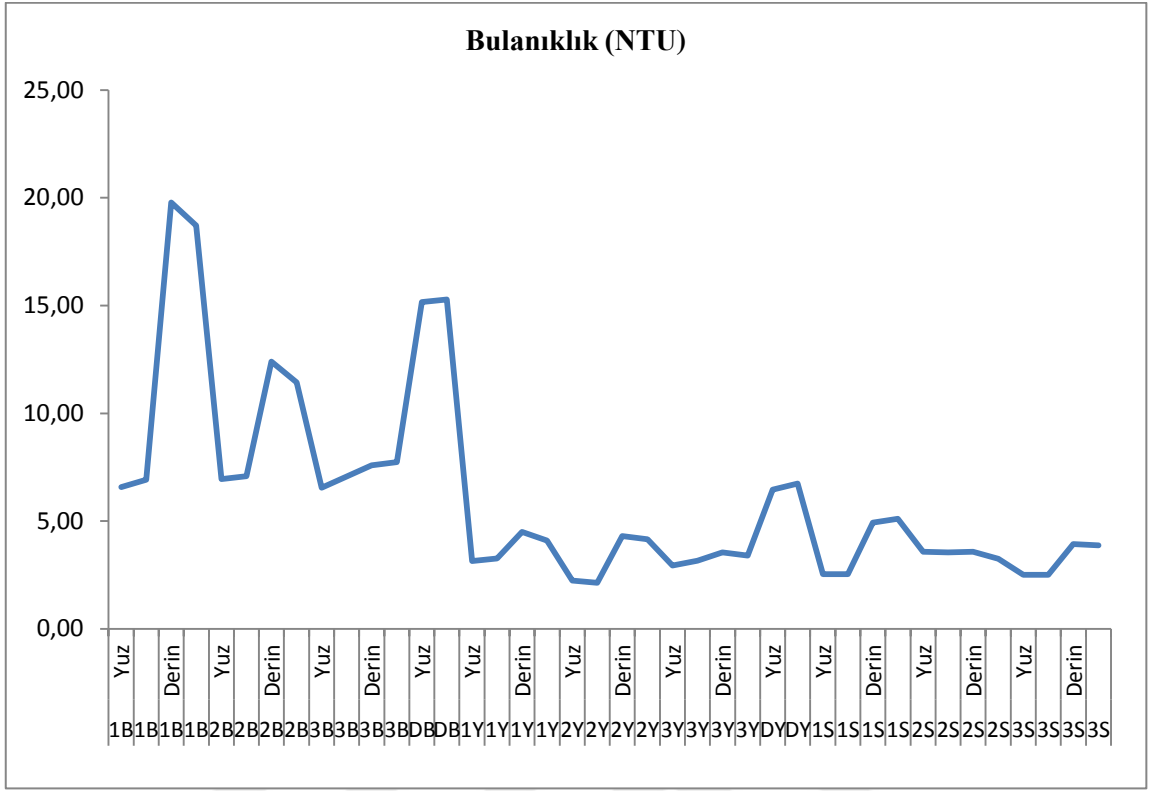
Şekil 4.13. Derinliğin çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları (1: 1. İstasyon, 2: 2. İstasyon, 3: 3. İstasyon)



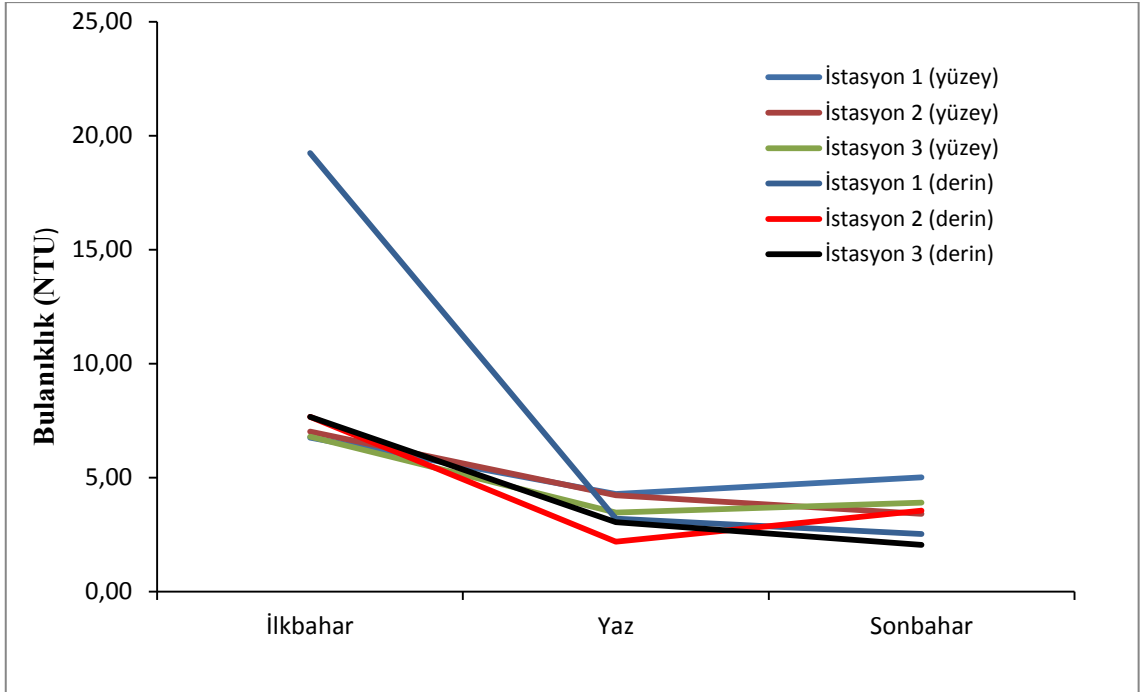
Şekil 4.14. Derinliğin istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri

#### 4.9. Bulanıklık

Bulanıklık değerleri hem yüzey hem de derinden iki kez tekrarlı ölçülmüştür. Bulanıklık değeri genel itibariyle İlkbahar mevsiminde en yüksek, Yaz ve Sonbaharda ise en düşük değerine ulaşmıştır. En yüksek bulanıklık değerine İlkbahar mevsiminde 19.78 NTU ile 1. istasyonunun derin kesimlerinde, en düşük değere ise 2.13 NTU ile yaz mevsimi yüzey istasyonunda ulaşılmıştır (Şekil 4.15, Şekil 4.16, Ek-1, Ek-2). Bulanıklık değerinde alansal ve mevsimsel farklılıklar ile alan mevsim etkileşimi de anlamlı bulunmuştur ( $F_{5,18}=334.89$ ;  $P<0.05$  alansal,  $F_{2,18}=2054.55$ ;  $P<0.05$  mevsimsel:  $F_{10,18}=157.72$ ;  $P<0.05$  istasyon x mevsim).



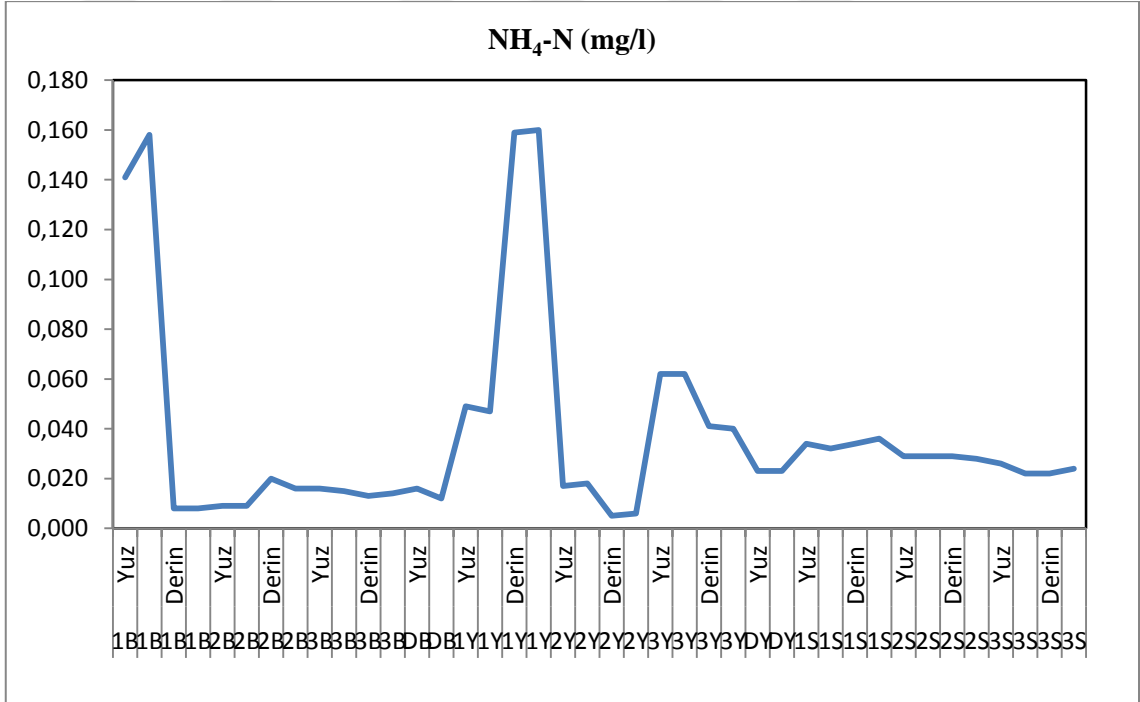
Şekil 4.15. Bulanıklığın çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları.(B: İlkbahar, Y: Yaz, S: Sonbahar, 1: 1. İstasyon, 2: 2. İstasyon, 3: 3. İstasyon, Yuz: Yüzey)



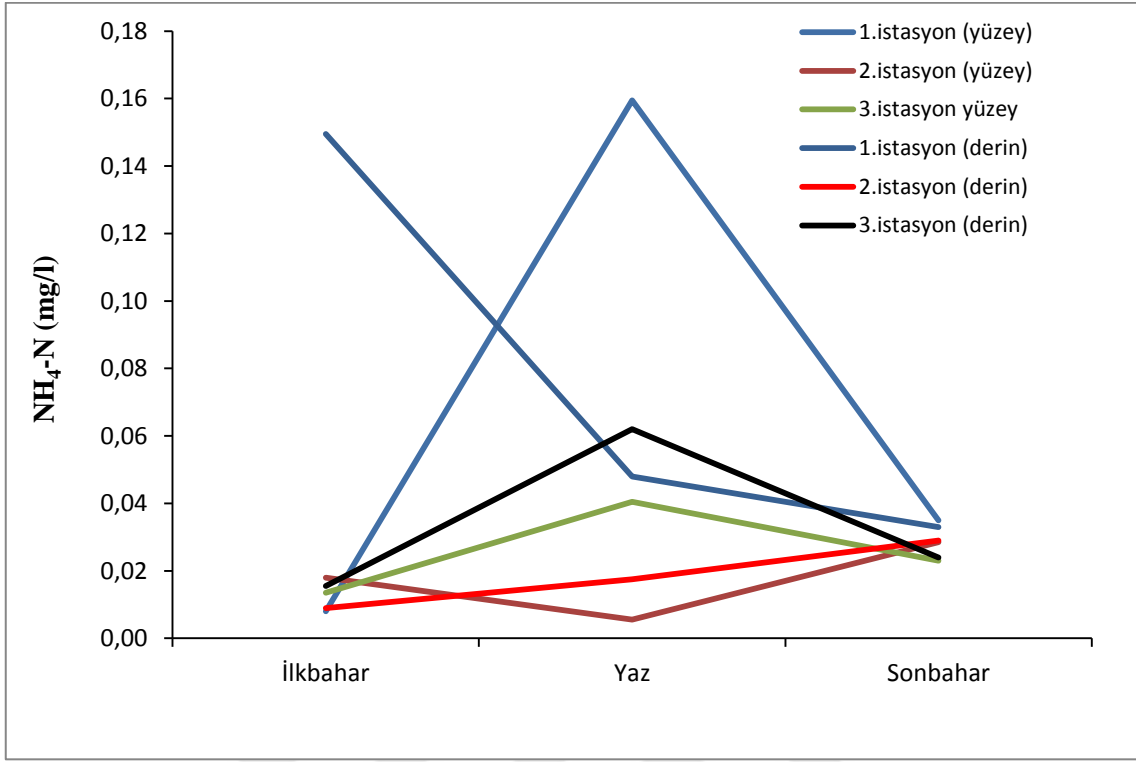
Şekil 4.16. Bulanıklığın istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri

#### 4.10. Amonyum Azotu (NH<sub>4</sub>-N)

Amonyum azotu çalışma süresince 0.005 mg/l ile 0.160 mg/l arasında değişim göstermiştir. İstasyonlar arasındaki bu değişim anlamlı bulunmuştur ( $F_{5,18}=418$ ;  $P<0.05$ ). 1. İstasyonun en yüksek amonyum azotu İlkbahar mevsimindeki (0.15 mg/l) ve Yaz mevsimindeki (0.16 mg/l) değerlere sahip iken diğer istasyonlar nispeten daha düşük konsantrasyona sahip oldukları tespit edilmiştir. Genel itibariyle yaz mevsiminde diğer mevsimlere göre daha yüksek amonyum azotu konsantrasyonu belirlenmiştir (Şekil 4.17, Şekil 4.18, Ek-1, Ek-2). Mevsimler arasında görülen bu fark istatistiksel olarak ta anlamlı bulunmuştur ( $F_{2, 18}=242$ ;  $P<0.05$ ).



