

**HAFİK GÖLÜ (HAFİK /SİVAS)  
FİTOPLANKTON TOPLULUKLARI VE BAZI SU  
KALİTE PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ**

**ERGÜN KASAKA**

**DOKTORA TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**2014**

**CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAFİK GÖLÜ (HAFİK/SİVAS) FİTOPLANKTON  
TOPLULUKLARI VE BAZI SU KALİTE  
PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ**

**ERGÜN KASAKA**

**DOKTORA TEZİ**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI  
PROF. DR. SABRİ KILINÇ**

**SİVAS  
2014**

Bu tez Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 24.09.2008 tarihli ve 9 sayılı toplantısında kabul edilen Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü "Tez Yazım Kılavuzu" adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

Bu alışma Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmış ve jürimiz tarafından Biyoloji Anabilim Dalı'nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan	<b>Prof. Dr. Bülent ŞEN</b> Fırat niversitesi	_____
ye	<b>Prof. Dr. Cahit ERDEM</b> Çukurova niversitesi	_____
ye	<b>Prof. Dr. Meltem SARIOĞLU</b> <b>CEBECİ</b> Cumhuriyet niversitesi	_____
ye	<b>Doç. Dr. Mesut KIRMACI</b> Adnan Menderes niversitesi	_____
ye (Danışman)	<b>Prof. Dr. Sabri KILINÇ</b> Adnan Menderes Üniversitesi	_____

#### ONAY

Bu tez çalışması, 06/02/2004 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa DEĞİRMENCİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

## ÖZET

### HAFİK GÖLÜ (HAFİK/SİVAS) FİTOPLANKTON TOPLULUKLARI VE BAZI SU KALİTE PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ

Ergün KASAKA

Doktora Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sabri KILINÇ

2014, xii+234 sayfa

Bu çalışmada, seçilen 5 istasyondan alınan su örneklerinin biyolojik ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Kimyasal analizler için su örneklemeleri Eylül 2009-Haziran 2011 tarihleri arasında, biyolojik çalışma için örneklemeler ise Kasım 2008-Haziran 2011 tarihleri arasında yapılmıştır. Gölde 10 fitoplankton bölümüne ait toplam 264 takson belirlenmiştir. Bu taksonların 114'ü Bacillariophyta, 87'si Chlorophyta, 33'ü Cyanobacteria, 9'u Cryptophyta, 9'u Euglenophyta, 5'i Xantophyta, 2'si Pyrrophyta, 2'si Chrysophyta, 2'si Charophyta ve 1'i Prasinophyta'ya aittir. Zooplankton faunasında ise Rotifera, Cladocera ve Copepoda'ya ait toplam 35 takson tespit edilmiştir. Bu taksonlardan 20'si Cladocera'ya, 5'i Rotifera'ya ve 10 tanesi ise Copepoda'ya aittir.

Gölün alkali özellikte olduğu belirlenmiştir. Gölde fiziko-kimyasal parametrelerin yıllık ortalamaları; toplam fosfor: 0,055 mg/l, toplam çözülmüş fosfor: 0,022 mg/l, çözülmüş reaktif fosfor: 0,016 mg/l, nitrat: 0,11 mg/l, nitrit: 0,004 mg/l, amonyum: 0,17 mg/l, silisyum: 7,06 mg/l, KOİ:44 mg/l, BOİ<sub>5</sub>: 42 mg/l, iletkenlik: 2,23 mS, pH: 8,38 ve sülfat: 1425 mg/l, kalsiyum: 625 mg/l, toplam sertlik: 164 Fr, toplam alkalinite: 83,2 mg/l, sıcaklık: 12,6 °C, çözülmüş oksijen: 8,98 mg/l, askıda katı madde: 6,1 mg/l, bulanıklık: 5,18 NTU, mangan: 0,1 mg/l, toplam demir: 0,035 mg/l, klorür: 55,4 mg/l ve klorofil-*a*: 0,46 µg/l 'dir. Yapılan analizlere ve incelemelere göre Hafik Gölü'nün oligotrofik-mezotrofik olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hafik gölü, Fitoplankton, Zooplankton, Su kimyası, Su kalitesi

**SUMMARY**  
**HAFIK LAKE (HAFIK/SIVAS)**  
**PHYTOPLANKTON COMMUNITY AND EXAMINATION OF SOME WATER**  
**QUALITY PARAMETERS**

ERGÜN KASAKA

Doctor of Philosophy, Department of Biology

Supervisor: Prof Dr. Sabri KILINÇ

2014, xii+234 pages

In this study, biological and chemical properties of water samples collected from 5 stations in Hafik Lake were investigated. Water samples for biological and chemical analyses were collected between November 2008 - June 2011 and September 2009-June 2011 respectively. A total of 264 taxa belonging to 10 phytoplankton division were determined in the lake. Of these taxa, 114 belong to Bacillariophyta, 87 Chlorophyta, 33 Cyanobacteria, 9 Cryptophyta, 9 Euglenophyta, 5 Xantophyta, 2 Pyrrophyta, 2 Chrysophyta, 2 Charophyta and 1 to Prasinophyta. A total of 35 taxa belonging to Rotifera, Cladocera and Copepoda were determined in zooplankton fauna. Of these taxa 20 belong to Cladocera, whereas 5 belong to Rotifera and 10 belong to Copepoda.

The lake was determined as alkaline. In the lake; annual averages of physico-chemical parameters are as follows: total phosphorus is 0,055 mg/l, total dissolved phosphorus is 0,022mg/l, dissolved reactive phosphorus is 0,016 mg/l, nitrate is 0,11 mg/l, nitrite is 0,004 mg/l, ammonia is 0,17 mg/l, silicon is 7,06 mg/l, COD is 44 mg/l, BOD<sub>5</sub> is 42 mg/l, conductivity is 2,23 mS, pH is 8,38, sulfate is 1425 mg/l, calcium is 624, total hardness is 164 Fr, total alkalinity is 83,2 mg/l, temperature is 12,6 °C, dissolved oxygen is 8,98 mg/l, suspended solids is 6,1 mg/l, turbidity is 5,18 NTU, manganese is 0,1 mg/l, total iron is 0,035 mg/l, chloride is 55,4 mg/l and chlorophyll- *a* is 0,46 µg/l. According to physico-chemical values, Hafik Lake was determined to be an oligo-mesotrophic lake.

**Key words:** Hafik Lake, Phytoplankton, Zooplankton, Water chemistry, Water quality

## TEŞEKKÜR

Bu alıőmanın planlanmasında, yürütülmesinde ve çalıőmalarımın her aşamasında bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren Sayın hocam Prof. Dr. Sabri KILINÇ' a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalıőmalarındaki büyük katkılarından dolayı Arő. Gör. Mahir Yıldırım'a, laboratuvar çalışmalarında yardımlarından dolayı sevgili Funda Aras'a ve Ozan Önder'e, tezin yazım aşamasında yardımlarını esirgemeyen Yavuz Yıldır, Faruk Ay ve çalışmaya maddi desteklerinden dolayı Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı'na, manevi desteklerinden dolayı Biyoloji Bölüm Başkanlığı'na ve saygı değer tüm bölüm elemanlarına teşekkür ederim.

Tüm çalıőmalarım boyunca gösterdikleri engin sabırlarını asla unutmayacağım sevgili eşim Sevgi KASAKA'ya ve Aileme sonsuz teşekkür ederim.

*Ergün KASAKA*

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	x
SİMGELER DİZİNİ .....	xi
KISALTMALAR DİZİNİ .....	xii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. MATERYAL ve METOT</b> .....	11
2.1. Çalışma Alanı ve Örnekleme Noktaları .....	11
2.2. Örneklerinin Alınması ve Hazırlanması .....	12
2.2.1. Su Örneklerinin Alınması .....	12
2.2.2. Fitoplankton Örneklerinin Alınması, Sayım ve Teşhisleri .....	13
2.2.3. Zooplankton Örneklerinin Alınması, Sayımı ve Teşhisleri .....	14
2.3. Fiziksel ve Kimyasal Değişkenler .....	15
2.4. Trofik Durum İndeksi .....	16
2.5. Fitoplanktonun Fonksiyonel Grupları .....	17
2.6. Veri Değerlendirme ve İstatistiksel Analiz .....	22
<b>3. BULGULAR</b> .....	23
3.1. Fiziksel ve Kimyasal Su Kalitesi .....	23
3.1.1. Sıcaklık .....	26
3.1.2. Çözünmüş Oksijen .....	28
3.1.3. Elektriksel iletkenlik .....	30
3.1.4. pH .....	32
3.1.5. Derinlik ve Seki Diski Derinliği .....	34
3.1.6. Bulanıklık .....	34
3.1.7. Askıda Katı Madde (AKM) .....	36
3.1.8. Toplam Alkalinite .....	38
3.1.9. Toplam Sertlik .....	40
3.1.10. Klorür .....	42
3.1.11. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) .....	44
3.1.12. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ <sub>5</sub> ) .....	46



3.1.13. Silika .....	48
3.1.14. Sülfat .....	50
3.1.15. Amonyum Azotu.....	52
3.1.16. Nitrat Azotu .....	54
3.1.17. Nitrit Azotu.....	56
3.1.18. Toplam Fosfor (TF) .....	58
3.1.19. Toplam Çözülebilir Fosfor (TÇF).....	60
3.1.20. Çözülebilir Reaktif Fosfor (ÇRF) .....	62
3.1.21. Klorofil- <i>a</i> .....	64
3.1.22. Toplam Demir.....	66
3.1.23. Mangan.....	68
3.1.24. Kalsiyum.....	70
3.1.25. Trofik Durum İndeksi (TDİ).....	72
3.2. Alg Kompozisyonu .....	73
3.2.1. Fitoplankton Kompozisyonu .....	73
3.2.2. Fitoplankton Gruplarının Mevsimsel Değişimi ve Yoğunluğu .....	81
3.2.2.1. Bacillariophyta.....	81
3.2.2.2. Cyanobacteria (Cyanophyta) .....	86
3.2.2.3. Chlorophyta .....	89
3.2.2.4. Cryptophyta .....	92
3.2.2.5. Euglenophyta .....	95
3.2.2.6. Crysophyta.....	96
3.2.2.7. Pyrrophyta .....	96
3.2.2.8. Charophyta.....	96
3.2.2.9. Xantophyta ve Prasinophyta .....	97
3.2.3. Fitoplanktonun Fonksiyonel Gruplarının Belirlenmesi .....	98
3.3. Zooplankton Kompozisyonu .....	98
3.3.1. Zooplankton Gruplarının Mevsimsel Değişimi ve Yoğunluğu .....	101
3.3.1.1. Cladocera.....	101
3.3.1.2. Calanoida .....	116
3.3.1.3. Cyclopoida.....	131
3.3.1.4. Rotifera.....	132
3.4. Hafik gölü Su içi ve Kıyı Florası.....	133

<b>4. TARTIŞMA ve SONUÇ</b> .....	137
4.1. Su Kimyası .....	137
4.1.1. Silika .....	137
4.1.2. Mangan.....	138
4.1.3. Toplam Demir.....	139
4.1.4. Klorür .....	139
4.1.5. Sülfat .....	141
4.1.6. Kalsiyum .....	142
4.1.7. Toplam Sertlik .....	143
4.1.8. Alkalinite .....	143
4.1.9. pH.....	144
4.1.10. Elektriksel iletkenlik (EC).....	146
4.1.11. Sıcaklık.....	147
4.1.12. Çözünmüş oksijen.....	149
4.1.13. Nitrit azotu.....	150
4.1.14. Nitrat azotu .....	151
4.1.15. Amonyum azotu.....	152
4.1.16. Askıda katı madde (AKM) .....	154
4.1.17. Bulanıklık .....	155
4.1.18. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ <sub>5</sub> ).....	156
4.1.19. Fosfor .....	157
4.1.20. Klorofil -a.....	159
4.1.21. Hafik Gölü su kalitesi.....	160
4.1.22. Hafik Gölü Verimlilik (Trofi) durumu.....	164
4.1.23. Trofik durum indeksi (TDİ).....	166
4.1.24. Hafik Gölü Fonksiyonel Grupları .....	168
4.2. Fitoplankton .....	170
4.2.1. Bacillariophyta.....	170
4.2.2. Chlorophyta .....	179
4.2.3. Cyanobacteria .....	184
4.2.4. Cryptophyta.....	188
4.2.5. Euglenophyta .....	189
4.2.6. Pyrrophyta .....	190