Şekil 4.17. NH<sub>4</sub>-N'nin çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları (B: İlkbahar, Y: Yaz, S: Sonbahar, Y: Yüzey, D: Derin, 1: 1. İstasyon, 2: 2. İstasyon, 3: 3. İstasyon, Yuz: Yüzey)

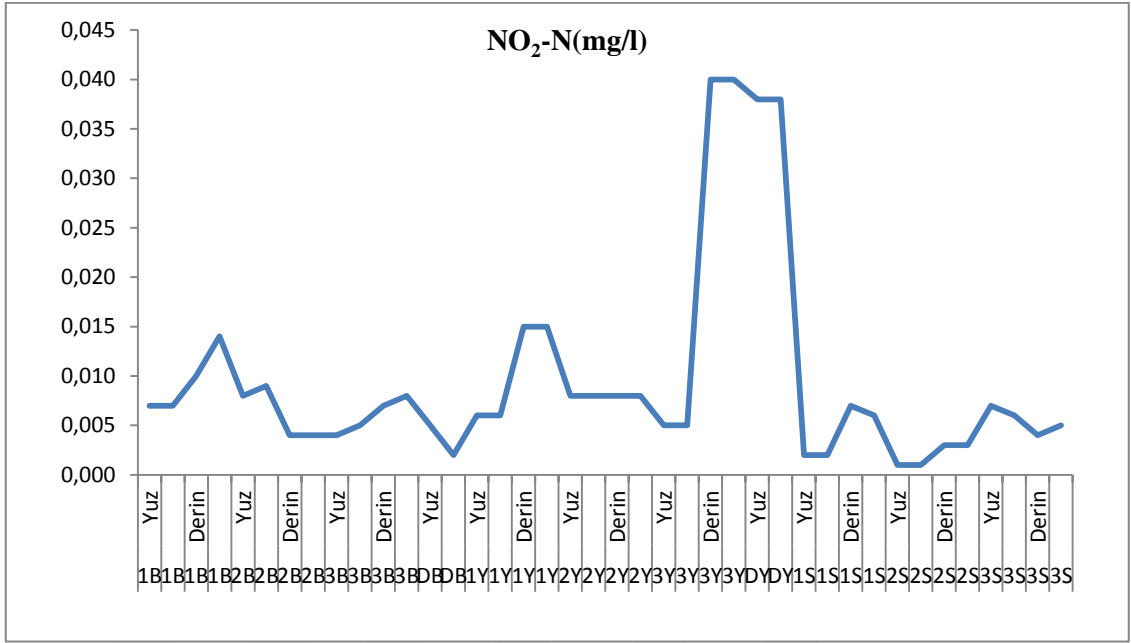


Şekil 4.18.  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'nin istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri.

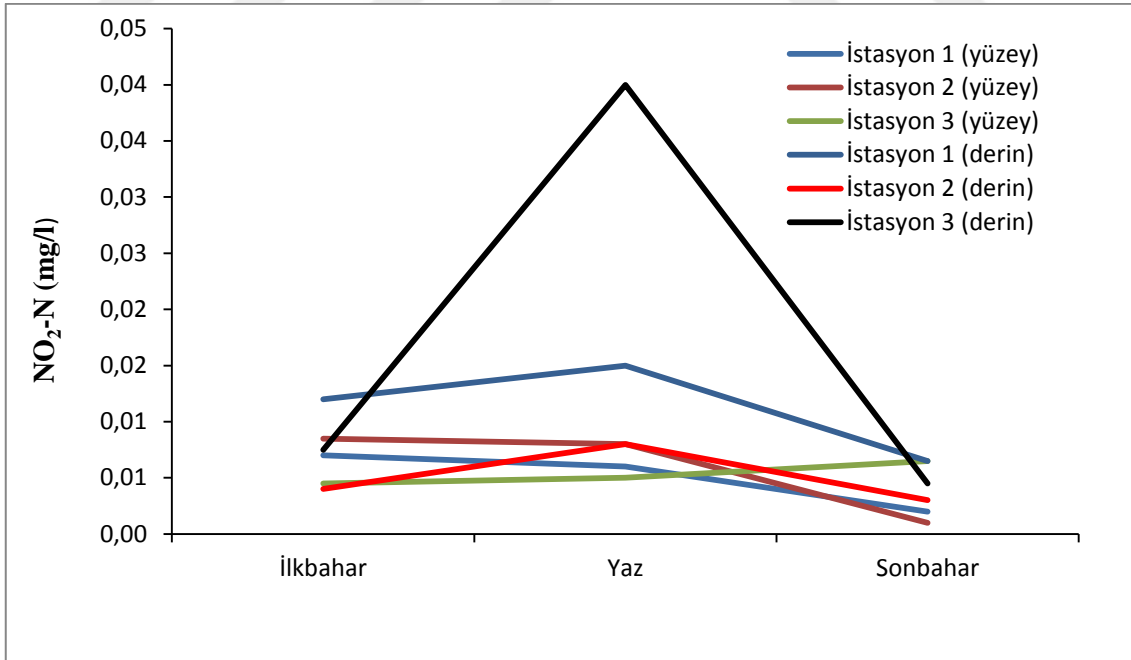
#### 4.11. Nitrit Azotu ( $\text{NO}_2\text{-N}$ )

Çalışma süresince nitrit azotu konsantrasyonu 0.040 mg/l (Yaz mevsimi 3. istasyon derin) ile 0.001 mg/l (Sonbahar istasyon yüzeysel) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.19, Şekil 4.20, Ek-1, Ek-2). Genel itibariyle nitrit azotu konsantrasyonu istasyonların tümünde İlkbahar mevsiminden Yaz mevsimine bir artış, Sonbahar mevsiminde tekrar bir azalma trendini izlemiştir. Bulanıklık değerinde olduğu gibi, nitrit azotu değerinde de gözlemlenen alansal ve mevsimsel farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F_{5,18}=248.36$ ;  $P<0.05$  alansal,  $F_{2,18}=482.23$ ;  $P<0.05$  mevsimsel:  $F_{10,18}=190.79$ ;  $P<0.05$  istasyon x mevsim).





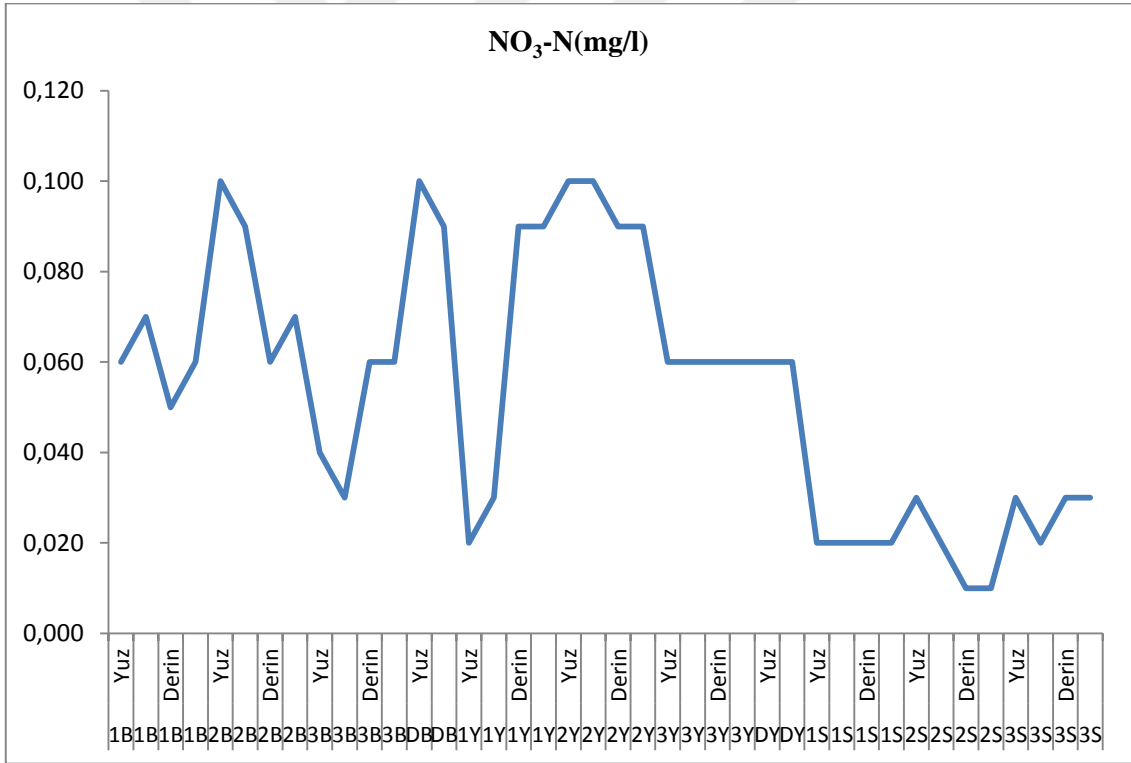
Şekil 4.19. NO<sub>2</sub>-N'nin çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları (B: İlkbahar, Y:Yaz, S: Sonbahar, 1: 1. İstasyon, 2: 2. İstasyon, 3: 3. İstasyon, Yuz: Yüze)



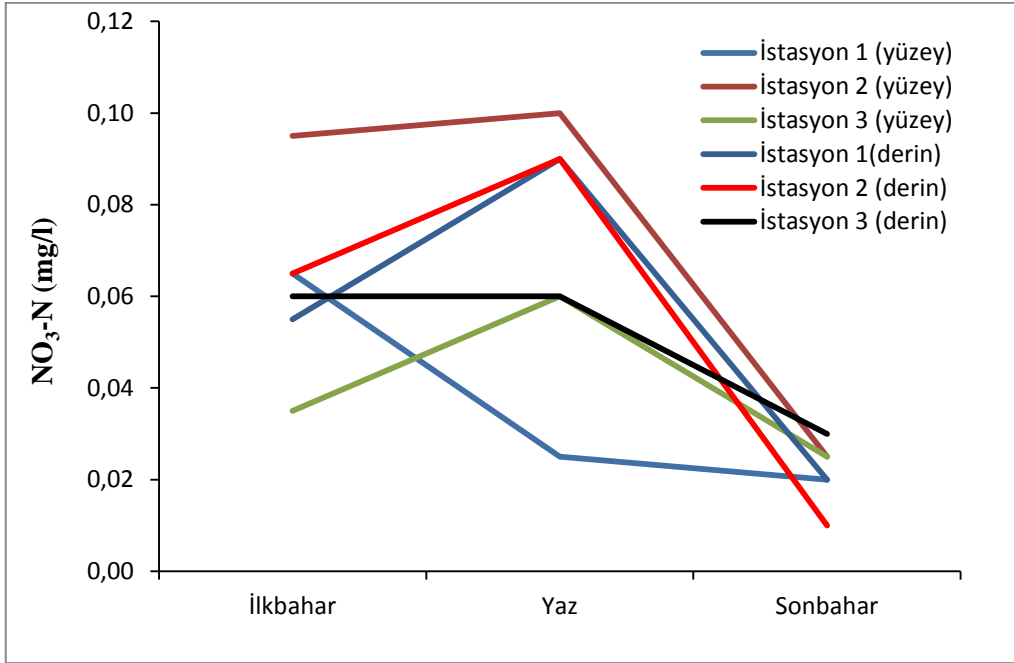
Şekil 4.20. NO<sub>2</sub>-N'nin istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri

#### 4.12. Nitrat Azotu (NO<sub>3</sub>-N)

Çalışma süresince nitrat azotu 0.10 mg/l (İlkbahar 2. istasyon yüzey) ile 0.010 mg/l (Sonbahar 2. istasyon derin) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.21, Şekil 4.22, Ek-1, Ek-2). Genel itibariyle tüm istasyonlarda İlkbahar mevsiminden Yaz mevsimine doğru artan nitrat azotu konsantrasyonu Sonbahar mevsiminde en düşük değerlere ulaşmıştır. Buna karşın 1. istasyonun yüzey suyu nitrat azot değeri bu değişim trendinin dışında kalmış, bu istasyonda nitrat azot değeri İlkbahar mevsiminden Yaza ve Sonbahara kadar bir azalma göstermiştir. Bulanıklık değerinde olduğu gibi, Nitrat değerinde gözlemlenen alansal ve mevsimsel farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F_{5,18}=46.20$ ;  $P<0.05$  alansal,  $F_{2,18}=373.88$ ;  $P<0.05$ ).



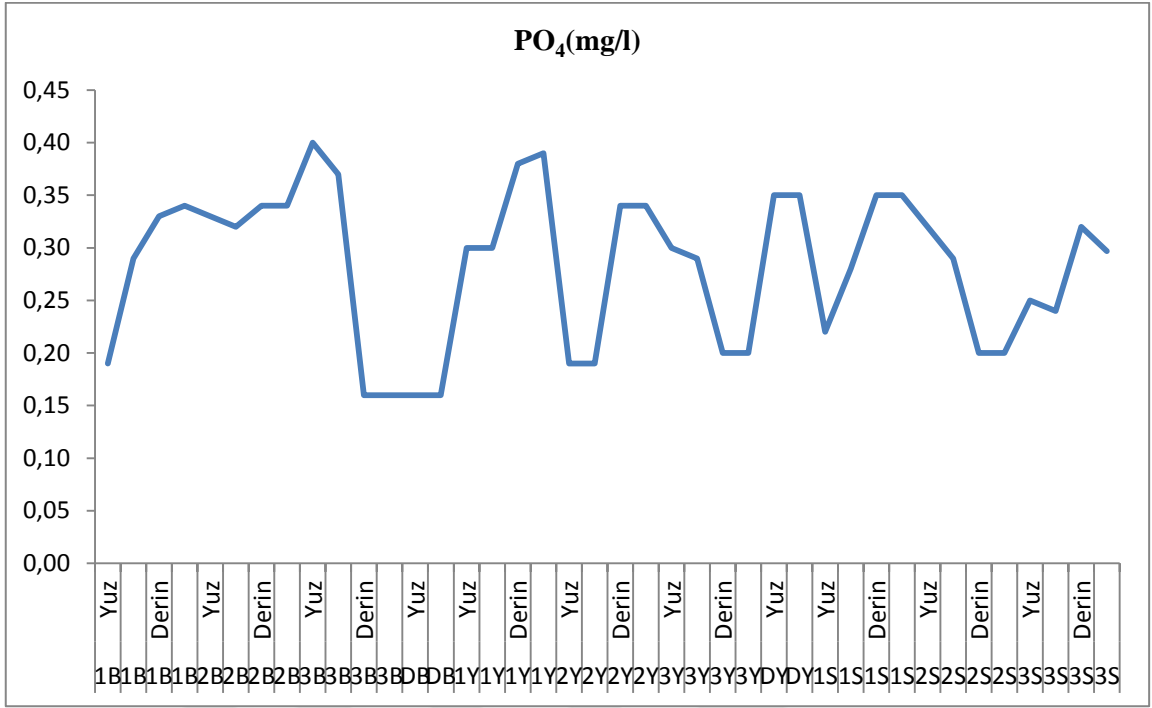
Şekil 4.21. NO<sub>3</sub>-N'nin çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları (B: İlkbahar, Y:Yaz, S: Sonbahar, 1: 1. İstasyon, 2: 2. İstasyon, 3: 3. İstasyon, Yüz: Yüzey)



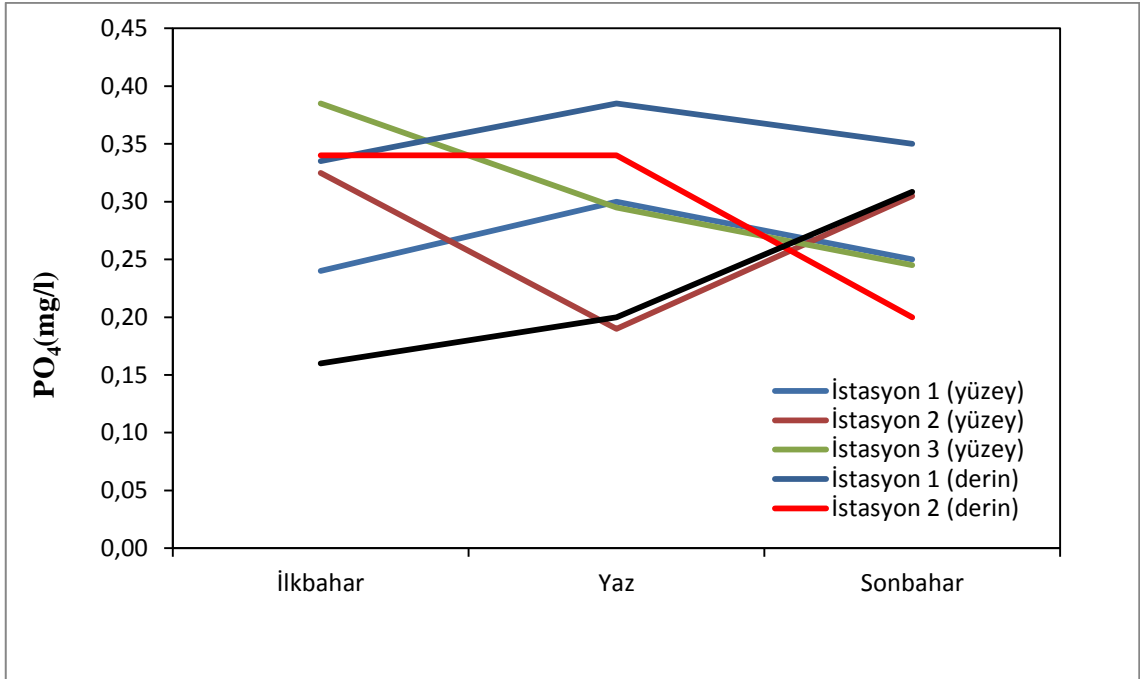
Şekil 4.22. NO<sub>3</sub>-N'nin istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri

#### 4.13. Fosfat (PO<sub>4</sub>)

Fosfat konsantrasyonu 0.16 mg/l (İlkbahar mevsimi 3. istasyon derin ve dere istasyonu) ile 0.40 mg/l (İlkbahar 3. istasyon yüze) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.23, Şekil 4.24, Ek-1, Ek-2). İstasyonların çoğunluğu fosfat konsantrasyonları genel itibariyle İlkbahar mevsiminden Yaz mevsimine doğru bir artış, Sonbahar mevsimine doğru bir azalış trendi göstermiştir. Ancak bu durum bazı istasyonlar için geçerli değildir. İstasyonların fosfat konsantrasyonları arasındaki farklılık istatistiksel olarak farklılık gösterirken ( $F_{5,18}=26.84$ ;  $P<0.05$ ), mevsimler arasındaki farklılık anlamlı bulunmamıştır ( $F_{5,18}=2.96$ ;  $P>0.05$ ). Ama alan ve mevsim interaksyonu anlamlı bulunmuştur ( $F_{10,18}=20.85$ ;  $P<0.05$ ).



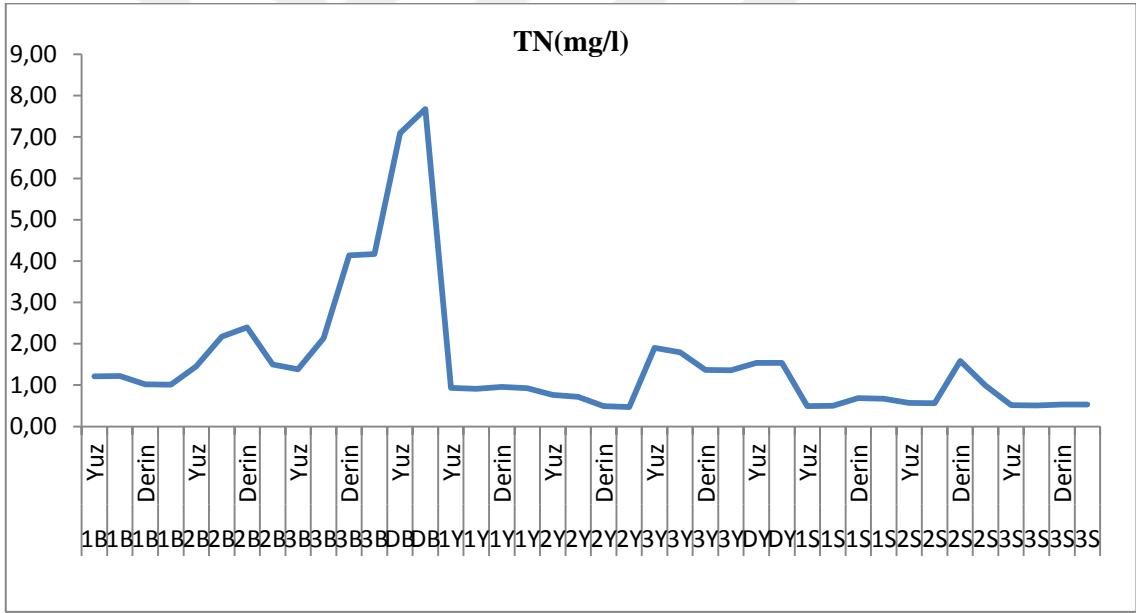
Şekil 4.23. PO<sub>4</sub>'ün çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları (B: İlkbahar, Y:Yaz, S: Sonbahar, 1: 1. İstasyon, 2: 2. İstasyon, 3: 3. İstasyon, Yuz: Yüzey)