4.2.7. Xantophyta .....	190
4.2.8. Crysophyta.....	191
4.2.9. Charophyta .....	191
4.3. Zooplankton .....	192
4.3.1. Cladocera.....	192
4.3.2. Calanoid ve Cyclopid Copepod .....	195
4.3.3. Rotifera.....	197
<b>5. ÖNERİLER .....</b>	<b>200</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>202</b>
<b>7. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>234</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.1.	Hafik Gölü örnekleme istasyonları.....	12
Şekil 3.1.1.1.	Örnekleme istasyonlarında su sıcaklığının mevsimsel değişimi.....	27
Şekil 3.1.2.1.	Örnekleme istasyonlarında çözünmüş oksijenin mevsimsel değişimi.....	29
Şekil 3.1.3.1.	Örnekleme istasyonlarında elektriksel iletkenliğin mevsimsel değişimi.....	31
Şekil 3.1.4.1.	Örnekleme istasyonlarında pH' nın mevsimsel değişimi.....	33
Şekil 3.1.6.1.	Örnekleme istasyonlarında bulanıklığın mevsimsel değişimi.....	35
Şekil 3.1.7.1.	Örnekleme istasyonlarında askıda katı maddenin mevsimsel değişimi.....	37
Şekil 3.1.8.1.	Örnekleme istasyonlarında toplam alkalinite'nin mevsimsel değişimi.....	39
Şekil 3.1.9.1.	Örnekleme istasyonlarında toplam sertliğin mevsimsel değişimi.....	41
Şekil 3.1.10.1.	Örnekleme istasyonlarında klorür'ün mevsimsel değişimi.....	43
Şekil 3.1.11.1.	Örnekleme istasyonlarında kimyasal oksijen ihtiyacının mevsimsel değişimi.....	45
Şekil 3.1.12.1.	Örnekleme istasyonlarında biyolojik oksijen ihtiyacının mevsimsel değişimi.....	47
Şekil 3.1.13.1.	Örnekleme istasyonlarında silika'nın mevsimsel değişimi.....	49
Şekil 3.1.14.1.	Örnekleme istasyonlarında sülfat'ın mevsimsel değişimi.....	51
Şekil 3.1.15.1.	Örnekleme istasyonlarında amonyum azotu'nun mevsimsel değişimi.....	53
Şekil 3.1.16.1.	Örnekleme istasyonlarında nitrat azotu'nun mevsimsel değişimi.....	55
Şekil 3.1.17.1.	Örnekleme istasyonlarında nitrit azotu'nun mevsimsel değişimi.....	57
Şekil 3.1.18.1.	Örnekleme istasyonlarında toplam fosfor'un mevsimsel değişimi.....	59

<b>Şekil 3.1.19.1.</b>	Örnekleme istasyonlarında toplam çözülebilir fosfor'un mevsimsel değişimi.....61
<b>Şekil 3.1.20.1.</b>	Örnekleme istasyonlarında çözülebilir reaktif fosfor'un mevsimsel değişimi.....63
<b>Şekil 3.1.21.1.</b>	Örnekleme istasyonlarında Klorofil- <i>a</i> 'nın mevsimsel değişimi.....65
<b>Şekil 3.1.22.1.</b>	Örnekleme istasyonlarında demir'in mevsimsel değişimi.....67
<b>Şekil 3.1.23.1.</b>	Örnekleme istasyonlarında mangan'ın mevsimsel değişimi.....69
<b>Şekil 3.1.24.1.</b>	Örnekleme istasyonlarında kalsiyum'un mevsimsel değişimi.....71
<b>Şekil 3.2.1.</b>	Alg florasını oluşturan gruplara ait takson sayıları ve yüzde dağılımları.....73
<b>Şekil 3.2.2.1.1.</b>	Örnekleme istasyonlarında Bacillariophyta bölümüne ait organizmaların mevsimsel değişimi. ....85
<b>Şekil 3.2.2.2.1.</b>	Örnekleme istasyonlarında Cyanobacteria bölümüne ait organizmaların mevsimsel değişimi.....88
<b>Şekil 3.2.2.3.1.</b>	Örnekleme istasyonlarında Chlorophyta bölümüne ait organizmaların mevsimsel değişimi.....91
<b>Şekil 3.2.2.4.1.</b>	Örnekleme istasyonlarında Cryptophyta bölümüne ait organizmaların mevsimsel değişimi.....94
<b>Şekil 3.2.2.8.1.</b>	<i>Chara</i> ve makrofitlerle kaplı olan alanlar.....97
<b>Şekil.3.3.1.1.1.</b>	Örnekleme istasyonlarında Cladocera bölümüne ait organizmaların mevsimsel değişimi.....115
<b>Şekil.3.3.1.2.1.</b>	Örnekleme istasyonlarında Calanoida bölümüne ait organizmaların mevsimsel değişimi.....130
<b>Şekil. 4.1.1.1.</b>	Silisyum – Diatom Değişim Grafiği.....137
<b>Şekil 4.1.23.1.</b>	Göl ve rezervuarların Fosfor, Azot ve klorofil- <i>a</i> 'ya dayalı genel olarak sınıflandırılması (Vollenweider'den (1979) uyarılama, Wetzel, 2001)).....168

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 2.4.1.</b>	Carlson ve Simpson (1996), klorofil- <i>a</i> , toplam fosfor ve seki derinliğine dayalı, Trofik durum indeksi (TDİ).....17
<b>Çizelge 2.5.1.</b>	Göl tiplerine göre fitoplanktonun fonksiyonel grupları (Reynolds ve ark., 2002; Padisak ve ark., 2009'dan değiştirilerek uyarlanmıştır).....18
<b>Çizelge 3.1.1.</b>	Hafik Gölü'nde fiziksel değişkenler için 11.10.2008 - 20.06.2011 tarihleri arası yapılan ölçümler, Kimyasal değişkenler için ise 14.09.2009 - 20.06.2011 tarihleri arasında yapılan analizlerin sonucu kullanılarak elde edilen en yüksek, en düşük, ortalama ve standart sapma değerleri .....24
<b>Çizelge 3.1.2.</b>	Hafik gölü örneklemelerinin fiziksel ve Kimyasal değişkenlerinin korelasyon çizelgesi.....25
<b>Çizelge 3.1.25.1.</b>	Hafik gölü TDİ (CHL) ve TDİ (TP) değeri ortalamalarının Carlson ve Simpson (1996), Trofik durum indeksi (TDİ) ile değerlendirilme çizelgesi.....72
<b>Çizelge 3.2.1.1.</b>	Alg taksonlarının listesi.....73
<b>Çizelge 3.2.3.1.</b>	Hafik gölü fitoplanktonunun fonksiyonel grupları.....98
<b>Çizelge 3.4.1.</b>	Göl içi ve çevresine ait flora'nın tür listesi.....133
<b>Çizelge 4.1.21.1.</b>	Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Anonim, 2004b) ile Hafik gölü'nde ölçülen bazı fiziko-kimyasal değerlerin karşılaştırılması (Anonim, 2004b) .....161
<b>Çizelge 4.1.22.1.</b>	Ötrofikasyon Kontrolü Sınır Değerleri (Anonim, 2004b).....165
<b>Çizelge 4.1.23.1.</b>	Hafik gölü TDİ (CHL) ve TDİ (TP) değeri ortalamalarının Carlson ve Simpson (1996), Trofik durum indeksi (TDİ) ile değerlendirilme çizelgesi.....167

## SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrat derece
mg/l	Miligram/litre
pH	-
mS	Milisiemens
NTU	Nephelometrik Bulanıklık Ünitesi
Fr	Fransız Sertlik Derecesi
µg/l	Mikrogram/litre
NH <sub>4</sub> -N	Amonyum Azotu
NO <sub>2</sub> -N	Nitrit azotu
NO <sub>3</sub> -N	Nitrat Azotu
SiO <sub>2</sub>	Silika
SO <sub>4</sub>	Sülfat
Ca	Kalsiyum
Mn	Manganez
Fe	Demir
Cl	Klorür

## KISALTMALAR DİZİNİ

T	Sıcaklık
ÇO	Çözünmüş Oksijen
EC	Elektriksel İletkenlik
AKM	Askıda Katı Madde
Turb	Bulanıklık
TA	Toplam Alkalinite
TF	Toplam Fosfor
TÇF	Toplam Çözünmüş Fosfor
ÇRF	Çözünebilir Reaktif Fosfor
TS	Toplam Sertlik
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
BOİ	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
Klo - <i>a</i>	Klorofil- <i>a</i>



## 1. GİRİŞ

Dünyanın % 70 sularla kaplıdır ve bu suyun % 97.3'ü okyanuslarda, % 2.19'u buzullarda, % 0.5'i yer altı suyun da, %0.005'i toprak nemi olarak, % 0.001'i atmosferik su buharında, % 0.018'i durgun iç sularda ve %0.000096'sı nehirlerde bulunmaktadır (Cole, 1983). Durgun iç sular dünya yüzeyinin % 2'sinden daha az bir alan kaplamaktadır (Wetzel, 2001). Dünya tatlı sularının % 68.7'si buzul, iç buzul ve kalıcı karda, % 30.1'i yeraltı suyunda, % 0.86'sı donmuş toprak ve yeraltı buzullarında, % 0.26'sı göllerde, % 0.04'ü atmosferde, % 0.03'ü tatlı su sulak alanlarında, % 0,006'sı nehirlerde ve % 0.003'ü canlı bünyesinde bulunmaktadır (Desonie, 2008).

Su, insan medeniyetinin kurulmasında ve karasal doğal hayatın korunmasında çok önemli rol oynar. Çünkü su tüm canlı organizmaların temel ögesi ve her türlü biyokimyasal reaksiyonun meydana geldiği ortamdır. Gerçekten de biyosferin sınırları sıvı suyun varlığı ile tanımlanır. Bütün uygarlıklar, genellikle büyük göller ya da büyük nehirlerin taşkın alanları gibi güvenilir bir tatlı su kaynağının yakınında kurulmak zorunda kalmış, bu son derece verimli sistemlerin sunduğu diğer hizmet ve ürünlerden de böylelikle yararlanabilmişlerdir. Ancak çok çeşitli tatlı su kütleleri arasında ihtişam ve berraklıklarından dolayı büyük ve derin su kütlelerine daha çok değer verilmiş ve pelajik sular ideal olarak görülmüştür. Aslında dünyada var olan tatlı su göllerinin çoğu sığ göldür. Sığ göllerde litoral bölgeler baskındır ve derin sulara göre birim su yüzeyi başına düşen üretkenlik ve biyolojik çeşitlilik daha yüksektir (Moss, 2001).