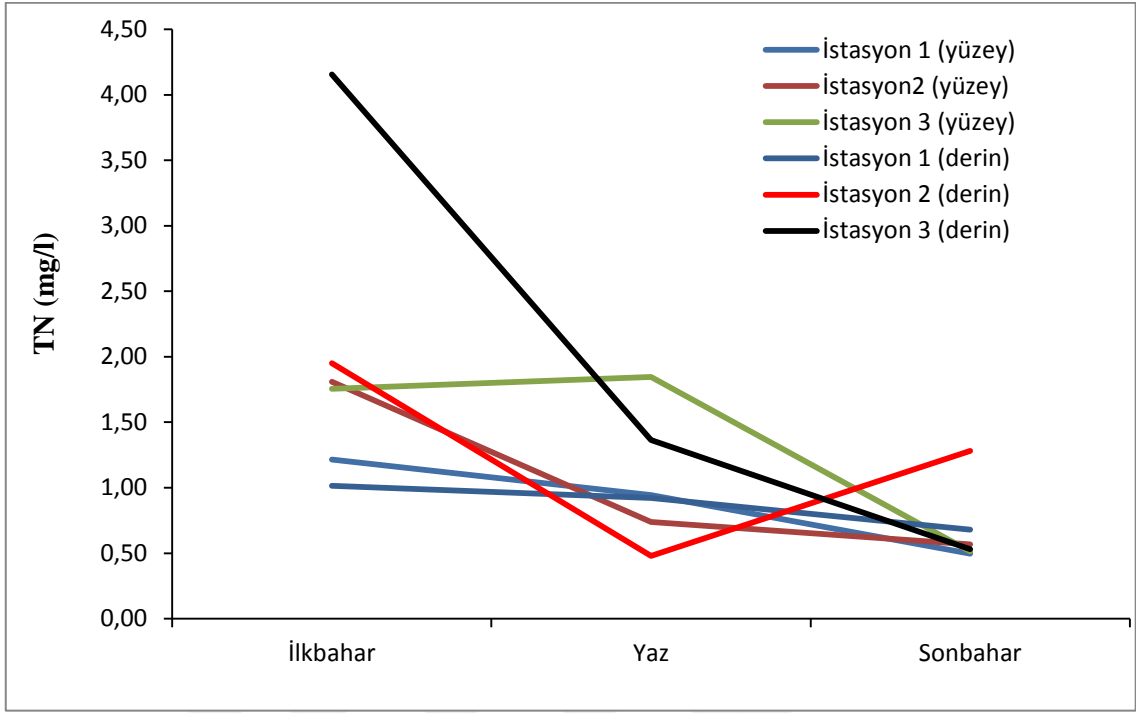
Şekil 4.24. PO<sub>4</sub>'ün istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri

#### 4.14. Toplam Azot

Toplam azot değeri 7.68 mg/l (Dere istasyonu İlkbahar mevsimi) ile 0.47 mg/l (Yaz mevsimi 2. İstasyon derin) arasında değişim göstermiştir. Göl istasyonları içerisinde toplam azot değeri en yüksek (4.14 mg/l) değerine İlkbahar mevsiminde 3. istasyonun derin kesimlerinde elde edilmiştir (Şekil 4.25, Şekil 4.26, Ek-1, Ek-2). Genel itibariyle istasyonların mevsimlerdeki toplam azot konsantrasyonları İlkbahar mevsiminden Sonbahar mevsimine doğru bir azalma görülürken, 2. istasyonun derin kesimleri Sonbaharda artış göstermiştir. İstasyonların ve mevsimlerin toplam azot değerleri arasındaki farklıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F_{5,18}=17.62$ ;  $P<0.05$ ) alansal;  $F_{2,18}=86.36$ ;  $P<0.05$ ) mevsimsel,  $F_{=10,18}=16$ ;  $P<0.05$ ).



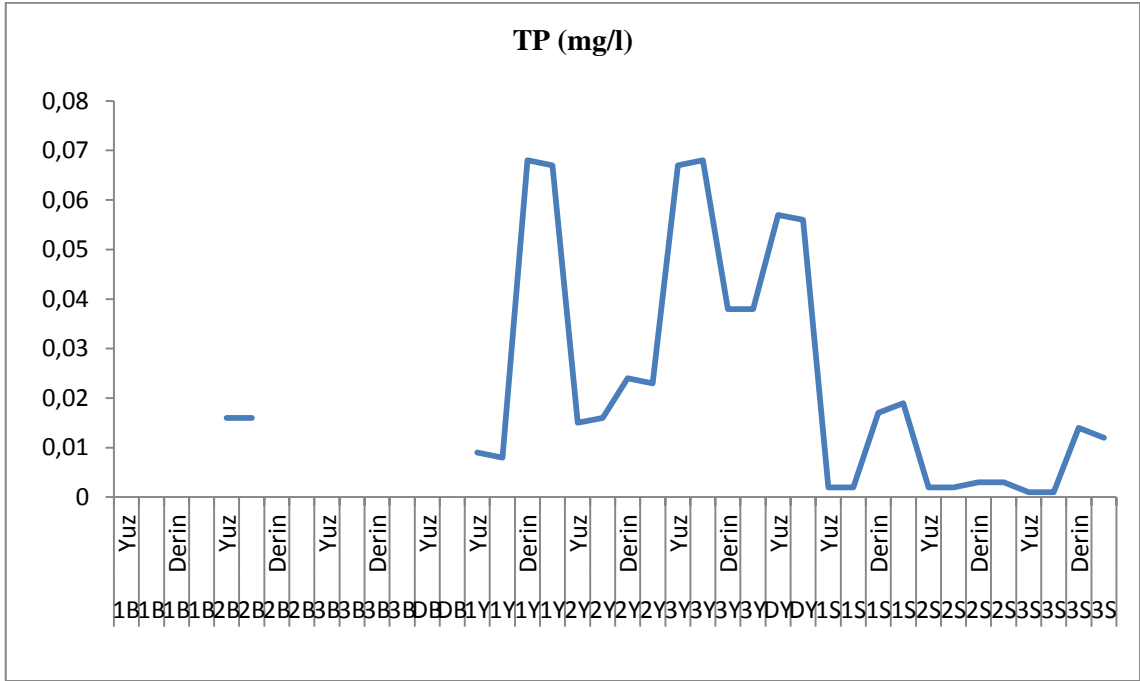
Şekil 4.25. Toplam azotun çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları (B: İlkbahar, Y:Yaz, S: Sonbahar, 1: 1. İstasyon, 2: 2. İstasyon, 3: 3. İstasyon, Yuz: Yüzey)



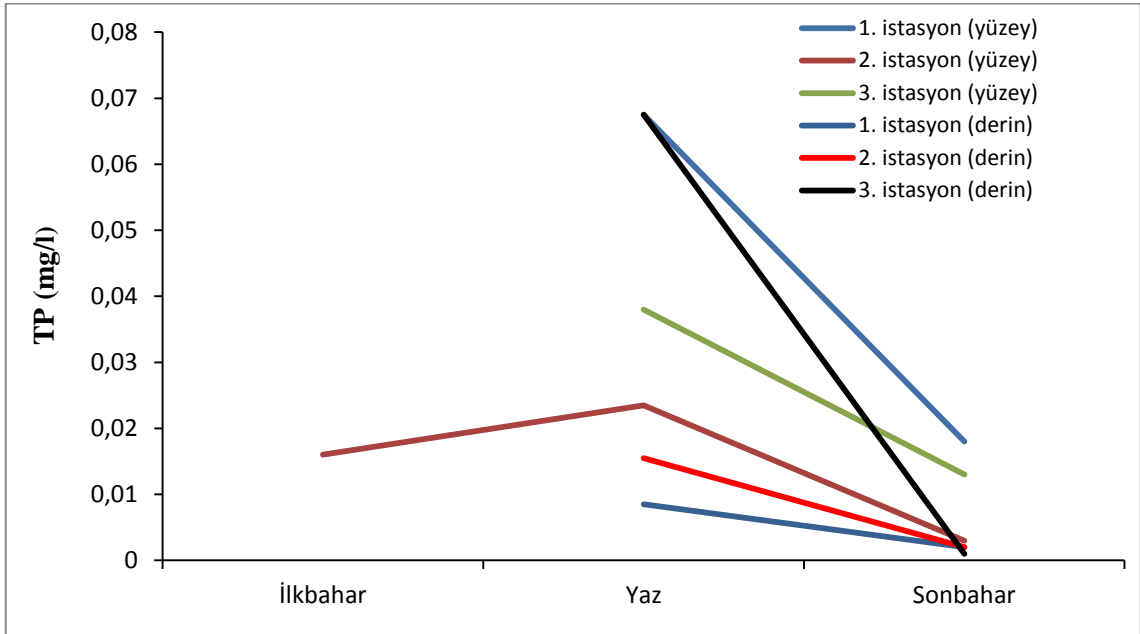
Şekil 4.26. Toplam azotun istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri.

#### 4.15. Toplam Fosfor

İlkbahar mevsiminde sadece 2. istasyonun yüzey suyunun toplam fosfor değeri ölçülmüş diğer istasyonların değerleri ölçülemedi. Bu mevsimde bu istasyonda ölçülen toplam fosfor değeri 0.016 mg/l'dir. Diğer mevsimlerin tümünde her bir istasyonda belirlenen toplam fosfor değeri 0.068 mg/l (Yaz 1. İstasyon derin ve Yaz 3. İstasyon yüzey tekrar) ile 0.001 mg/l (Sonbahar 3. istasyon yüzey) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.27, Şekil 4.28, Ek-1, Ek-2). Genel itibariyle toplam fosfor konsantrasyonu İlkbahar mevsiminden Yaz mevsimine doğru bir artış göstermiş, Sonbahar mevsiminde de tekrar azalma göstermiştir.



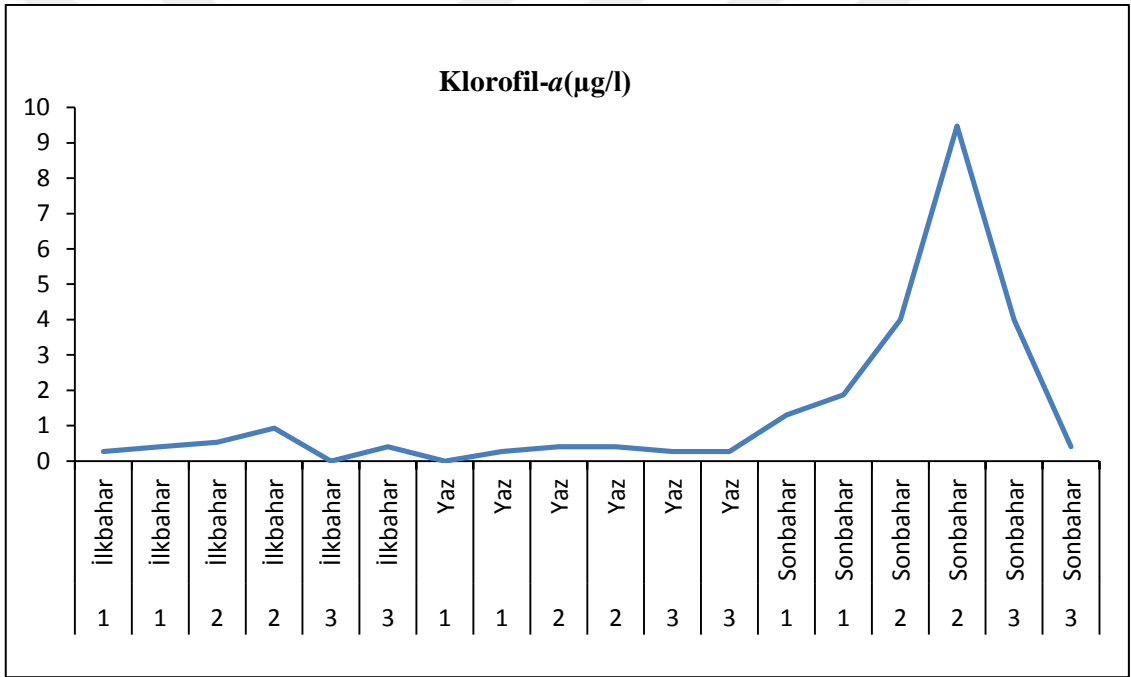
Şekil 4.27. Toplam fosforun çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları (B: İlkbahar, Y:Yaz, S: Sonbahar, 1: 1. İstasyon, 2: 2. İstasyon, 3: 3. İstasyon, Yuz: Yüzey)



Şekil 4.28. Toplam fosforun istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri

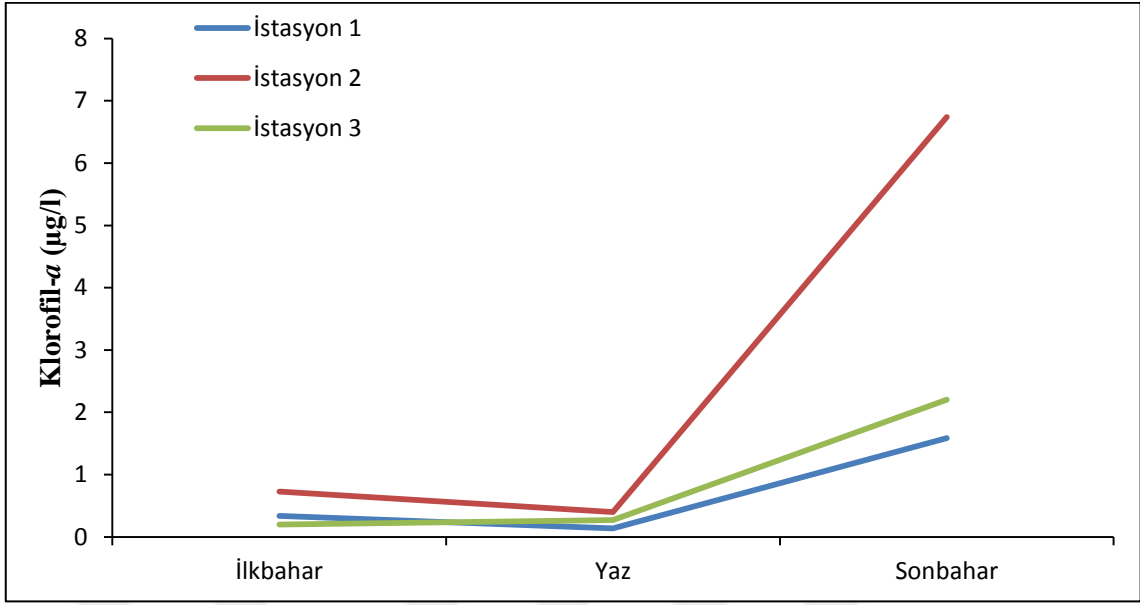
#### 4.16. Klorofil- a

Ortalama klorofil-*a* değeri  $0.20 \pm 0.29$  (İlkbahar mevsimi 3. İstasyon) ile  $0.67 \pm 3.87$  (Sonbahar mevsimi 2. istasyon) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.29. , Şekil 4.30. , Ek-1, Ek-2). Klorofil-*a* değeri en yüksek seviyeye ( $9.48 \mu\text{g/l}$ ) Sonbahar mevsiminde 2. istasyonda ulaşırken, en düşük değere ( $0 \mu\text{g/l}$ ) İlkbahar ve Yaz mevsimlerinde sırasıyla 3. ve 1. istasyonlarda ulaşmıştır. Klorofil-*a* değerindeki mevsimsel değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ( $F_{2,9}=8.25$ ;  $P<0.05$ ), istasyonlarda meydana gelen değişim anlamlı bulunmamıştır ( $F_{2,9}=8.25$ ;  $P>0.05$ ).



Şekil 4.29. Klorofil-*a*'nın çalışma boyunca tüm istasyonlar ve mevsimlere göre dağılımları (B: İlkbahar, Y:Yaz, S: Sonbahar, 1: 1. İstasyon, 2: 2. İstasyon, 3: 3. İstasyon, Yuz: Yüzey)

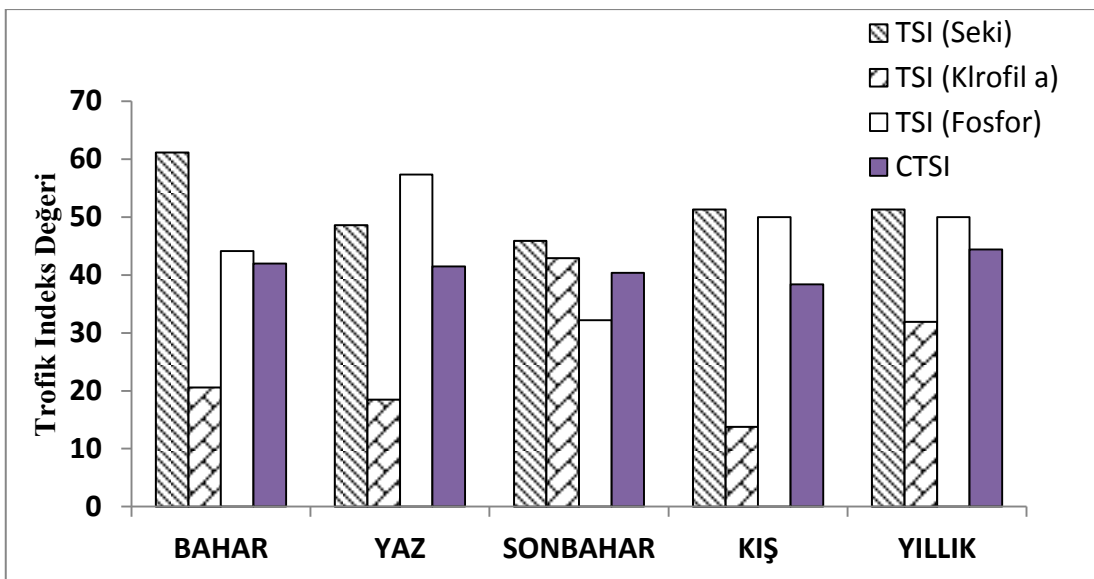




Şekil 4.30. Klorofil-*a*'nın istasyonlar ve mevsimlere göre ortalama değerleri

Kış mevsiminde gölün diğer kesimleri ile gölü besleyen akarsuda ölçülen klorofil-*a* değeri sırasıyla 0.27 µg/l ve 0 µg/l olarak ölçülmüştür. İlkbahar ve Yaz mevsiminde gölü besleyen akarsuda klorofil-*a* değeri 0 ile 0.40 µg/l olarak belirlenmiş, Sonbaharda akarsu kurmuş olması nedeniyle örnekleme yapılamamıştır.

#### 4.17. Carlson Trofik İndeksi (CTSI)



Şekil 4.31. Farklı parametrelere ve mevsimlere göre trofik indeks değişimi

Seki derinliğine göre hesaplanan trofik indeks değeri İlkbahar mevsiminde maksimum (61.16), seki derinliğin minimum seviyeye düştüğü Sonbaharda ise minimum değere (45.90) düşmüştür. Yıllık seki derinliği indeks değeri ise 51.29 olarak elde edilmiştir. Klorofil-*a*'ya göre hesaplanan indeks değeri klorofil-*a*'nın maksimum seviyeye ulaştığı Sonbaharda maksimum değere (42.91), Kış mevsiminde ise minimum (13.77) değere düşmüştür. Klorofil-*a*'nın yıllık ortalaması baz alınarak yıllık klorofil-*a* indeks değeri 31.88 olarak hesaplanmıştır. Toplam fosfora göre yapılan trofik indeks değeri Yaz mevsiminde maksimum (57.34), Sonbahar mevsiminde ise minimum (32.21) değere ulaşmıştır. Yıllık fosfor ortalama değere göre hesaplanan yıllık fosfor indeks değeri 49.97 olarak hesaplanmıştır. Her üç özelliğe göre hesaplanan indeks değerinin 3'e bölünmesiyle hesaplanan yıllık CTSI 44.39 olarak hesaplanmıştır. Mevsimler arasında bu değer 41.95 ile 38.35 arasında değişim göstermiştir. Bu değerlere göre Borabay Gölü mezotrofik karakterde olduğunu söyleyebiliriz. Bu durumda suyun orta derecede saydam, fakat yazın anoksik durumların olası olduğunu gösterir. Bu durum Borabay Gölü için de geçerli olup, özellikle Yaz mevsiminde düşük oksijen değeri yazın anoksik ortamların varlığını göstermektedir.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Herhangi bir yerin su kütlesinde bulunan canlı biyolojik materyalin toplam ağırlığı (biyomas) trofik durum olarak adlandırılır. Herhangi bir gölün trofik durumu indeksler ile ortaya konulmaktadır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılan Carlson (1977) trofik durum sınıflandırmasının temeli olarak alg biyomasını kullanır. Bağımsız olarak üç değişkeni (klorofil-*a*, seki derinliği ve toplam fosfor ) bağımsız olarak alg biyomasını tahmin eder (Murthy ve ark. 2008). Carlson indeksi trofik sürekliliği seki derinliğinin 2 tabanlı logaritmasına bağlı olarak birimlere böler. İndeksin her 10 birimi seki derinliğinin iki katını veya yarısını ifade eder. Toplam fosfor seki derinliği ile uyumlu olması nedeniyle, fosforun iki katına çıkması seki derinliğinin yarısına tekabül eder. Klorofil-*a* pigmenti ise her yedi birimi ikiye katlar (Carlson, 1980). İndeks değeri 1-100 arasında değişim gösterir ve ham değişkenlere göre avantajları vardır. Bu indeks değerinin 40-50 arasında olması gölün mezotrofik (orta verimlilik) bir karakterde olduğunu, bu değer 50'nin üzerinde olması ise ilgili gölün ötrofik (yüksek verimlilik) olduğunu göstermektedir. Bu değer 40'dan düşük olması ise gölün oligotrofik (düşük verimlilik) karakterde olduğunu ifade eder (Murthy ve ark. 2008).

Heyelan özellikte olan Borabay Gölü'nde TSI değerleri mevsimlere göre 46-61 (Seki derinliği), 13-42 (Klorofil-*a*) ve 32-57 (toplam fosfor) arasında olduğu tespit edilmiştir. Seki derinliğine göre göl Yaz ve Sonbaharda mezotrofik, İlkbahar ve Kış mevsiminde ise ötrofik karakterdedir. Klorofil-*a*'ya göre göl tüm mevsimlerde (Sonbahar hariç) oligotrofik karakterdedir. Sonbaharda 42 olarak tespit edilen TSI (klorofil-*a*) ile gölün hafif mezotrofik karakterde olduğu söylenebilir. TSI fosfora göre göl Sonbaharda oligotrofik, İlkbaharda ve Kışın mezotrofik, Yaz mevsiminde ise ötrofik karakterde olduğu söylenebilir. Her üç parametre için hesaplanan TSI'nin ortalaması alınarak hesaplanan değer dikkate alınarak Borabay Gölü'nün tüm mevsimlerde mezotrofik karakterde olduğu, ancak bu indeks değerlerinin mezotrofik başlangıç sınır değeri olan 40'a oldukça yakın olduğu belirlenmiştir. Tüm mevsim ve istasyonlardan elde edilen verilerin bir araya getirilerek hesaplanan yıllık TSI seki derinliğine göre göl ötrofik karakterde (ötrofik başlangıç değeri olan 50'ye oldukça yakın bir değerde), TSI fosfora göre mezotrofik karakterde ve TSI klorofil-*a*'ya göre ise oligotrofik karakterde olduğu

görülmektedir. Her üç değişkene göre hesaplanan indeks değerlerinin bir araya getirilerek hesaplanan indeks değerine göre göl mezotrofik karakterdedir.