Yiyecek, içme suyu ve ulaşım sağlamanın yanı sıra son yıllarda özellikle rekreasyon amacıyla göllerden yararlanma daha da artmıştır. Bu durum göller üzerinde çeşitli baskılara neden olmuştur (İşgören, 2009). Özellikle sığ göllere sahip sulak alanlarda bu baskı en iyi şekilde gözlenebilmektedir. "Sulak alan terimi, bir dizi ortak özelliğe sahip olup; geniş bir yelpazedeki karasal, kıyısal ve denizsel yaşama ortamlarını bir araya getiren ekosistemlerdir. Sulak alan ekosistemlerinin kesin ve net bir tanımını yapmak oldukça zordur. Mevsimsel olarak karasal ya da sucul ekosistem özelliği taşıyabilirler. Ülkelerdeki devletler, bilim adamları ya da organizasyonlar kendi amaçlarına göre farklı sulak alan tanımlamaları yapmıştır ve bu nedenle tanımlamada yaklaşım farkları ortaya çıkmaktadır. Sulak alan tanımı

oldukça farklı habitatları kapsamaktadır. Sulak alanlar bilimsel olarak sürekli ya da periyodik olarak yüzey suyu olan veya her zaman suya doymuş (hidrik) toprağı olduğu için su bitkileri (hidrofit) büyüeyebilen ekosistemler olarak tanımlanmıştır (Anonim, 2013).

Sulak alanlar “Alçak gelgitte derinliğı altı metreyi aşmayan deniz suyu alanlarını da kapsamak üzere, doğal ya da yapay, sürekli ya da geçici, durgun ya da akar, tatlı, acı ya da tuzlu bütün sular ile bataklık, sazlık, ıslak çayır ve turbalıklar” olarak tanımlanmaktadır (RAMSAR, 1971). Aynı zamanda, sulak alanlar: denizel, haliç, göl, nehir, bataklık sistemleri ve bunların alt sistemlerinden oluşmaktadır (Novotny ve Olem, 1994) ve bu alanlar yeryüzünün en zengin ve en üretken ekosistemleridir. Bütün sulak alanlar; toprak, su, bitki ve hayvan türleri ile besinler gibi fiziksel, kimyasal ve biyolojik elemanlardan oluşur. Bu elemanların kendi içlerinde ve aralarında gerçekleşen işlemler sulak alanların işlevlerini gerçekleştirmelerini sağlar (Dugan, 1990). Bu alanlar yöre insanlarına ve ülkenin geneline geniş yelpazede hizmet veren oldukça karmaşık doğal sistemlerdir ve yeryüzündeki başka hiçbir ekosistemle karşılaştırılmayacak ölçüde işlev ve değerlere sahiptir. Aslında, sulak alanlar sahip oldukları 3 temel özellikle ayırt edilebilmektedir. Bunlar, sulak alan hidrolojisi: suyun ortamda bulunması, fizikokimyasal çevre: kendine özgü toprak yapısı, biyolojik çeşitlilik: sulak alanlara uyum sağlamış canlılar olarak özetlenebilir. Bu bileşenlerden sulak alanları tanımlamada kullanılan göstergeler, hidroloji, toprak ve vejetasyondur. Bu üç bileşen birbirinden bağımsız olmayıp, biyotadan etkilenmektedir. Bütün ekosistemlerde olduğu gibi sulak alan ekosistemlerindeki canlılar yaşamlarını sürdürebilmek için enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Bir ekosistemde bitkiler, ağaçlar ve çimenler gibi fotosentez uygulayıcıları temel enerji girişini sağlar. Bunlar farklı organizmaların hepsini birbirine bağlayan yaşam zincirinin en altındaki halkalardır. Dünyada besin üretmek için gerekli olan her türlü madde (su, oksijen, azot vb.) bulunur. Ancak, var olan bu maddelerin canlılar tarafından kullanılabilmesi için organik besinlere (karbonhidratlar, proteinler, yağlar) dönüştürülmesi gerekir. Bitkiler, algler ve bazı bakteriler fotosentez yoluyla inorganik maddeleri organik besinlere dönüştürebilen canlılardır. Besin ağının işleminde yani enerji dönüşümünde madde döngüleri (karbon, azot, fosfor, kükürt vb) önemli yer tutmaktadır (Anonim, 2013).

Sulak alanlar, buldukları bölgenin su rejimini dengelemek ve iklimini stabilize etmek, tortu ve zehirli maddeleri alıyarak suyu temizlemek, özellikle büyük göl ve nehirlerde su yolu taşımacılığına imkan sağlamak, çok zengin biyolojik çeşitliliğe sahip olmaları nedeniyle bilimsel çalışmalar için açık hava laboratuvarı olmaları ile balıkçılık, tarım, hayvancılık, saz üretimi ve rekreasyonel kullanımlar açısından yüksek bir ekonomik değer arz etmeleri gibi işlev ve değerlere sahiptir. Sulak alanlar yeryüzünün böbrekleridir (Mitsch ve Gosselink, 1993), kirleticileri süzer ve besin maddelerinin fiziksel (sedimentasyon, filtrasyon), fiziko-kimyasal (bitkilerde, toprakta ve organik substratlarda adsorpsiyon) ve biyokimyasal (biyokimyasal indirgenme, nitrifikasyon, denitrifikasyon, dekompozisyon ve bitkide birikim) süreçler ile yıkımında rol oynarlar (Novotny ve Olem, 1994). Ayrıca sulak alanlar; su depolanması ve salınan yüzey sularının toplanması, yerel ve bölgesel yeraltı sularına reşarj, tepelerden gelen taşkın sularının azaltılması, taşkınların kontrolü ve erozyonu engellemeyi içerir (Gabor ve ark., 2004). Sulak alanların içine akan suyu depolama yeteneği oldukça yüksektir. Her sulak alanın taşkınları azaltma yeteneği aynı değildir. Yeryüzünün durumu, su kütesinin yeri, toprak geçirgenliği, eğim ve geçmişteki iklim koşullarının etkisine göre değişiklik gösterir (Gabor ve ark., 2004). Bunların dışında sulak alanlar, başta sıcaklık olmak üzere iklim elemanları üzerine olumlu etki yapmaları, tropikal ormanlarla birlikte yeryüzünde en fazla biyolojik üretim yapmaları, yüz binlerce yıllık doğal süreçler sonucu meydana gelmiş ve ortama karakterize olmuş zengin bitki ve hayvan türleri ile yoğun organizma koleksiyonuna sahip önemli genetik rezervuar olmaları ve yüksek bir ekonomik değere sahip olup, bölge ve ülke ekonomisine katkı sağlamaları gibi özellikleri ile yeryüzünde önemli olan ekosistemlerdir. Bütün bu özellikler; sulak alanların mutlak surette gelecek için korunması gerekli alanlar olduğunu ortaya koymaktadır.

Birçok sulak alan sistemi insan topluluklarının hayatta kalmaları ve gelişmeleri için kritik öneme sahip olmuşlardır. Sürekli gelişen teknoloji bize doğanın önemini unutturmuş gibi görünebilir. Ancak sürdürülebilir olmayan ve plansız bir şekilde yapılan alan kullanımlarından dolayı yaşanan çevre felaketleri (seller, fırtınalar, toprak kaymaları vb.) tersini göstermektedir. Asıl olan doğal ekosistemlerin desteğine hala ihtiyacımız olduğudur. Geçtiğimiz yıllarda sulak alan ekosistemlerinin

değeri giderek anlaşılmaya başlanmıştır. Dünya nüfusunun dörtte biri bugün suya çok güç koşullarda ulaşmaktadır. 2025 yılında dünyada her üç kişiden ikisi kuraklıkla karşı karşıya kalabilecektir. Yakın çevresinde yaşayan halkın yaşamında önemli yer tutan, bölge ve ülke ekonomisine katkılar sağlayan sulak alanlar; doğal dengenin ve biyolojik çeşitliliğin korunması yönünden de diğer ekosistemler içinde önemli ve farklı bir yere sahiptirler.

Plansız endüstrileşme ve kentleşme, tarımsal mücadele ilaçlarının ve kimyasal gübrelerin bilinçsizce kullanılması, kentsel endüstriyel atık suların uygun koşullar sağlanmadan alıcı ortamlara verilmesi yüzey sularının kirlenmesine yol açmaktadır (Akdeniz, 2005). Çoğunlukla insan aktivitesi kaynaklı, başta azot ile fosfor olmak üzere, aşırı miktarda besin tuzu yüzey sularına ulaşmakta ve alıcı ortamın fizikokimyasal ve biyolojik yapısını önemli ölçüde değiştirmektedir (Ünlü ve ark., 2008). Bu durum beraberinde ötrofikasyon problemlerini meydana getirmektedir (Aksoy ve Yenilmez, 2007). Sucul ortamlarda besin tuzu artışına bağlı olarak bitkisel organizmalarda meydana gelen aşırı çoğalma olarak tanımlanan ötrofikasyon, yüzey sularının su temini, rekreasyon ve balıkçılık gibi pek çok kullanım alanlarını sınırlandırmaktadır. Aynı zamanda ötrofikasyon göllere özgü en tipik kalite bozulmasıdır. Evsel ve bazı endüstriyel atık sular ile tarımsal drenaj suları azot ve fosforca zengindir. Bu besin tuzlarının belirli sınırlar üzerine çıkması halinde göllerde fotosentezle aşırı alg üremesine ve organik madde miktarının artmasına yol açar. Çoğalan algler dışarıdan atık sularla göle verilen organik kirleticilere çok benzeyen davranışlara girer ve sudaki oksijen bilançosunu etkiler (Ünlü ve ark., 2008).

Tatlısu kaynakları içerisinde önemli yer tutan göller insanların her zaman ilgisini çekmiş ve yerleşim yerlerini su kaynaklarına yakın bölgelerde kurmalarına yol açmıştır. Yeryüzünde tarih boyunca milletlerin uygarlıklarının gelişmesi için temel oluşturmuştur. (Sezen, 2008).

Sulak alanlar içerisinde tanımlanan sığ göller dünyadaki en yaygın göl tipidir ve doğal yaşam habitatı alanı olarak büyük etkilere sahiptir (Jeppesen ve ark., 2004). Kullanılabilir su kaynaklarının azlığı, mevcut olanlarında karşı karşıya kaldığı kirlenme baskısını ortadan kaldırmak ya da en aza indirgeyebilmek için sucul ortamların kalitesi üzerinde etkili olan fiziko-kimyasal ve biyolojik faktörlerin

(fitoplankton, zooplankton, balık vs.) belirlenmesi biyolojik çeşitlilik, besin zinciri ve su kalitesi gibi faktörler açısından büyük bir önem taşımaktadır.

Dünyadaki göllerin toplam yüzey alanı yaklaşık  $2.5 \times 10^6$  km<sup>2</sup>'dir. Toplam kara parçasının % 18'ini kapsayan bu alanlarda  $1.2 \times 10^5$  km<sup>3</sup> tatlı su rezervi bulunmaktadır. 500 km<sup>2</sup> den büyük alana sahip 253 en büyük göl ise dünyanın donmamış yüzeysel tatlı su kaynaklarının % 78' ini oluşturmaktadır (Tilzer ve Bossard, 1992).

Günümüzün bilinçsiz kullanım sonucu yenilenebilir kaynak olarak tanımlanan (Yakıcı, 1998) suyun kalitesi bozulmakta ve kullanılabilir su miktarı azalmaktadır. Su kalitesinin bozulması içinde barındırdığı türlerin bileşimini, verimliliğini, bolluk durumlarını ve sucul türlerin fizyolojik durumlarını etkilemektedir. Göller alıcı ortam olmaları itibariyle çevre kirliliğinden birinci derecede etkilenirler. Bu kirlenme sadece içinde yaşayan canlıları olumsuz etkilemekle kalmaz, bu olumsuz etki besin zinciri yolu ile insana kadar ulaşır. Bu nedenle sulardaki çevre dengesi korunmalıdır. Gerekli önlemlerin alınabilmesi için su ortamında fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin periyodik olarak araştırılması gerekir (Taş, 2006). Çeşitli nedenler ile yüzey sularının su kalitesinin bozulması, göllerdeki su kalitesi çalışmalarının önemini her geçen gün artırmaktadır (Küçükyılmaz ve ark., 2010).