Borabay Gölü heyelan özellikte bir göldür. Bu göl ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır. Göl Milli Park alanı içerisinde yer almakta, bu alan özellikle yaz mevsiminde önemli sayıda yerli ve yabancı ziyaretçilere ev sahipliği yapmaktadır. Özenli (2008)'de bu gölde bulunan fitoplankton tür ve dağılımları ile su kalite parametrelerini belirlemiş, gölde baskın olan grubun diyatomlar, *Chlorophyta* ve *Cyanophyta* olduğu belirlemiştir. Toplam 166 taksonun 109'un diyatomlar, 35'i *Chlorophyta*, 14'i *Cyanophyta*, 8'i *Euglenophyta*'dan oluştuğunu belirlemiştir. Özenli (2008) su kalite ve fitoplankton tür çeşitliği üzerinden yapmış olduğu değerlendirme neticesinde gölde herhangi bir kirlenmenin olmadığı, ancak kıyı kesimlerinde var olan tesislerin ve burada kalan insanların bu göl için bir tehdit oluşturabileceğini bildirmektedir. Özenli (2008)'den yaklaşık 10 yıl sonra aynı göl üzerinde bu gölün trofik seviyesinin belirlendiği bu çalışmada gölün trofik durumu su kalite parametrelerinin mevsimsel olarak ortaya koyularak belirlenmiştir. Su kalite parametrelerinden biri olan pH, sulara asitlik ve alkalinite özelliklerinin göstergelerden biridir. Çalışmalar pH değerinin 8-10 arasında olduğunda alg hücrelerinin fotosentezde kullanmış oldukları CO<sub>2</sub>'nin membran yüzeyinden difüzyon yoluyla geçmesinin daha kolay olduğu, bunun bir sonucu olarak fotosentez hızının arttığını göstermektedir. Ayrıca her bir plankton türünün yaşayabileceği bir pH aralığı olduğu da bilinmektedir (Tanyolaç 1993, O'Sullivan ve Reynolds 2004, Cirik ve Cirik 1991, Gökmen 2007). Çalışmada Borabay Gölü için ölçülen pH değeri mevsimsel farklılık göstermiş, pH değeri çalışma boyunca 6.26 ile 8.20 arasında 7.58 ortalama ile değişim göstermiştir. Göl suyunun İlkbahar mevsiminde nispeten asidik bir özellikte, Yaz, Sonbahar ve Kış mevsimlerinde nispeten bazik karakterde olduğu izlenmiştir. Herhangi bir şekilde kirlenmemiş olan göl sularında pH değerinin 6.0-9.0 arasında değiştiğini ve kireçli bölgelerdeki göllerde çözülmüş karbonatın pH seviyesini 9 dolayına çıkarabileceğini bildirmiştir (Tanyolaç 1993, Gökmen 2007). Klorofil-*a* göllerde plankton veya primer üretiminin bir göstergesi olarak kullanılan bir ölçüm olduğuna göre, klorofil-*a* değerinin özellikle Sonbahar mevsiminde en yüksek seviyede olması yukarıda belirtilen alkali sulara CO<sub>2</sub>'nin nispeten difüzyon ile plankton tarafından daha iyi alındığı dolayısıyla buradan alkali

ortamın alg gelişimi için kısmen uygun olduğu sonucuna varılabilir. Ayrıca çalışmada elde edilen pH değeri Özenli (2008)'de elde edilen değerler ile hemen hemen aynı olduğu görülmektedir. Özellikle Kış mevsiminde pH değerinin fark edilir derecede bazik olması her iki çalışmada da elde edilen benzer bir sonuçtur.

Aşırı verimli sularda gün ışığı süresince algal fotosentezin  $\text{CO}_2$ 'i sudan uzaklaştırarak pH seviyesini artırması, göllerde pH değerinin yüksek çıkmasına sebep olabilir.  $\text{CO}_2$  ve pH değerinin 7-9 arasında olması durumunda,  $\text{CO}_2/\text{HCO}_3$  formundadır (Goldman ve Horne 1983, Round 1984, Tanyolaç 1993, Jones-Lee ve Lee 2005, Gökmen 2007). Çalışmalar pH ile oksijen arasında ters bir ilişkinin olduğu, pH değerlerinin yükselmesi halinde ortamdaki amonyum ( $\text{NH}_4$ ) iyonunun amonyak ( $\text{NH}_3$ ) haline geçerek balıklar için toksik etki yapmasının muhtemel olduğu, dolayısıyla yüksek pH ve sıcaklık değerlerinde göle karışacak organik maddelerin zararlı etkisinin daha fazla olduğu belirtilmiştir (Goldman ve Horne 1983, Uslu ve Ünlü 1999, Gökmen 2007). Çalışma alanındaki oksijen ve pH değerleri incelendiğinde, pH ile çözülmüş oksijen arasında ters bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Borabay Gölü'nde çözülmüş oksijen değerlerinde mevsimsel farklılıklar belirlenmiştir. Yaz mevsiminde (4.82-6.79) çözülmüş oksijen değeri azalmış, Sonbahar ve Kışın sıcaklığın azalması ile artmıştır. Oksijenin sudaki çözünürlüğü sıcaklık ile azalmaktadır (Goldman ve Horne 1983, Round 1984, Cirik ve Cirik 1991, Tanyolaç 1993, O'Sullivan ve Reynolds 2004, Gökmen 2007). Bu durum Borabay Gölü içinde geçerlidir. Yaz mevsiminde oksijen azalmasının nedenlerinden birisi de canlıların solunumu ve organik maddelerin parçalanması sonucunda dipte oluşan oksidasyon olaylarıdır.

Borabay Gölünün klorofil-*a* değeri 0  $\mu\text{g/l}$  ile 9.48  $\mu\text{g/l}$  arasında 1.14  $\mu\text{g/l}$  ortalama ile değişim gösterdiği belirlenmiştir. Klorofil-*a* değeri göllerin trofik sınıflandırmasında kullanılan önemli bir göstergedir. Sakamoto (1966)'a ötrof göller için klorofil-*a* 5-140  $\mu\text{g/l}$ , mezotrof göller için 1-15  $\mu\text{g/l}$  ve oligotrof göller için 0.3- 2.5  $\mu\text{g/l}$  olarak bildirmiştir. Sakamoto'ya göre Borabay Gölü 1.14  $\mu\text{g/l}$  ortalama klorofil-*a* değeri ile oligotrof göl tanımına girmektedir. Günümüzde Carlson (1977) tarafından geliştirilen Trofik Durum İndeksi gerçekleştirilen birçok limnolojik araştırmada lentik habitatların

verimliliğinin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Katip vd., 2015; Cigagna vd., 2016). Carlson ve Simpson (1996)'a göre ortalama klorofil-*a* değeri 1.14 µg/l ile Borabay Gölü Oligotrofik göl tanımına uymaktadır. Ancak Borabay Gölü'nün ışık geçirgenliği (1.05 m- 2.7 m arasında ortalama 1.06) dikkate alındığında, Borabay Gölü'ndeki seki derinliği ölçümleri sonucunda elde edilen ışık geçirgenliği değerleri oligotrofik göller ile kıyaslandığında nispeten düşüktür (Vollenweider ve Kerekes, 1982). Benzer şekilde klorofil-*a* derişimlerinin de düşük tespit edilmiş olması, ışık geçirgenliğindeki azlığın fitoplankton kaynaklı olmadığını göstermektedir. Sığ göl ve göletlerde su hareketleri sonucunda bentik materyalin su kolonuna taşındığı bilinmektedir (Round, 1973). Bu durumda sığ göllerde sadece ışık geçirgenliği değerleri dikkate alınarak yapılan trofik durum saptanması yanıltıcı olacaktır. Bu çalışmada klorofil-*a* ve seki derinliği ölçüm değerlerinden yararlanılarak hesaplanan TSI'ye göre sırasıyla Borabay Gölü oligotrofik ve mezotrofik durumun sınırında veya çok az üzerinde olduğu belirlenmiştir. Ancak seki derinliğinin 2 m'den düşük olduğu Borabay Gölü'nün Carlson'un yapmış olduğu sınıflandırmaya göre ötrofik karakterde olduğunu göstermekte, ancak klorofil-*a* nın düşük olması, ışık geçirgenliğinin fitoplanktonlarca değil sığ sulardaki sedimentin yer değiştirmesinin etkili olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla sadece seki disk ile yapılan trofik durum değerlendirmelerinden kaçınmak gerektiği bu çalışmadan çıkan önemli bir sonuçtur. Her üç bileşeni dikkate alınarak yapılan indeks hesaplamasında Borabay Gölü'nün mezotrofik karakterde olduğunu göstermektedir.

Gölün trofik durumu mevsimsel farklılık göstermiştir. İlkbahar mevsiminde seki derinliği, klorofil-*a* ve toplam fosfor yönünden sırasıyla ötrofik, oligotrofik, mezotrofik karakterde olduğu belirlenmiştir. Her üç değişken için hesaplanan TSI değerlerinin ortalaması dikkate alınarak yapılan hesaplamada ilkbahar mevsiminde gölün mezotrofik karakterde olduğu belirlenmiştir. Burada seki derinliğine göre ötrofik karakterde tespit edilen gölün, klorofil-*a* ya göre oligotrofik karakterde olduğunun belirlenmesi, ışık geçirgenliğine planktonların değil suda bulunan diğer etmenlerin ışık geçirgenliğini düşürdüğünü bir kez daha göstermektedir.

Yaz mevsiminde seki derinliği, klorofil-*a* ve fosfora göre hesaplanan TSI değerleri Gölün sırasıyla mezotrofik, oligotrofik, ötrofik karakterde olduğunu göstermektedir.

Ortalama TSI'ye göre göl bu mevsimde mezotrofik karakterdir. Sonbahar mevsiminde seki derinliği, klorofil-*a* ve fosfor kullanılarak hesaplanan TSI değerleri sırasıyla gölün mezotrofik, oligotrofik, mezotrofik arasında olduğu anlaşılmaktadır. Ortalama TSI değeri Göl'ün mezotrofik karakterde olduğunu göstermektedir.

Üç mevsime ait analiz sonuçları, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Su Kalite Sınıflandırmasındaki tüm kalite kriterleri esas alınarak değerlendirildiğinde, Borabay Gölü Sınıf I. ve Sınıf II. arasında iyi kalite suya sahip olduğu belirlenmiştir. Analiz sonuçları parametre grupları açısından incelendiğinde Gölün Oksijenlendirme Parametreleri (A grubu parametreler) açısından Sınıf II, Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri (B grubu parametreler) açısından Sınıf I ve II arasında su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Tüm parametreler açısından değerlendirildiğinde göl suyunun yine Sınıf I. ve Sınıf II. su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Yönetmeliğe göre bu kalitedeki suların içme suyu olma potansiyeli vardır. Rekreatiyonel maksatlar için kullanılabilir. Alabalık dışında balık üretimi için kullanılabilir. Mer'i mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak kullanılabilir nitelikteki sulardır.

*Cyanobacteria* üyeleri ülkemizde daha çok ötrof göllerde yaygın olarak tespit edilmiş olup(Cirik-Altındağ, 1982; Albay vd., 2003; Sömek ve Balık, 2009), yaz aylarında besleyici maddelerce zengin ve ötrofik göllerde aşırı çoğalmalar gösterebilirler (Vaitomaa, 2006). Çalışmamızda planktonların kalitatif ve kantitatif analizi yapılmamasına karşın, Özenli (2008)'in almış olduğu sonuçlara göre, Borabay Gölü'nde en yaygın takson diyatomlar, bunu sırasıyla *Chlorophyta*, mavi yeşil algler, *Euglenopyhta* izlemiştir. Toplam 166 taksonun 109'u diyatomlardan oluşmuş, mavi-yeşil algler ise 14 takson ile temsil edilmiştir. Ülkemiz sularında yer alan iç sularda oldukça sıklıkla rastlanan mavi yeşil algler (Karacaoğlu vd., 2004; Taş ve Gönüloğlu, 2007; Çelekli vd., 2007), Özenli (2008)'nin yapmış olduğu çalışmaya göre bu gölde oldukça az mavi yeşil alg taksonuna rastlanmıştır. Bu gölde Özenli (2008) tarafından belirlenen diyatomelerin takson sayısı yönünden diğerlerine oranla oldukça fazla olması dikkat çekicidir.

Suda çözünmüş halde bulunan iyonların toplam konsantrasyonu olarak adlandırılan elektriksel iletkenlik kendisi kirletici olmasa da, sulara bulunabilecek kirleticiler hakkında indikatör olarak kullanılabilir. İletkenlik suda çözünmüş halde bulunan ağır metal ve tuzlar gibi maddelerden etkilenebilir. EPA'ya göre iletkenliğin 300 µs/cm altında olması sucul yaşam için bir tehdit oluşturmazken, 500 µs/cm üzerinde olması da istenmeyen bir durumdur. Borabay Gölü'nün iletkenlik değeri bu değerlerin çok altında olması nedeniyle, iletkenlik Borabay Gölü'nde bir kirliliğin veya en azından çözünmüş halde bulunan maddelerin oldukça az olduğunu göstermektedir.

Bu çalışma bu gölde bu kapsamda yapılan ilk çalışmalardan biri olması bakımından önem arz etmektedir. Oldukça küçük bir göl olmasına karşın, doğa turizmi açısından oldukça büyük bir öneme sahip bu gölün trofik durumunun ortaya konması bu gölün korunması adına önemli bilgiler sunmaktadır. Çalışma neticesinde ölçülen tüm parametreler dikkate alındığında gölün mezotrofik karakterde olduğu ve Sınıf I ile Sınıf II arasında su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Yazın ötrofiğe doğru bir eğilim gösteren Borabay Gölünün bugünkü durumunu korumak ve rehabilite etmek için gölü besleyen akarsular üzerine sediment önleyici tersim bentleri yapılabilir. Aynı durumlar için gölde bungolov evlerde konaklayanlardan göle herhangi bir sızıntı olmaması için fosseptik çukurları yapılabilir. Borabay gölünü besleyen kaynağın ise içme suyu olarak kullanıldığını bu durumda gölün su seviyesini değiştirdiğini söyleyebiliriz. Bu çalışma gölde bundan sonra yapılacak çalışmalara altlık oluşturabilecek ve gölün korunmasına adına alınabilecek tedbirlere yol gösterecektir.



## 6. KAYNAKLAR

- Abdik, E. 2000. Borabay Gölü (Amasya) Bentik Alg Florası. (Yüksek Lisans Tezi) Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü/Biyoloji Anabilim Dalı, Tokat.
- Akyüz Şahin,P., Morkoyunlu, A. ve Soylu, E. 2013. Büyük Akgöl (Sakarya) Fitoplankton Kompozisyonu ve Mevsimsel Değişimleri, SDÜ Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 9(2): 14-21.
- Albay, M., Akcaalan, R., Aykulu, G., Tufekci, H., Beattie, K.A. Ve Codd, G.A. 2003. Occurrence of toxic cyacobacteria before and after cupper sulphate treatment in a water reservoir, Istanbul, Turkey. *Algological Studies*, 109:67–78. doi: 10.1127/1864-1318/2003/0109-0067.
- Anonim,2017a.[http://www.marbef.org/wiki/What\\_causes\\_eutrophication%3F](http://www.marbef.org/wiki/What_causes_eutrophication%3F). Son erişim tarihi: 15.08.2017.
- Anonim,2017b.<http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari> Son erişim tarihi: 15.08.2017
- Anonim,2017c.[http://suyonetimi.ormansu.gov.tr/Libraries/su/Ceren\\_AKSU\\_Uzmanl%C4%B1k\\_Tezi\\_Sunumu.sflb.ashx](http://suyonetimi.ormansu.gov.tr/Libraries/su/Ceren_AKSU_Uzmanl%C4%B1k_Tezi_Sunumu.sflb.ashx) Son erişim tarihi: 15.08.2017.
- Anonim,2017d.<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:uhi4oKdGhc0J:www.angelfishplanet.com/azot%2520dongusu.html+&cd=4&hl=tr&ct=clnk&gl=tr> Son erişim tarihi: 15.08.2017.
- Anonim,2017e.<http://www.fondriest.com/environmental-easurements/parameters/water-quality/ph/> Son erişim tarihi: 15.08.2017.
- Anonim,2017f. <https://www.pca.state.mn.us/sites/default/files/wq-iw3-22.pdf>. Son erişim tarihi 15.08.2017.
- Anonim,2017g.<http://www.carptr.com/forum/archive/index.php/t-1609.html> Son erişim tarihi 15.08.2017.
- Anonim,2017h.[tucaum.ankara.edu.tr/wpcontent/uploads/sites/280/2015/08/tucaum3\\_12.pdf](http://tucaum.ankara.edu.tr/wpcontent/uploads/sites/280/2015/08/tucaum3_12.pdf). Son erişim tarihi: 12.09.2017.
- Anonim,2017i.<http://www.lakeaccess.org/lakedata/datainfoTSI.html>. Son erişim tarihi: 27.10.2017.
- APHA, 1995. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th edition. American Public Health Association, Washington, DC. 1075pp.
- Ayvaz, M., Tenekecioğlu, E., Koru, E. 2011. Afşar Baraj Gölü'nün (Manisa-Türkiye) Trofik Statüsünün Belirlenmesi. *Ekoloji*, 20(81), 37-47.
- Carlson, Robert E. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, 22, 361-369.
- Carlson, R.E. 1980. More complications in the chlorophyll-Secchi disk relationship. *Limnology and Oceanography*. 25:378-382.
- Cigagna, C., Bonotto, D.M., Camargo, A.F.M. & Sturaro, J.R. 2016. Trophic state index (TSI) and physico-chemical characteristics of a shallow reservoir in southeast Brazil. *Environmental Earth Sciences*, 75 (2), art. no. 102, pp. 1-11. doi: 10.1007/s12665-015-4951-0.
- Cirik-Altındağ, S. 1982. Phytoplankton of Manisa-Marmara Lake, Cyanophyta (in Turkish with French abstract). *Doğa Bilim Dergisi*, 6 (3): 67-81.
- Cirik, Ş., Cirik S., Benli, H.A., 1991. Beyşehir Gölü Su Florası ve Mevsimsel Değişimleri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*. 8, 31-32 :155-174, İzmir.

- Dalkıran, N. 2016. Uluabat Gölü Fitoplankton'unun Tür kompozisyonu ve Zamansal-Mekansal Değişimi, *Limnofish-Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research* 2(3): 121-135 (2016).
- Dillon P. J. ve Rigler F. H. 1974. The phosphorus-chlorophyll relationship in lakes. *Limnol, Oceanogr.* 19: 767-773.
- Doods, W.K. 2002. *Freshwater Ecology Concepts and Environmental Applications*, Academic Press, NW, USA.
- Edmonson 1970. Phosphorus, nitrogen, and algae in Lake Washington after diversion of sewage. *Science. New Series*, Vol. 169, No. 3946. 690-691.
- Ertosun B. K. 2007. Üçpınar (Uşak) Göletinin Trofik Statüsünün Tespiti. (Yüksek Lisans Tezi) Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü /Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.
- Goldman, C. R. ve Horne, A. J. 1983. *Limnology*. McGraw-Hill Int. Book Comp., 464 p., New York.
- Gökmen, S. 2007. Genel Ekoloji. Nobel Yayınevi Yayın, 1160, 475 s. Ankara
- Hach Company, 1997, *Water Analysis Handbook* Hach Company, Loveland, Colorado.
- Jones-Lee, A. ve Lee, F. G. 2005. Eutrophication (Excessive Fertilization), *Water Encyclopedia: Surface and Agricultural Water*. Wiley Ed., 107-114 p., Hoboken, NJ.
- Karacaoğlu, D., Şükran D. ve Dalkıran, N. 2004. A Taxonomic Study on the Phytoplankton of Lake Uluabat (Bursa). *Turkish Journal of Botany*, 28: 473-485.
- Katip, A., İleri, S., Karaer, F. ve Onur, S. 2015. Determination of the Trophic State of Lake Uluabat (Bursa-Turkey). *Ekoloji*, 24, 97, 24-35. doi: 10.5053/ekoloji.2015.07.
- Kavurt, C. 1993. Investigation of eutrophication and trophic level in Lake Eber and Karamık. (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Kirchner, W. B. ve Dillon P. J., 1975. An empirical method of estimating the retention of phosphorus in lakes, *Water Resour. Res.*, 11(1):182-183.
- Kutlu, B., Serdar, O., Aydın, R. ve Danabaş, D. 2017. Uzunçayır Baraj Gölü'nün (Tunceli) Carlson İndeksine Göre Trofik Durumunun Belirlenmesi, *Yunus Araştırma Bülteni*, 1: 83-92. Doi: 10.17693/yunusae.v17i26557.283664.
- Karpuzcu, M ve Koçali, M. 2007. Göllerde ötrofikasyon ve çözüm önerileri. *Göller Kongresi Bildiriler Kitabı*, 7-10 Haziran 2007, Isparta.
- Lasenby, D. C. 1975. Development of oxygen deficits in 14 southern Ontario lakes. *Limnol. Oceanogr.* 20 : 993-999.
- Manav, E. 2003. Mogan Gölü Trofik Statüsünün Belirlenmesi, Hacettepe Üniv. Fen Fak. Yayını, 112 s.
- Mangıt, F., 2008. Mogan Gölü trofik statüsünün izlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi) Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü/Biyoloji Anabilim Dalı.
- Murthy G. P., Shivalingaiah, B. C. Leelajave . P. Hosmani 2008, Trophic state index in conservation of lake ecosystem - a review, *The 12th world lake conference*, pp. 840- 843.
- Nygaard, G. 1949. Hydrobiological studies in some ponds and lakes. Part II: The quotient hypothesis and some new or little known phytoplankton organisms. *Kgl. Danske. Vidensk. Selsk. Biol. Skrifter* 7(1):1-293.

- OECD 1982. Eutrophication of Waters. Monitoring, Assessment and Control. 154 pp. Paris: Organisation for Economic Co-Operation and Development 1982.
- O'Sullivan, P.E. ve Reynolds, C.S. (editors) 2004. The Lakes Handbook. Vol. 1- Limnology and Limnetic Ecology. Blackwell Publ., 699p., Malden, MA, USA.
- Özcek, F.D., 2006. Sapanca Gölünde Ötrofikasyonun Araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi) Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Bilim Enstitüsü, Kocaeli.
- Özden, B.G. 2002. Köyceğiz Gölü'nün su kalitesinin belirlenmesi ve Vollenweider modeline göre ötrofik seviyenin irdelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Yayınları, 1-132, Ankara.
- Polat, F. ve Özmen, H. 2011. Almus Baraj Gölünde Trofik Seviyenin Belirlenmesi ve Gölün Fosfor Taşıma Kapasitesinin Araştırılması, Ekoloji 20(78):53-59. Doi: 10.5053/ekoloji.2011.789.
- Round, F.E. 1984. The Ecology of Algae. Cambridge University Press. 653 p., New York.
- Sakamoto, M. 1966. Primary production by phytoplankton community in some Japanese lakes and its dependence on lake depth. Arch.Wydrobiol. 62: 1-28.
- Sömek, H. Ve Balık, S. 2009. Seasonal variation of Algal flora and Environmental conditions of Karagöl (A Mountain Lake, İzmir-Turkey) (in Turkish with English abstract). Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 26(2): 121-128.
- Tanyolaç, J. 1993. Limnoloji. Hatipoğlu Yayınları.: 67, 234-239, Ankara.
- Taş, B. ve Gönüloğlu, A. (2007). Planktonic algae of Derbent Dam Lake (Samsun, Turkey). Journal of FisheriesSciences.com,1 (3): 111-123.
- Vaitomaa, J. 2006. The effects of environmental factors on biomass and microcystin production by the freshwater cyanobacterial genera Microcystis and Anabaena. Edita, Helsinki, Finland, 56 pp.
- Varol, M. 2013. Batman Baraj Gölü'nün Trofik Durumunun Belirlenmesi, Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi 4(2): 51 -59.
- Vollenweider 1968. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. OECD Technical Report.
- Vollenweider, R. A. 1969. A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments. IBP Handbook No. 12. F. A. Davis Co., Philadelphia, Penn. 213 p.
- Vollenweider, R. A. 1976. Advances in definingcriticalloadinglevelsforphosphorus in lake eutrophication. Memoriadell' IstitutoItalianodiIdrobiologia. 33:53-83.
- Yetgin,K.P., (2009), "Ömerli Baraj Gölünün Trofik Seviyesinin Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Zeybek, M., Kalyoncu H., Ertan, Ö. O. 2012. Eğirdir ve Kovada göllerini bağlayan Kovada kanalı ile göllerin kanala yakın bölümünde trofik durumun belirlenmesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi. Doi: 10.12714/egejfas.2012.29.3.06.
- Wetzel, R. G. ve Likens, G. E., 1991. Limnological Analysis, Second Edition,391 pp.
- Wetzel, R. G., 2001. Limnology lake and river ecosystems, New York.