Türkiye iç sular bakımından zengin bir ülkedir. Ancak kullanılabilir durumdaki iç su potansiyeli çok kısıtlıdır. Gelişen teknoloji ile birlikte oldukça sınırlı olan tatlı su kaynakları her geçen gün kirlenmektedir. Bununla birlikte hızlı nüfus artışı, düzensiz kentleşme, sanayileşme, tarım alanlarında bilinçsizce ve aşırı miktarda kullanılan gübre ve pestisitler alıcı ortamlar olan su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır (Taş ve Gönüloğlu, 2007).

Temel ekosistemlerden birisi olan sucul ekosistem (Kolluru, 1994) hızla artan çevre sorunları, nüfus artışı, insan faaliyetlerinin çeşitliliği ve yoğunluğu, yaşam düzeyi ve biçimlerinin değişmesi su kaynaklarına yönelik talebin artması vb. olgular tarafından tehdit edilir duruma gelmiştir (Biswas, 1997; Loucks, 2000). Dünya nüfusunun % 20'si temiz ve içme suyuna ulaşamazken % 50'si ise yeterli kalitede su kaynaklarından yoksundur (Biswas, 1997). İnsanların içme suyu kaynağı olarak kullandıkları tatlı su kaynaklarının büyük bölümü göllerde bulunmaktadır (Özçalkap, 2007).

Su kirliliği günümüzün en önemli sorunlarından biridir. Sucul sistemlerin çeşitli faaliyetler sonucu hızla bozulması ile biyolojik çeşitlilik azalmakta, su kaynaklarının kalitesi gün geçtikçe düşmekte ve sucul ekosistemler hızla ortadan kalkmaktadır (Karacaoğlu, 2000).

Dünyada hayatın ve canlılığın devamı için önemli ve gerekli olan su, bütün organizmaların yapısında bulunması, tüm metabolizma faaliyetlerinde yaşamsal madde özelliği taşıması ve ayrıca bir yaşam ortamı olması nedeniyle insanlığın ve bilimin devamlı dikkatini çekmiştir. Suyun özelliklerinin, yaşamını suda geçiren canlıların ve onu etkileyen çevresel faktörlerin bilinmesi son derece önemlidir. Çünkü canlının varlığını devam ettirebilmesi, kendisiyle çevresi arasında temel maddelerin ve enerjinin düzenli, uygun ve devamlı akış içinde olduğu bir yaşama ortamında olmaktadır. Zaten biyosferin sınırları sıvı suyun varlığıyla tanımlanmaktadır. Canlılar için bu kadar önemli olan suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin bilinmesi, su kaynaklarından daha iyi ve verimli yararlanılması açısından çok önemlidir (Kıvrak, 2003).

Ülkemiz doğal su kaynakları bakımından zengin olmasına rağmen pek çok bölgede düzensiz yağış rejimi ve coğrafik şartların etkisi ile su problemleri ile karşılaşmaktadır. Ülkemizin artan su ihtiyacının karşılanmasında mevcut su kaynaklarımızın ekolojik açıdan potansiyel olarak korunması gerektiğinin yanı sıra su ortamını ihtiyaçlarımız doğrultusunda kullanım önceliklerine ve amaçlarına göre korumak anlayışı önem kazanmıştır. Fakat ülkemizde endüstriyel büyümenin neden olduğu yoğun atık yükü, aşırı nüfus artışı ve çarpık kentleşme su sorunlarının da dahil olduğu çevre sorunlarını beraberinde getirmiş ve ülke nüfusunun çoğunluğunun yaşadığı büyük kentler özellikle son yıllarda aşırı nüfus artışına bağlı olarak kentsel su ihtiyaçları ve endüstriyel su taleplerinin karşılanmasında büyük sorunlarla karşı karşıya kalmışlardır. Ayrıca ülkemizin coğrafi konumundan dolayı stratejik bir durumda bulunması ve komşu ülkelere nazaran daha zengin su kaynaklarına sahip olması konunun önemini daha da arttırırken suyun doğru kullanılmasının önemini gündeme getirmiştir (Gürevin, 2004).

Bir su kaynağının sürdürülebilir kullanımını sağlamak, sadece beklentileri karşılayacak çalışmalar sonucu bilgi toplayarak mümkün olabilir. Su kaynağının, yönetimi, tasarlanan kullanım gereksinimlerini karşılayıp karşılamadığı veya bir

faaliyetin su kaynağı üzerinde etkilerinin değerlendirilmesi, kaynağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik koşullarını belirleme çalışmalarından elde edilen sonuçlara bağlıdır (Koçer, 2008).

Su kaynaklarımızın korunması ve ekonomiye kazandırılması için kalitelerinin ve potansiyellerinin ortaya çıkartılması oldukça büyük önem taşımaktadır. Dünya üzerinde çok büyük miktarlarda bulunan fakat dağılımı dengesiz olan su, çevremizi saran maddelerin en ilginç olanlarından biridir. Dünyadaki su miktarı sabit olup, hiçbir zaman değiştirilemez. Çünkü yer küre üzerindeki su, denizler ile atmosfer arasında devamlı çevirim halindedir (Egemen ve Sunlu, 1996). Su, hayatın devamı için vazgeçilmez temel birkaç unsurdan biridir. İnsan, yaşamının her safhasında suya doğrudan veya dolaylı olarak gereksinim duymaktadır. Zamanımızda çok çeşitli insan aktiviteleri sonucu suya olan talep her geçen gün daha da artmaktadır. Bununla birlikte ihtiyaç duyulan su kaynaklarının miktar ve kalitesi ise sınırlıdır. Günümüzde, sucul ekosistemleri tehdit eden en önemli sorunlardan biri kirlenmedir. Çeşitli insan faaliyetlerinden kaynaklanan kirleticiler su kalitesini ve sucul hayatı ciddi boyutta etkilemektedir. Su kalitesi ve doğal dengenin bozulması sonucu, doğadaki tüm suların sahip oldukları kendi kendini temizleme kapasitesi azalmakta veya yok olabilmektedir.

Medeniyet seviyesindeki ilerlemenin en temel unsurlarından birisi olan su, değişen dünya düzeninde tükenebilir durumdaki en önemli unsurlardan biri durumuna gelmiştir. Bu bilinçle, gelişmiş ülkeler mevcut su potansiyellerini sürekli olarak takip ederek biyolojik yönden kalite basamaklarını tanımlamakta ve bu kaynakların belirli periyotlarla izlenmesine yönelik çalışmalar yapmaktadırlar (Eroğlu ve ark., 2008).

Sucul ekosistemlerde besin zincirinin temeli ve organik maddenin birincil üreticisi olan algler (Kloet, 1982; Ghosh, 1991; Gürbüz ve ark., 2002), hem deniz hem de tatlı sularda birincil tüketicilerin besin kaynağı olmakla birlikte, fotosentez sonucu açığa çıkardığı oksijen ile dünya yaşamına katkı sunan (Pala, 2001; Maraşlıoğlu, 2007) ve tatlı sularda enerji giriş kaynağının en önemli bileşenidir (Kloet, 1982). Biyosferdeki organik maddenin büyük bir kısmı algler tarafından üretilir (Müller, 1994). Besin değeri yüksek olan algler, sucul organizmalar için makronütrient, vitamin ve iz elementlerin en önemli kaynağı olmasının (Alp, 2002)

yanı sıra fiziksel, kimyasal ve biyolojik şartları ile dinamik bir sistem olan doğal göl (Nogueira, 2000) ekosisteminde değişimlere güçlü ve en hızlı tepki vermelerinden dolayı (Maraşlıoğlu, 2001) kirlilik ve ötrofikasyon belirteci olarak da işlev görmektedir (Rawson, 1956; Ilvamiira, 1982; Trifonova, 1998; Wetzel, 2001; Reynolds ve ark., 2002). Algler aynı zamanda; renk, tat, koku ve çözülmüş oksijen gibi su kalite özelliklerini de doğrudan etkilerler (Şen ve Sönmez, 2006).

Günümüzde dünya ve yurdumuz iç sularında kirliliğin artması ve bu kirliliğin özellikle algler ile birlikte çalışılması planktona ilgiyi son yıllarda daha da artırmıştır (Taş ve Gönüloğlu, 2007). Birçok alg türü su kirliliği kontrolü ve kirlilik seviyesinin belirlenmesinde önem taşımaktadır. Sistemdeki kirlilik seviyesi fitoplanktonu olumsuz yönde etkileyerek azalmalarına ya da bazı türlerin artmalarına neden olabilmektedir. Bu nedenden dolayı fitoplanktonik organizmaların çeşitliliği ve yoğunluğu kirlilik düzeyleri hakkında fikir verebilmektedir (Maraşlıoğlu, 2007; Özçalkap, 2007; Taş ve Gönüloğlu, 2007). Algler, kirlilik düzeyinin belirlenmesinde belirteç olarak kullanılmalarının yanı sıra sucul ortamlardaki organik kirliliğin giderilmesi (Çevik, 1999) ve atık suların temizlenmesinde de kullanılmaktadır (Çolak ve Kaya, 1988; Maraşlıoğlu, 2001).

İç sularımızın bir besin ve gelir kaynağı olarak değerlendirilebilmesi için algler üzerinde etkili olan faktörlerin iyi bilinmesi gerekmektedir (Atıcı ve Obalı, 1999-2002).

Sucul ekosistemlerde; birincil üreticiler olan fitoplanktonlar ile ikincil tüketiciler arasındaki basamağı zooplanktonlar oluşturur. Tatlı su sistemlerinde yaşayan zooplanktonlar başlıca üç gruba ayrılır. Bunlar, Cladocera, Copepoda ve Rotifera gruplarıdır. Bunlardan başka, Gastrotricha, bazı böcek larvaları, balık larvaları ve birçok Coelenterata türü de zooplankton içerisinde yer alır (Wetzel, 1983). Ayrıca, zooplankton türleri su kalitesinin, gölün trofik durumunun ve su kirliliğinin belirlenmesinde önemlidir (Bekleyen, 2003).

Zooplanktonik organizmalar göl ekosisteminde, omurgasızların, balıkların ve zaman zaman da kuşların besinlerini teşkil etmektedir. Başta balıklar olmak üzere bazı omurgasızlar da (İstakoz, yengeç, midye v.s) insanların besinlerini oluşturmaktadır. Böylece bir göl ekosisteminde fitoplanktondan sonra en önemli enerji çevrim halkasını ve besin kaynağını oluşturan zooplanktonik organizmaların



doğal besin zincirinin en son halkası olan insanın beslenmesine kadar uzanan önemli etkileri olmaktadır. Bu nedenle sucul ortamlardaki zooplanktonik organizmalar insan beslenmesine katkıları bakımından, balık üretimi ve balıkçılık açısından büyük bir önem taşımaktadır. Zooplanktonik organizmaların diğer bir önemi de bazı cins ve türlerinin içinde buldukları suların, su karakterini, kirlilik ve ötrofikasyon durumunu genel olarak belirleyici belirteç özelliği göstermeleridir (Kolisko 1974; Sharma, 1983; Saksena, 1987). Bu nedenlerle dünyanın çeşitli ülkelerinde gerek balıkçılık bakımından, gerekse kirlilik ve ötrofikasyon problemleri bakımından su sahalarındaki zooplanktonik organizmalar üzerinde çok yönlü ve yoğun bilimsel çalışmalar yapılmaktadır (Bayly, 1976; Dumont 1981; Godeanu ve Zinevici, 1983). Sularda balık üretimi, zooplanktonik organizmaların kompozisyonu, bolluğu ve miktarı ile bunlarda zaman içinde meydana gelen değişimlerle ilgili olduğundan, zooplankton üzerinde yapılan araştırmalar da bu konuları kapsamaktadır. Ayrıca tür kompozisyonu ve bioması (biyokütlesi) üzerinde ekolojik faktörlerin etkileri de araştırma konularını teşkil etmektedir. Sularda kirlilik ve ötrofikasyon üzerinde yapılan araştırmalarda, kirlilik ve ötrofikasyonun en önemli olumsuz etkilerinin fitoplankton ve zooplanktonik organizmalar üzerinde olduğunun ve bu organizmaların tür kompozisyonunu değiştirdiğinin ortaya konması göllerde zooplankton çalışmalarının yapılmasını daha önemli hale getirmiştir (Hecky ve Kilham, 1973; Dumont, 1983). Bu nedenle de sucul ortamın verimliliği ile zooplanktonik organizmalar arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır (Güher, 2003).

Zooplanktonik organizmaların miktar ya da çeşit yönünden değişikliğe uğraması besin piramidinin alt-üst basamağındaki canlı gruplarını da etkiler (Emir, 1994). Zooplanktonlar, fitoplanktonlar üzerinden beslendiklerinden, onların kontrolünde belirleyici bir role sahiptirler. Ancak, zooplankton gruplarından suyu filtre ederek beslenen Cladoserler, otlayarak beslenen Copepod ve Rotifer gruplarına göre daha yüksek beslenme etkisine sahiptirler. Bu nedenle, Cladoser türleri, özellikle iri vücut yapısına sahip *Daphnia* sp. ile su kalitesi arasında çok sıkı bir ilişki mevcuttur (Timms ve Moss, 1984; Tüzün ve Mason, 1996). Zooplankton populasyon yapısı üzerinde, ortamdaki besin miktarı ve kalitesi, sıcaklık, bulanıklılık gibi çevresel faktörler ile populasyondaki tür içi ve türler arası rekabeti belirleyici fonksiyon yapmaktadır. Ancak, mevcut planktivor balık populasyonunun predasyon

etkisi bu konuda çok daha belirgin bir özelliğe sahiptir (Shapiro, 1990). Planktivor balıkların dominant olduğu sistemlerde, aynı trofik seviyeye sahip fakat piskivor balıkların dominant olduğu sistemlere göre toplam zooplankton biomasının daha düşük olduğu ve zooplankton kormünitesini küçük vücut yapılı, düşük beslenme etkisindeki Copepod ve Rotifer türlerinin oluşturduğu bilinmektedir (Moss, 1988).

Sucul ortamın verimliliği ile planktonik organizmalar arasında sıkı ilişki vardır. Fitoplanktondan başlayıp balıklara kadar uzanan besin zincirinde her beslenme basamağı arasında mevcut ilişkilerin olduğu ve bu ilişkilerin ortam özellikleri tarafından doğrudan ya da dolaylı olarak etkilendiği bilinmektedir (Taş, 2003).

Sucul sistemlerdeki, kirlenmenin önlenmesi ya da en aza indirilebilmesi için sistemin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin iyi bilinmesi ve bu faktörlerin periyodik olarak araştırılması gerekmektedir.

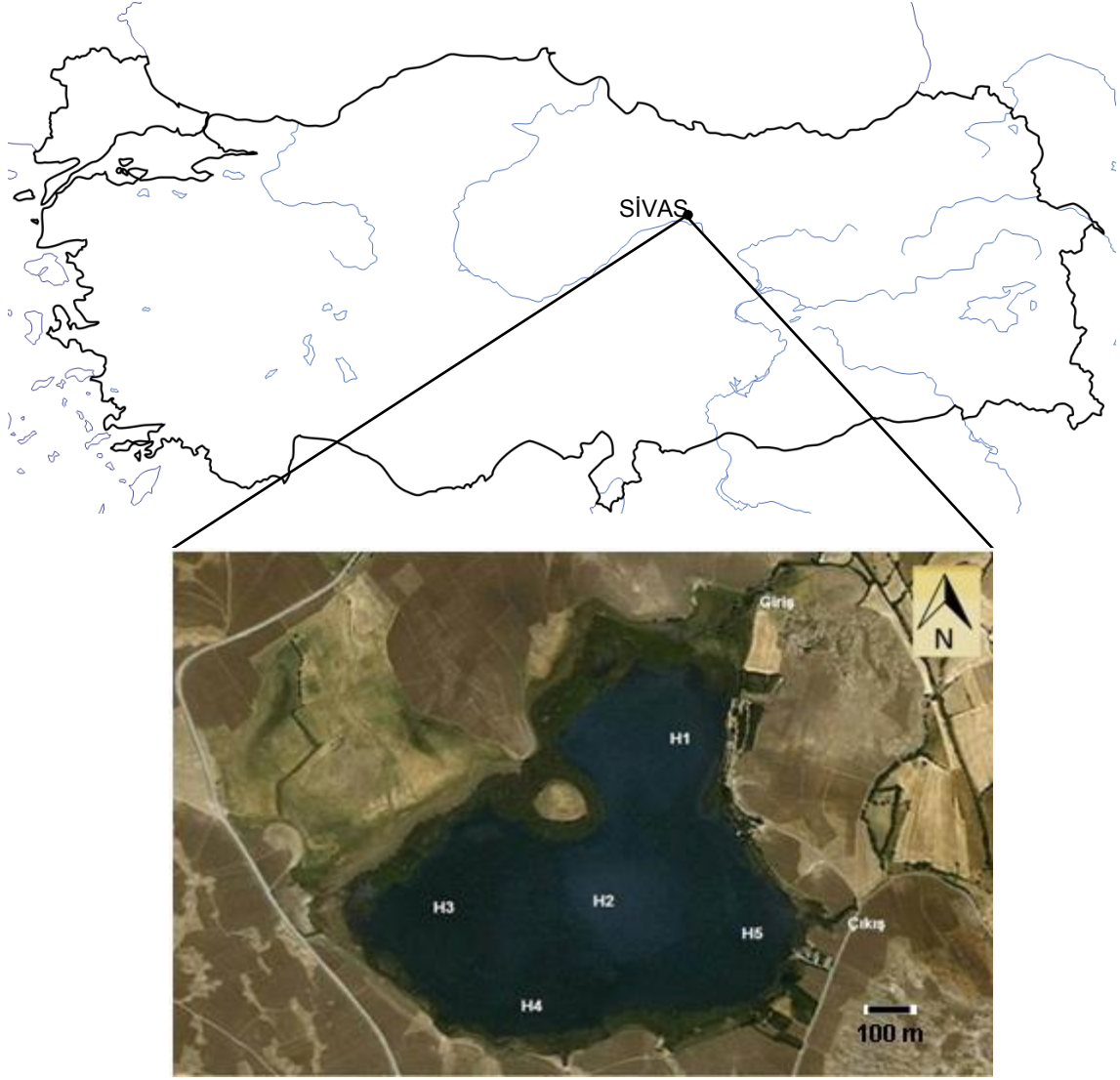
Hafik Gölü'nde yapmış olduğumuz bu çalışma ile şimdiye kadar algolojik ve ekolojik bakımdan sınırlı araştırmalar yapılmış olan gölün, alg florasını, zooplankton faunasını ve su kimyasını belirleme ve bunların değişimini etkileyen faktörlerin ortaya konulmasını amaçlamıştır.

## 2. MATERYAL ve METOT

### 2.1. Çalışma Alanı ve Örnekleme Noktaları

Hafik Gölü, Sivas iline 36 km, Hafik ilçe merkezine 3 km uzaklıktadır. Koordinatları 39° 52' kuzey-37° 22' doğu olan gölün ortalama derinliği ~2 m, maksimum derinliği 6,8 m ve deniz seviyesinden yüksekliği 1290 m'dir. Doğuda Haştar, batıda Tığ, kuzeyde Mağraönü ve güneyde de Böğürme Tepeleri tarafından çevrelenmiştir (Şekil 2.1.1). 750.000 m<sup>2</sup>' lik alana sahip ve 2.250.000 m<sup>3</sup> hacminde su içeren gölün hem yüzeysel hem de yeraltı suları ile beslendiği jeolojik araştırmalar sonucunda kanıtlanmıştır (Ceyhan, 1987). Gölün çevresi Miyosen ve Kuvaterner yaşlı birimlerden oluşmuştur. Miyosen yaşlı birimi kumtaşı, konglomera, kireçtaşı, jips, marn ve çamurtaşı tabakaları oluşturmakta ayrıca orta üst Miyosen birimleri üzerinde kuvaterner yaşlı alüvyon ve taraçalar yer almaktadır. Alüvyon ve taraçalar da yöredeki her tür birimden türemiş çakıl ve kumtaşlarından ibarettir (İlker ve ark.,1971). Bölgenin yarı kurak, çok soğuk bir Akdeniz iklimi etkisinde olduğu belirlenmiştir (Akman ve Daget, 1971). Kalp şeklinde bir görünüme sahip olan gölün hemen hemen tüm çevresi kamışlık (*Phragmites australis* L.) ve dibi balıkla kaplıdır. Kıyı şeridi uzunluğu ~ 3,5 km olan gölde kamışlık alanın genişliği; kuzey-batı yönünde 35-200 m, güney- batı yönünde 25-65 m, güney yönünde 45-105 m, güney-doğu yönünde 30-70 m ve kuzey-doğu yönünde 30-60 m arasında değişmektedir. Su toplama alanında yerleşim birimi olmayan ve tarım alanları ile çevrelenmiş olan gölün kaynağını kuzey-doğusunda yer alan Sultanpınarı mevkiindeki kaynaklar ile göldeki adanın çevresinde tabandan kaynayan su ve mevsimsel oluşan dereler oluşturmaktadır. Hafik Gölü aynı zamanda açık bir göldür. Gölün fazla suyu küçük bir kanal aracılığı ile Hafik İlçesi'nin doğusunda yer alan Koç Deresi'ne ve bu dere aracılığı ile de Kızılırmak'a boşalmaktadır. Bu dere, 3 km güneyindeki Kızılırmak'ın önemli bir koludur. Geniş tabanlı tekne şekilli vadisiyle jips platosuna yerleşmiş olan akarsu, Hafik Gölü'nün yer aldığı karst boşlukları ile de derin yeraltı su tablasına bağlantılıdır. Gölün etrafında mesire alanları ve üç adet balık lokantası bulunmaktadır. Kıyılardaki sazlıklar sakarmeke, yaban ördeği (yeşilbaş ve kıkuyruk) ve balıkçılların beslenme ve konaklama alanıdır.

Toplam 5 örnekleme istasyonu (H1, H2, H3, H4 ve H5, Şekil 2.1.1) belirlenmiştir. Örnekleme istasyonlarının seçiminde gölün tüm özelliklerini eşit olarak yansıtabilmesi için olabildiğince farklı bölgelerden seçilmeye çalışılmıştır.



Şekil 2.1.1. Hafik Gölü ve örnekleme istasyonları (Google Earth 2010).

## 2.2. Örneklerinin Alınması ve Hazırlanması

### 2.2.1. Su Örneklerinin Alınması

Kimyasal analizler için su örnekleme tarihleri 14.09.2009 ile 20.06.2011 tarihleri arasında yapılmıştır. Su örnekleri istasyonlardan 1 litrelik kahverengi şişelere hava boşluğu kalmayacak şekilde ve göl yüzeyinin ~30 cm altından alınmıştır. Manganez ve Demir analizinde kullanılacak su örnekleri 150 ml' lik polipropilen şişelere alınarak 5 M'

lık HCl çözeltisi ile tespit edilmiştir. Klorofil-*a* analizinde kullanılacak su örnekleri ise 5 litrelik polietilen şişelere alınmıştır. Alınan su örnekleri en kısa sürede laboratuvara getirerek gerekli koruma, saklama ve süzme işlemlerine tabi tutulmuş ve 24 saat içerisinde analizleri yapılmıştır.