## **7.EKLER**

Ek 1. Çalışma süresince çalışma alanından örneklenen çevresel parametrelerin ölçüm değerleri.

Ek 2. Çalışma süresince ölçülen parametrelerin ortalama, maksimum ve minimum değerleri



EK-1. Çalışma süresince çalışma alanından örneklenen çevresel parametrelerin ölçüm değerleri

İLKBAHAR 2016																			
İstasyon	Yüzey/dip	Klorofil-a (µg/l)	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	İletkenlik (µS)	TDS (mg/l)	Tuzluluk (ppt)	DO (%)	DO (mg/l)	pH	ORP (mV)	Seki d. (m)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	PO <sub>4</sub> (mg/l)	TN (mg/l)	TP (mg/l)	Bulanıklık (NTU)
1. ist	yüzey	0.27	9.30	6.69	19.00	0.019	0.01	77.9	9.54	6.54	780	1.07	0.060	0.007	0.141	0.19	1.21		6.58
	yüzey/tekrar												0.070	0.007	0.158	0.29	1.22		6.92
	dip	0.40		5.06	18.00	0.019	0.01	68.2	8.62	6.34	728		0.050	0.010	0.008	0.33	1.02		19.78
	dip/tekrar												0.060	0.014	0.008	0.34	1.01		18.72
2. ist	yüzey	0.53	12.4	6.50	18.00	0.019	0.01	76.6	9.46	7.07	789	1.05	0.100	0.008	0.009	0.33	1.45	0.016	6.95
	yüzey/tekrar												0.090	0.009	0.009	0.32	2.17	0.016	7.08
	dip	0.93		5.33	18.00	0.019	0.01	69.8	8.83	6.76	778		0.060	0.004	0.020	0.34	2.40		12.40
	dip/tekrar												0.070	0.004	0.016	0.34	1.50		11.43
3. ist	yüzey	0.00	10.3	6.33	18.00	0.019	0.01	77.1	9.44	6.33	783	1.07	0.040	0.004	0.016	0.40	1.38		6.54
	yüzey/tekrar												0.030	0.005	0.015	0.37	2.13		7.06
	dip	0.40		5.62	18.00	0.019	0.01	69	8.65	6.26	774		0.060	0.007	0.013	0.16	4.14		7.59
	dip/tekrar												0.060	0.008	0.014	0.16	4.17		7.74
dere		0.00		7.36	13.00	0.012	0.01	75.8	9.12	9.27	793	0.5	0.100	0.005	0.016	0.16	7.10		15.16
Ortalama		0.36	10.67	6.13	17.43	0.02	0.01	73.49	9.09	6.94	775.00	0.92	0.07	0.01	0.03	0.28	2.76	0.02	10.66
YAZ 2016																			
1. ist	yüzey	0.00	11.5	16.74	25.00	0.019	0.01	63.9	6.20	7.34	517	2.27	0.020	0.006	0.049	0.30	0.94	0.009	3.14
	yüzey/tekrar												0.030	0.006	0.047	0.30	0.91	0.008	3.26
	dip	0.27		13.19	23.00	0.019	0.01	70.6	7.39	7.74	525.9		0.090	0.015	0.159	0.38	0.96	0.068	4.49
	dip/tekrar												0.090	0.015	0.160	0.39	0.93	0.067	4.09
2. ist	yüzey	0.40	12.1	16.90	25.00	0.019	0.01	57.5	5.54	8.16	526.9	2.20	0.100	0.008	0.017	0.19	0.76	0.015	2.24
	yüzey/tekrar												0.100	0.008	0.018	0.19	0.72	0.016	2.13
	dip	0.40		16.48	25.00	0.019	0.01	54.7	5.33	7.93	542		0.090	0.008	0.005	0.34	0.49	0.024	4.31
	dip/tekrar												0.090	0.008	0.006	0.34	0.47	0.023	4.15
3. ist	yüzey	0.27	5	16.77	25.00	0.019	0.01	53.6	5.19	8.2	564.1	2.15	0.060	0.005	0.062	0.30	1.90	0.067	2.94
	yüzey/tekrar												0.060	0.005	0.062	0.29	1.79	0.068	3.16
	dip	0.27		16.84	25.00	0.019	0.01	46.4	4.45	7.61	545.3		0.060	0.040	0.041	0.20	1.37	0.038	3.54
	dip/tekrar												0.060	0.040	0.040	0.20	1.36	0.038	3.40
dere		0.40		18.14	27.00	0.02	0.01	47	4.43	7.92	565.4		0.060	0.038	0.023	0.35	1.54	0.057	6.45
Ortalama		0.29	9.53	16.44	25.00	0.02	0.01	56.24	5.50	7.84	540.94	2.21	0.07	0.02	0.05	0.29	1.12	0.04	3.86

EK-1. (Devam) Çalışma süresince çalışma alanından örneklenen çevresel parametrelerin ölçüm değerleri

**SONBAHAR 2016**

İstasyon	Yüze/dip	Klorofil-a (µg/l)	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	İletkenlik (µS)	TDS (mg/l)	Tuzluluk (ppt)	Ç.O (%)	Ç.O (mg/l)	pH	ORP (mV)	Sekid. (m)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> N(mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> N	NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> N	PO <sub>4</sub> (mg/l)	TN (mg/l)	TP (mg/l)	Bulanıklık (NTU)
1. ist	yüze	1.30	8	22.01	28.00	0.019	0.01	95.6	8.31	7.77	500.1	2.7	0.020	0.002	0.034	0.22	0.49	0.002	2.53
	yüze/tekrar												0.020	0.002	0.032	0.28	0.50	0.002	2.53
	dip	1.87		16.14	25.00	0.019	0.01	85.2	8.40	7.57	508.8		0.020	0.007	0.034	0.35	0.68	0.017	4.92
2. ist	dip/tekrar												0.020	0.006	0.036	0.35	0.67	0.019	5.11
	yüze	4.00	10.2	21.98	28.00	0.019	0.01	71.9	6.30	7.58	493.8	2.68	0.030	0.001	0.029	0.32	0.57	0.002	3.57
	yüze/tekrar												0.020	0.001	0.029	0.29	0.56	0.002	3.54
3. ist	dip	9.48		17.12	25.00	0.019	0.01	88.3	8.52	7.61	493.9		0.010	0.003	0.029	0.20	1.58	0.003	3.58
	dip/tekrar												0.010	0.003	0.028	0.20	0.98	0.003	3.25
	yüze	4.00	8	22.28	28.00	0.019	0.01	70.5	6.15	7.67	485.7	2.6	0.030	0.007	0.026	0.25	0.52	0.001	2.51
dere ağzı	yüze/tekrar												0.020	0.006	0.022	0.24	0.51	0.001	2.50
	dip	0.40		21.81	28.00	0.019	0.01	64.9	5.70	7.56	488.6		0.030	0.004	0.022	0.32	0.53	0.014	3.93
	dip/tekrar												0.030	0.005	0.024	0.30	0.53	0.012	3.87
dere ağzı		Dere kuruduğu için örnek alınamadı. Ayrıca 3. istasyondan kıyıya kadar su içi makrofitler son derece yoğundu.																	
<b>Ortalama</b>		<b>3.51</b>	<b>8.73</b>	<b>20.22</b>	<b>27.00</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>79.40</b>	<b>7.23</b>	<b>7.63</b>	<b>495.1</b>	<b>2.66</b>	<b>0.02</b>	<b>0.00</b>	<b>0.03</b>	<b>0.28</b>	<b>0.68</b>	<b>0.01</b>	<b>3.49</b>
<b>KIŞ 2017</b>																			
1. ist	yüze																		
	yüze/tekrar																		
	dip																		
2. ist	dip/tekrar																		
	yüze																		
	yüze/tekrar																		
Gölün batı sahili	dip																		
	yüze	0.27		3.84	21.00	0.023	0.02	40.4	5.21	8.2	529		1.100	0.002	0.054	0.31	0.32		5.45
dere ağzı	yüze/tekrar												1.000	0.002	0.054	0.31	0.33		6.34
	tekrar												1.600	0.000	0.051	1.24	1.79		4.65
dere çıkış	yüze												1.600	0.000	0.051	1.25	1.83		3.37
	yüze/tekrar	0.00		2	21.00	0.023	0.02	68	6.78	8.3	531		1.300	0.002	0.053	0.64	0.60		5.12
<b>Ortalama</b>		<b>0.18</b>		<b>2.11</b>	<b>19.67</b>	<b>0.02</b>	<b>0.02</b>	<b>55.53</b>	<b>6.84</b>	<b>8.33</b>	<b>532.3</b>		<b>1.32</b>	<b>0.00</b>	<b>0.05</b>	<b>0.75</b>	<b>0.97</b>		<b>4.99</b>

EK-2. Çalışma süresince ölçülen parametrelerin ortalama, maksimum ve minimum değerleri

	<b>Klorofil- a (µg/l)</b>	<b>Derinlik (m)</b>	<b>Sıcaklık (°C)</b>	<b>İletkenlik (µS)</b>	<b>TDS (mg/l)</b>	<b>Tuzluluk (ppt)</b>	<b>DO (%)</b>	<b>DO (mg/l)</b>	<b>pH</b>	<b>ORP (mV)</b>	<b>Seki d. (cm)</b>	<b>NO<sub>3</sub>-N (mg/l)</b>	<b>NO<sub>2</sub>-N (mg/l)</b>	<b>NH<sub>4</sub>-N (mg/l)</b>	<b>PO<sub>4</sub> (mg/l)</b>	<b>TN (mg/l)</b>	<b>TP (mg/l)</b>	<b>Bulanıklık (NTU)</b>
Ortalama	1.14	9.64	12.42	22.52	0.02	0.01	67.44	7.22	7.58	599.11	182.90	0.22	0.01	0.04	0.34	1.47	0.02	5.98
Standart sapma	2.13	2.37	7.19	4.39	0.00	0.00	13.65	1.75	0.76	121.32	81.91	0.44	0.01	0.04	0.22	1.52	0.02	4.18
Maksimum	9.48	12.40	22.28	28.00	0.02	0.02	95.60	9.54	9.27	793.00	270.00	1.60	0.04	0.16	1.25	7.68	0.07	19.78
Minimum	0.00	5.00	0.50	13.00	0.01	0.01	40.40	4.43	6.26	485.70	50.00	0.01	0.00	0.01	0.16	0.32	0.00	2.13

## ÖZGEÇMİŞ

Adı: TUĞÇE

Soyadı: HAKVERDİOĞLU

Doğum Yeri : Amasya

Doğum Tarihi : 30. 05. 1989

Medeni Hali: Bekar

Yabancı Dil: İngilizce

E-posta Adresi: tugcehakverdioglu@hotmail.com.tr

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl: Sürsan Su Ürünleri, (2015-)

Çalışma Adresi: Sürsan Su Ürünleri Milas/Muğla

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Sinop Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği	2012
Yüksek Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı	2017