### 2.2.2. Fitoplankton Örneklerinin Alınması, Sayım ve Teşhisleri

Fitoplankton örnekleri 11.10.2008 ile 20.06.2011 tarihleri arasında alınmıştır. Biyolojik örnekleme ile su analizi örnekleme tarihleri arasında farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık su analizlerinin yapılması için gerekli olan kimyasalların, biyolojik örnekleme başlama tarihi ile eş zamanlı olarak tamamlanamamış olmasından kaynaklanmıştır. Örnekleme her istasyondan kolon örnekleme şeklinde göl yüzeyinden göl tabanına kadar indirilen 3cm çaplı bir hortum vasıtası ile alınmıştır. İstasyonlarda, hortum yüzeyden dikey olarak tabana doğru indirilerek göl tabanına fazla yaklaştırmadan (göl tabanına ~25 cm den daha fazla yaklaştırmadan) hortum içine alınan su sütunu örnek kaplarına alınmıştır. Bu şekilde tabanın bulanması sonucu bentik formların suya karışması engellenmiştir. Toplanan fitoplankton örnekleri arazide alındığı anda lugol (Lund ve ark., 1958) ile tespit edilmiştir. Örnekler laboratuvarda 10 ml'lik Hydro-Bios marka özel fitoplankton çöktürme hücrelerinde 24 saat çöktürme işlemine tabi tutulduktan sonra Lietz-Diavert marka invert mikroskopta X320 büyütmede sayım ve teşhisleri yapılmıştır. Sayımlarda tek hücreli algler için hücre sayıları esas alınırken kolonial ve ipliksi formlarda her bir koloni ya da filament bir organizma olarak kabul edilmiştir (Lund ve ark., 1958). Sayım sonucunda 1ml' deki organizma sayısı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

Formül 1.

$$\text{Organizma/ml} = \frac{\pi r^2 \cdot n}{\text{Fd.l.V}}$$

r: sayım yapılan alanın yarıçapı (cm)

Fd: Mikroskobun görüş alanı (cm<sup>2</sup>)

l: Sayım yapılan alanın çapı (cm)

V: Çöktürülen su örneğinin hacmi (ml)

n: sayılan organizma sayısı

İnvert mikroskopta sayım sırasında teşhis edilemeyen Ultra ve nannoplanktonların teşhisi hazırlanan geçici preparatlarda Olympos Vanox marka araştırma mikroskobunda X400 ve X1000'lik objektifler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Fitoplankton türlerinin teşhisinde Komárek ve Anagnostidis (1998, 1999, 2008), John ve ark. (2003), Prescott (1982), Wehr&Sheath (2003), Krammer & Lange Bertalot (Sübwasserflora Mitteleuropa 2/1, 2/2, 2/3, 2/4), Popovsky & Pfiester (Sübwasserflora Mitteleuropa 1990), Ettl (Sübwasserflora Mitteleuropa, 1983), Moore (1986), Lind ve Brook (1980), Komárek ve Fott (1983)'ün eserlerinden yararlanılmıştır. Gölün buz ile kaplı olduğu dönemlerde II numaralı (H2) istasyonda buz üzerinde 40cm çapında bir delik açılarak su örnekleri alınmıştır. 18.12.2009 tarihi ile 05.03.2010 tarihi arasında kalan kış döneminde gölün çok ince bir tabaka halinde buz tutması sonucu göl üzerine çıkılamamış ve örnekleme yapılamamıştır.

### **2.2.3. Zooplankton Örneklerinin Alınması, Sayımı ve Teşhisleri**

Kalitatif zooplankton örnekleri örnekleme istasyonlarında 55 mikron gözenek açıklığına sahip Apstein tipi plankton kepçesi ile vertical olarak alınmıştır. Örnekler 100 ml polietilen kaplara alınarak üzerine 1/1 oranında % 99'luk etil alkol eklenmiştir. Plankton teşhisleri geçici preparatlar yapılarak Olympos Vanox marka araştırma mikroskobunda X4, X10 ve X20'lik objektifler kullanılarak yapılmıştır. Zooplankton türlerinin teşhisinde Margaritora (1983), Dussart (1969), Dussart & Defaye (2001), Reddy (1994), Einsle (1996), Nogrady ve ark., (1993), Pontin (1978), Karaytuğ (1999), Ueda & Reid (2003) ve Lilljeborg' un eserlerinden yararlanılmıştır. Zooplanktonların sayımı Prior marka binoküler ışık mikroskopunda 15X2 büyütmede yapılmıştır. Sayım sonucunda elde edilen veriden yararlanılarak 1m<sup>3</sup>'deki organizma sayısı hesaplanmıştır. Hesaplama işleminde aşağıdaki formülden yararlanılmıştır.

$$D = (O.S \times A.F) / V$$

D : m<sup>3</sup>'deki organizma sayısı.

O.S : Alt örneklemede sayılan organizma sayısı.

A.F : Ayırma faktörü (örnek kutusundaki son hacim / Alt örnekleme hacmi).

V : Toplam süzülen su hacmi.

### 2.3. Fiziksel ve Kimyasal Değişkenler

Seçilen her istasyondaki su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen sadece yüzeyin 30-40 cm altından, örnekleme anında YSI 51B model oksijenmetre ve thermostor probu ile ölçülmüştür. Su sıcaklığı ayrıca adi termometre ve kondüktivimetre'deki sıcaklık problemleri ile karşılaştırılmıştır. Elektriksel iletkenlik Consort C 932 model elektrokimyasal analizör, pH ise Hanna marka arazi tipi portatif pH metre ile örnekleme sırasında in vitro ölçülmüşlerdir. Görünürlük 25cm çapında seki diski ile belirlenmiştir.

Gölden alınan su örneklerinde çözünmüş ve çözünmemiş elementler GF/C cam-elyaf süzgeç kâğıdından geçirilerek ayırt edilmişler ve aşağıda verilen parametreler için analiz edilmişlerdir. Analizler örnekleme izleyen ilk 24 saat içinde yapılmıştır. Klorür gümüş nitratin klorür ya da kromat iyonları ile reaksiyona girerek oluşturduğu tuğla kırmızısı renge dayalı titrasyon yöntemi ile ölçülmüştür (Clesceri ve ark., 1999). Toplam fosfat, toplam çözünebilir fosfat ve çözünebilir reaktif fosfat askorbik asit-molybdate metoduna göre spektrofotometrik olarak ölçülmüştür (Murphy ve Riley, 1958). Toplam alkalinite zayıf asit titrasyonu ile pH 4,5 ve pH 8,4 son noktaları esasına göre ölçülmüştür (Mackeret ve ark., 1978). Askıda katı madde tayini; belirli bir hacim numunenin metal filtre tutucusuna fiberglass (GF/C) filtre kağıdı yerleştirilmiş olan huniden süzöldükten sonra 105 °C kurutularak tartılması ile gravimetrik olarak ölçülmüştür. Sülfat hidroklorik asit ile zayıf asidik hale getirilen örneklerin ısıtılması ve sıcakken üzerine eklenen baryum klorür çözeltisi ile ortamdaki  $SO_4^{2-}$  iyonlarının  $BaSO_4$  olarak çöktürülerek Baryum sülfatın ağırlığından numunedeki sülfat miktarının gravimetrik olarak ölçümü esasına dayanılarak ölçülmüştür. Nitrat analizi; sodyum silikat ve sülfirik asit eklenmesi ile oluşan sülfosalisilik asitin alkali ortamda nitrat ile tepkimeye girmesi sonucu oluşan rengin spektrofotometrik ölçümü esasına göre yapılmıştır (HMSO, 1982). Nitrit analizi; nitrit iyonları sülfanamid ve N-1 naftiletilediamin dihidroklorit içeren reaktif ile seyreltilmiş fosforik asit içerisinde tepkimeye girerek oluşturduğu rengin spektrofotometrik ölçümü esasına göre yapılmıştır. Amonyum pH 11,3-11,7 sodyum nitroprüsid katalizörlüğünde fenol-alkali hipoklorit ile tepkimeye girerek oluşan indofenol mavisi rengin spektrofotometrik ölçümü esasına göre yapılmıştır (Schneider, 1976). Silika analizi molibdosilikat metoduna göre yapılmıştır (Mullin ve

Riley, 1955). Demir analizi; 2.4.6-tripridil-1,3,5-triazin (TPTZ) tepkimesi sonucu oluşan rengin spektrofotometrik ölçümü esasına göre yapılmıştır (HMSO, 1978). Mangan analizi; fomaldoksim ile oluşan rengin spektrofotometrik ölçümü esasına göre yapılmıştır (HMSO, 1978). Kimyasal oksijen ihtiyacı kapalı reflüx yöntemine göre yapılmıştır. Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI<sub>5</sub>) Velp marka BOI sensör sistemi ile belirlenmiştir. Bulanıklık lovibond marka bulanıklık ölçer ile ölçülmüştür. Klorofil-*a* tayini belirli hacimde su örneğinin GF/C filtre kâğıdı ile süzöldükten sonra %90'lık aseton içerisinde 24 saat süre ile bekletilip santrifüjlenmesi ile elde edilen ekstraktın spektrofotometrik olarak belirli dalga boyunda (663nm ve 750nm) okunması ile belirlenmiştir. Klorofil-*a* değeri, 663 nm'de okunan değerden 750 nm'de okunan değer (düzeltme faktörü) çıkarılması ile elde edilen sonuca göre hesaplanmıştır (Strickland ve Parsons 1972). Kalsiyum ve toplam sertlik analizleri EDTA titrasyon metoduna göre yapılmıştır (West ve ark., 2009).

#### **2.4. Trofik Durum İndeksi**

Hafik Gölü'nün trofik durumunu saptamak için Carlson ve Simpson'nın (1996), sudaki toplam fosfor (TP, µg/l), klorofil-*a* (Chl *a*, µg/l) ve seki derinliğine (SD, m) dayalı olan Trofik Durum İndeksi (TDİ) yöntemi kullanılmıştır. Hafik gölünün sığ bir göl olması nedeniyle bütün çalışma boyunca yapılan gözlem ve ölçümlerde güneş ışığının göl tabanına kadar ulaştığı gözlemlenmiştir. Seki derinliği sürekli olarak istasyondaki su derinliğine eşit olmasından dolayı TDİ (SD) hesaplaması yapılmamıştır. TDİ değerler Çizelgesi Çizelge 2.4.1'de verilmiştir. TDİ değerlerinin hesaplanmasında aşağıda verilmiş olan eşitliklerden yararlanılmıştır.

$$TDİ (CHL) = 9.81 \ln(CHL) + 30.6$$

$$TDİ (TP) = 14.42 \ln(TP) + 4.15$$



**Çizelge 2.4.1.** Carlson ve Simpson (1996), klorofil-*a*, toplam fosfor ve seki derinliğine dayalı, Trofik durum indeksi (TDİ)

TDİ	Klorofil-a (µg/l)	Seki D. (m)	T. Fosfor (µg/l)	Niteliği	Su Temini
<30	< 0,95	>8	<6	<b>Oligotrofi:</b> berrak su, Hipolimnion yıl boyunca oksijenli	Filtrelemeden kullanma suyu olarak kullanılabilir
30-40	0,95-2,6	8-4	6-12	Daha sığ göllerin hipolimnionu anoksik olabilir	
40-50	2,6-7,3	4-2	12-24	<b>Mezotrofi:</b> Su orta derecede berrak; yaz süresince hipolimnetik anoksiyada artış olabilir	Demir, Manganez, tat ve koku problemleri olabilir
50-60	7,3-20	2-1	24-48	<b>Ötrofi:</b> Anoksik hipolimnion, makrofit problemleri olabilir	
60-70	20-56	0,5-1	48-96	Mavi-yeşil algler (Cyanobacteria) baskın, algal yığınlar ve makrofit problemleri	Tat ve koku problemlerinde şiddetli artış
70-80	56-155	0,25-0,5	96-192	<b>Hiperötrofi:</b> (ışık ile sınırlanmış üretkenlik) Yoğun alg ve makrofit	
>80	>155	<0,25	192-384	Alg yığınları, Az sayıda makrofit	

## 2.5. Fitoplanktonun Fonksiyonel Grupları

Göllerdeki fitoplankton toplulukları sudaki fiziko-kimyasal değişimlere bağlı olarak çeşitlilik gösterir. Göllerde su sıcaklığı, pH ve çözülmüş oksijen gibi su kalitesini etkileyen çevresel içsel etmenlerdeki değişimlere bağlı olarak veya kirlilik nedeniyle bazı türlerde azalma gözlenirken bazı türlerin sayısında artışlar meydana gelir. Bu nedenle göllerin trofik durumunun belirlenmesinde fitoplankton topluluklarının tür kompozisyonu ve sayısı önemli bir göstergedir. Göllerde biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerin farklı kombinasyonlarında farklı fitoplankton toplulukları bulunmaktadır (Fakıoğlu ve Demir, 2011). Reynolds ve ark., (2002) farklı özelliklerine göre 31 fonksiyonel grup tanımlayarak, sayılar ve harflerden oluşan semboller ile bu fonksiyonel grupları kodlamışlardır. Bu gruplar Çizelge 2.5.1'de verilmiştir.

**Çizelge 2.5.1.** Göl tiplerine göre fitoplanktonun fonksiyonel grupları (Reynolds ve ark., 2002; Padisak ve ark., 2009'dan değiştirilerek uyarlanmıştır)

Kod	Habitat	Tipik Temsilcileri	Toleransları	Hassasiyetleri
<b>A</b>	Temiz, sık sık karışan, tabanı fakir göller	<i>Urosolenia</i> spp., <i>Rhizosolenia</i> spp., <i>Brachysira vitrea</i> , <i>Acanthoceras</i> spp., <i>Thalassiosira</i> spp., <i>Cyclotella comensis</i> , <i>C. glomerata</i> , <i>C. baicalensis</i> , <i>C. ornata</i> , <i>C. minuta</i> , <i>C. rhomboideo-elliptica</i> , <i>C. wuethrichiana</i> , <i>C. stylum</i> , <i>Cyclotella</i> sp., <i>Cyclostephanos</i> spp.	Besin tuzu eksikliği	pH artışı
<b>B</b>	Dikey olarak karışan mezotrofik küçük-orta büyüklükte göller	<i>Aulacoseira hergozii</i> , <i>A. islandica</i> , <i>A. italica</i> , <i>A. subarctica</i> , <i>Stephanodiscus neoastraea</i> , <i>S. rotula</i> , <i>S. meyerii</i> , <i>S. minutulus</i> , <i>Cyclotella bodanica</i> , <i>C. comta</i> , <i>C. operculata</i> , <i>C. kuetzingiana</i> , <i>C. ocellata</i> , <i>Cyclotella/Discostella stelligera</i> , küçük <i>Cyclotella</i> spp.	Işık yetersizliği	pH artışı
<b>C</b>	Karışan ötrofik küçük ve orta büyüklükte göller	<i>Aulacoseira ambigua</i> , <i>A. ambigua</i> var. <i>ambigua</i> f. <i>spiralis</i> , <i>A. distans</i> , <i>Stephanodiscus</i> , <i>S. rotula</i> , <i>Cyclotella meneghiniana</i> , <i>C. Ocellata</i> , <i>Asterionella formosa</i> , <i>Asterionella</i> sp.	Işık ve karbon eksikliği	Silis tükenmesi, tabakalaşma
<b>D</b>	Nehirleride içeren besince zengin sığ bulanık sular	<i>Synedra/Ulnaria acus</i> , <i>Synedra ulna</i> , <i>S. delicatissima</i> , <i>S. nana</i> , <i>Synedra</i> sp., <i>Nitzschia acicularis</i> , <i>N. agnita</i> , <i>Nitzschia</i> spp., <i>FragilarialSynedra rumpens</i> , <i>Encyonema silesiacum</i> , <i>Stephanodiscus hantzschii</i> , <i>Skeletonema potamos</i> , <i>S. subsalsum</i> , <i>Actinocyclus normanii</i>	Tahammül	Besin tuzu tükenmesi
<b>N</b>	Devamlı yada yarı devamlı karışan 2-3 m kalınlığında, mezotrofik epilimniyon	<i>Cosmarium</i> spp., <i>Staurodesmus</i> spp., <i>Xanthidium</i> spp., <i>Pleurotaenium</i> spp.; <i>Teilingia</i> spp. ve <i>Spondylosium</i> spp. gibi planktonik <i>Staurastrum</i> türleri	Besin tuzu eksikliği	Tabakalaşma, pH artışı
<b>P</b>	Ötrofik epilimniyon	<i>Fragilaria crotonensis</i> , <i>Fragilaria</i> spp., <i>Aulocoseira granulata</i> , <i>A. granulata</i> f. <i>curvata</i> , <i>A. granulata</i> var. <i>angustissima</i> , <i>Melosira lineata</i> , <i>Melosira</i> sp. <i>Staurastrum chaetoceras</i> , <i>S. pingue</i> , <i>S. planctonicum</i> , <i>S. gracile</i> , <i>Staurastrum</i> sp., <i>Closterium aciculare</i> , <i>C. acutum</i> , <i>C. acutum</i> var. <i>variabile</i> , <i>C. gracile</i> , <i>C. parvulum</i> , <i>C. pronum</i> , <i>C. navicula</i> , <i>Closterium</i> sp., <i>Closteriopsis acicularis</i> , <i>Spirotaenia condensata</i>	İlımlı Işık ve Karbon eksikliği	Tabakalaşma, Silis tükenmesi
<b>T</b>	Derin, iyi karışan epilimniyon	<i>Geminella</i> spp., Planktonik <i>Mougeotia</i> spp., <i>Tribonema</i> spp., <i>Planctonema lauterbornii</i> , <i>Mesotaenium</i>	Işık eksikliği	Besin tuzu eksikliği

		<i>chlamydosporum, Mesotaenium sp.</i>		
<b>S1</b>	Bulanık karışan tabakalar	<i>Planktothrix agardhii, Planktothrix sp., Geitlerinema unigranulatum, G. amphibium, Geitlerinema sp., Limnothrix redekeii, L. planctonica, L. amphigranulata, Pseudanabaena limnetica, Pseudoanabaena sp., Planktolyngbya limnetica, P. contorta, P. circumcreta, Planktolyngbya spp., Lyngbya sp., Jaaginema subtilissimum, Jaaginema quadripunctulatum, Limnothrichoideae, Phormidium sp., Isocystis pallida, Leptolyngbya tenue, L. antarctica, L. fragilis</i>	Yüksek oranda ışık eksikliği	Tahammül
<b>S2</b>	Sığ, ılık ve sık sık yüksek alkali sular	<i>Spirulina spp., Arthrospira platensis</i>	Işık eksikliği	Tahammül
<b>SN</b>	ılıman karışan çevreler	<i>Cylindrospermopsis raciborskii, C. catemaco, C. philippinensis, Cylindrospermopsis sp., Anabaena minutissima, Raphidiopsis mediterranea, Raphidiopsis/Cylindrospermopsis, Raphidiopsis sp</i>	Işık ve azot eksikliği	Tahammül
<b>Z</b>	Oligotrof göllerin daha üst hipolimniyonu yada metalimniyonu	Derin oligotrofik göllerde bulunan <i>Synechococcus spp., Cyanobium spp.</i> gibi tek hücreli prokaryot pikoplankton	Düşük besin tuzu	Işık eksikliği, otlama
<b>X3</b>	Sığ, berrak, iyi karışan oligotrof çevreler	<i>Koliella spp., Chrysococcus spp., oligotrofik çevrelerden Chlorella spp. ökaryot picoplankton, Chromulina spp., Ochromonas spp., Chrysidalis sp., Schroederia antillarum, S. setigera</i>	Düşük taban durumu	Karışım, otlama
<b>X2</b>	Sığ mezo-ötrotrofik çevreler	<i>Plagioselmis/Rhodomonas, Chrysochromulina sp., Carteria complanata, Chlamydomonas depressa, C. microsphaera, C. passiva, C. cf. muriella, C. planctogloea, C. sordida, Chlamydomonas spp., Pedimonas sp., Pteromonas variabilis, Pyramimonas tetrahyinchus, Spermatozoopsis exultans, Monas, Spermatozoopsis sp., Scourfeldia cordiformis, Katablepharis, Kephyrion, Pseudopedinella, Chrysolykos, Cocomonas sp., Ochromonas sp., Chroomonas sp., Cryptomonas pyrenoidifera, Cryptomonas brasiliensis</i>	Tabakalaşma	Karışım süzerek beslenme
<b>X1</b>	Sığ, ötrofik-hipertrofik çevreler	<i>Monoraphidium contortum, M. convolutum, M. griffithii, M. minutum, M. circinale, M. pseudomirabile, M. dybowskii, M. pseudobraunii, M. tortile,</i>	Tabakalaşma	Besin tuzu eksikliği, süzerek

		<i>M. arcuatum</i> , <i>M. pusillum</i> , <i>M. cf. nanum</i> , <i>Monoraphidium</i> spp., <i>Ankyra</i> spp., <i>Chlorolobium</i> sp., <i>Didymocystis bicellularis</i> , <i>Ankistrodesmus</i> spp., <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Chlorella homosphaera</i> , <i>Chlorella</i> sp., <i>Pseudodidymocystis fina</i> , <i>Keryochlamys styriaca</i> , <i>Ochromonas cf. viridis</i> , <i>Choricystis minor</i> , <i>Chroricystis cylindraceae</i> , <i>Schroederia</i> sp., <i>Schroedriella setigera</i>		beslenme
<b>Y</b>	Genellikle küçük besince zenginleşen sular	<i>Cryptomonas</i> spp., <i>Glenodinium</i> spp., Küçük <i>Gymnodinium</i> spp., <i>Teleaulax</i> sp., <i>Komma caudata</i>	Düşük ışık	Fagotroflar!
<b>E</b>	Çoğunlukla küçük, oligotrofik tabanı fakir göller yada heterotrofik gölcükler	<i>Dinobyron</i> spp., <i>Mallomonas</i> spp., <i>Epipyxis</i> sp., <i>Salpingoeca</i> sp., <i>Erkenia</i> , silisli <i>Chrysophyceae</i>	Düşük besin tuzu (Mikstotrofiye başvurma)	Karbondioksit eksikliği
<b>F</b>	Berrak derin olarak karışan mezo-ötrofik göller	<i>Botryococcus braunii</i> , <i>B. terribilis</i> , <i>B. neglectus</i> , <i>B. protuberans</i> , <i>Botryococcus</i> , <i>Oocystis lacustris</i> , <i>O. parva</i> , <i>O. borgei</i> , <i>O. marina</i> , <i>Oocystis</i> spp., <i>Kirchneriella pseudoaperta</i> , <i>K. pinguis</i> , <i>K. lunaris</i> , <i>K. obesa</i> , <i>Kirchneriella</i> sp., <i>Coenochlorys/Sphaerocystis</i> spp., <i>Pseudospaerocystis lacustris</i> , <i>Lobocystis planctonica</i> , <i>Lobocystis</i> sp., <i>Dictyosphaerium</i> spp., <i>Eutetramorus</i> spp., <i>Nephroclamys</i> spp., <i>Nephrocytium</i> sp., <i>Willea wilhelmii</i> , <i>Elakatothrix</i> spp., <i>Eremosphaera tanganykae</i> , <i>Planktosphaeria gelatinosa</i> , <i>Micractinium pusillum</i> , <i>Treubaria triappendiculata</i> , <i>Fusola viridis</i> , <i>Coenococcus</i> , <i>Strombidium</i> sp., <i>Dimorphococcus</i> spp.	Düşük besin tuzu yüksek bulanıklık	? Karbondioksit eksikliği
<b>G</b>	Besince zengin durgun su sütunları	<i>Eudorina</i> spp., <i>Volvox</i> spp., <i>Pandorina</i> spp., <i>Carteria</i> sp.	Yüksek ışık	Besin tuzu eksikliği
<b>J</b>	Sığ, karışan besince zenginleşen göller, gölcük ve nehirlere	<i>Pediastrum</i> spp., <i>Coelastrum</i> spp., <i>Scenedesmus</i> spp., <i>Golenkinia</i> spp., <i>Actinastrum</i> spp., <i>Goniochlorys mutica</i> , <i>Crucigenia</i> spp., <i>Tetraedron</i> spp., <i>Tetrastrum</i> spp.		Yetersiz ışık
<b>K</b>	Sığ besince zengin su sütunları	Cyanobacteria'nın <i>Aphanocapsa</i> , <i>Aphanothece</i> ve <i>Cyanodictyon</i> cinsleri, <i>Synechococcus nidulans</i> , <i>Synechococcus elongatus</i> , <i>S. elegans</i> , <i>Synechococcus</i> sp., <i>Synechocystis</i> spp., <i>Chlorella</i>		Derin karışım

		<i>minutissima</i>		
<b>H1</b>	Ötrofik, tabakalaşan ve düşük azot içeren sığ göller, azot bağlayabilen Nostocalesanlar	<i>Anabaena flos-aquae, Anabaena affinis, A. circinalis, A. crassa, A. flos-aquae, A. planctonica, A. perturbata, A. schermetievi, A. solitaria, A. sphaerica, A. spiroides, A. viguieri, Anabaena spp., Anabaenopsis arnoldii, A. cunningtonii, A. elenkinii, A. tanganykae, Anabaenopsis sp., Aulosira sp., Aphanizomenon flos-aquae, A. klebahnii, A. issatschenkoi, A. ovalisporum, A. aphanizomenoides/Anabaena aphanizomenoides, Aphanizomenon spp</i>	Düşük azot düşük karbon	karışım, zayıf ışık, düşük fosfor
<b>H2</b>	İyi ışık şartlarında, Oligo- mezotrofik, derin tabakalaşan göller yada mezotrofik sığ göller, azot bağlayabilen Nostocalesanları	<i>Anabaena lemmermanni, Gloeotrichia echinulata</i>	Düşük azot	Karışım , Zayıf ışık
<b>U</b>	Tabakalaşan oligotrofik ve mezotrofik göller	<i>Uroglena spp.</i>	Düşük besin tuzu	Karbondioksit eksikliği
<b>LO</b>	Derin ve sığ, oligotroftan ötrofike kadar büyük yada orta büyük göller	<i>Peridinium cinctum, P. gatunense, P. inconspicuum, P. umbonatum, P. willei, Peridinium volzii, Peridinium spp., Peridiniopsis durandi, P. elpatiewskyi, Gymnodinium uberrimum, G. helveticum, Ceratium hirundinella, Ceratium cornutum, Merismopedia glauca, M. minima, M. punctata, M. tenuissima, Merismopedia spp., Snowella lacustris, Woronichinia elorantae, W. naegeliana, Synechocystis aquatilis, Woronichinia sp., Chroococcus limneticus , C. turgidus, C. minutus, Chroococcus minor, Coelosphaerium kuetzingianum, Coelosphaerium evidenter-marginatum, Coelosphaerium sp., Eucapsis minuta, Gomphosphaeria lacustris, Radiocystis fernandoi</i>	Ayrılmış besin tuzu	Uzun yada derin karışım
<b>LM</b>	Hipertrofik, ötrofik, küçük- orta büyüklükteki göller	<i>Microcystis spp. ile birlikte bulunan Ceratium hirundinella ve/veya C. furcoides, Ceratium ve Microcystis ile birlikte bulunan Peridinium cf. cinctum, Gomphosphaeria sp., Coelomonon tropicalis</i>	Çok düşük karbon	Karışım, zayıf tabakalaşan ışık
<b>M</b>	ötrofik- hipertrofik, Küçük- orta büyüklükteki su kütleleri, düşük	<i>Microcystis türleri, Sphaerocavum brasiliense</i>	Yüksek solunum	Tahammül, düşük ışık

	enlemlerdeki göller			
<b>R</b>	Tabakalaşan mezotrofik göllerin metalimniyonu yada derin oligo-mezotrofik göllerin daha üst hipolimniyonunda	<i>Planktothrix rubescens, Planktothrix mougeotii</i>	Düşük ışık, kuvvetli solunum	Kararsızlık
<b>V</b>	Tabakalaşan ötrofik göllerin metalimniyonu	<i>Chromatium, Chlorobium</i>	Çok düşük ışık kuvvetli solunum	Kararsızlık
<b>W1</b>	küçük organik gölcükler	<i>Euglenoidler (Euglena spp., Phacus spp., Lepocinclis spp.); tabandan karışan türler hariç. Gonium spp, Vacuolaria tropicalis</i>	Yüksek BOD	Otlama
<b>W2</b>	mezotrofik- ötrofik gölcükler hatta geçici sığ göller	<i>Trachelomonas</i> spp. gibi tabandan karışan <i>Euglenoid</i> 'ler ve <i>Strombomonas</i> spp.	?	?
<b>Q</b>	Küçük asidik, humik göller	<i>Gonyostomum</i> spp., <i>G. semen</i> , <i>Heterosigma</i> cf. <i>Akashiwo</i>	Yüksek renk	?

## 2.6. Veri Değerlendirme ve İstatistiksel Analiz

Veriler MS Office Excel programı kullanılarak kayıt edilmiştir. Grafikler ve çizelgeler aynı program kullanılarak oluşturulmuştur. Verilerin istatistiksel analizinde, spearman korelasyon analizi, tek yönlü varyans analizi (one-way anova) kullanılmıştır. Tek yönlü varyans analizinde istasyonlar arasındaki farkı belirlemek için Tukey testi kullanılmıştır.

### **3. BULGULAR**

#### **3.1. Fiziksel ve Kimyasal Su Kalitesi**

Çalışma sürecince Hafik gölü'nde araştırılan fiziksel ve kimyasal değişkenlerin en yüksek, en düşük, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 3.1.1'de fiziksel ve kimyasal değişkenlerin korelasyon çizelgesi Çizelge 3.1.2'de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.1.** Hafik gölü'nde fiziksel değişkenler için 11.10.2008 - 20.06.2011 tarihleri arası yapılan ölçümler, Kimyasal değişkenler için ise 14.09.2009 - 20.06.2011 tarihleri arasında yapılan analizlerin sonucu kullanılarak elde edilen en yüksek, en düşük, ortalama ve standart sapma değerleri.

	I. İSTASYON				II. İSTASYON				III. İSTASYON				IV. İSTASYON				V. İSTASYON			
	MAX.	MİN.	ORT.	SS.	MAX.	MİN.	ORT.	SS.	MAX.	MİN.	ORT.	SS.	MAX.	MİN.	ORT.	SS.	MAX.	MİN.	ORT.	SS.
T (°C)	23,5	1,4	12,7	7,2	24,0	0,5	11,6	7,7	24,0	1,3	12,7	7,2	24,0	0,7	12,9	7,3	24,4	0,3	13,1	7,4
ÇO (mg/l)	13,6	4,9	8,7	1,9	13,4	5,2	9,1	1,8	13,2	4,6	8,9	2,1	12,6	5,3	9,1	1,7	13,4	6,6	9,1	1,7
pH	9,41	7,51	8,36	0,39	9,60	7,80	8,40	0,45	8,86	7,73	8,26	0,33	9,36	7,84	8,43	0,41	9,30	7,28	8,44	0,43
EC (mS)	2,59	1,92	2,22	0,21	2,60	1,81	2,24	0,22	2,59	1,93	2,25	0,20	2,60	1,90	2,24	0,21	2,60	1,95	2,24	0,21
AKM (mg/l)	13,2	3,8	7,1	2,6	12,4	1,4	6,1	2,7	10,4	3,4	5,7	1,8	11,8	3,8	6,1	2,3	10,2	2,6	5,5	1,9
Turb (NTU)	14,40	1,40	6,07	2,86	11,10	1,30	5,29	2,15	12,10	1,10	5,04	2,06	10,60	1,30	4,86	2,12	9,80	2,00	4,62	1,77
TA (mg/l)	140	25	86	34	140	35	84	32	130	30	86	30	130	30	80	31	130	30	80	31
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	0,659	0,016	0,162	0,173	0,731	0,004	0,189	0,193	0,736	0,004	0,189	0,215	0,747	0,005	0,150	0,209	0,739	0,005	0,162	0,202
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	0,017	0,000	0,004	0,004	0,019	0,000	0,005	0,005	0,018	0,000	0,005	0,004	0,020	0,000	0,005	0,005	0,018	0,000	0,004	0,004
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	0,315	0,018	0,096	0,086	0,347	0,015	0,104	0,097	0,517	0,012	0,117	0,132	0,454	0,006	0,103	0,114	0,419	0,012	0,120	0,122
TF(mg/l)	0,208	0,010	0,052	0,056	0,276	0,006	0,056	0,066	0,243	0,006	0,054	0,066	0,237	0,006	0,051	0,062	0,301	0,007	0,064	0,082
TÇF (mg/l)	0,093	0,001	0,021	0,021	0,093	0,005	0,023	0,023	0,099	0,001	0,023	0,025	0,084	0,001	0,020	0,021	0,101	0,001	0,021	0,025
ÇRF (mg/l)	0,050	0,002	0,017	0,013	0,096	0,001	0,018	0,021	0,063	0,001	0,016	0,016	0,057	0,001	0,016	0,015	0,080	0,001	0,015	0,017
SiO <sub>2</sub> (mg/l)	17,14	2,26	7,12	4,65	17,68	2,25	7,15	4,71	18,23	1,97	6,88	5,11	17,25	2,11	7,08	4,86	16,95	2,13	7,09	4,99
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	1843,9	840,5	1393,8	266,0	1869,5	686,5	1404,6	288,6	1894,2	967,2	1442,7	257,0	1866,2	968,9	1439,2	261,1	1882,6	945,0	1441,4	268,6
TS (Fr)	201,2	138,4	165,0	21,6	202,2	137,6	164,8	22,5	199,2	138,2	164,5	20,8	201,7	137,3	163,7	21,4	201,2	136,7	164,1	21,4
Ca <sup>++</sup> (mg/l)	880,0	486,7	621,9	102,3	886,7	435,7	619,5	106,0	906,7	486,0	630,6	103,9	913,3	473,3	624,9	106,1	886,7	478,7	627,3	108,6
Mn <sup>+4</sup> (mg/l)	0,219	0,033	0,105	0,051	0,248	0,021	0,107	0,068	0,213	0,029	0,100	0,054	0,232	0,015	0,100	0,056	0,226	0,023	0,095	0,058
Fe <sup>+3</sup> (mg/l)	0,087	0,014	0,037	0,021	0,078	0,009	0,035	0,019	0,091	0,012	0,036	0,019	0,086	0,008	0,035	0,021	0,076	0,005	0,031	0,020
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	79,65	35,40	56,84	9,00	79,65	35,40	54,24	11,22	70,80	44,25	54,12	9,05	70,80	44,25	55,82	9,03	70,80	35,40	55,82	8,12
KOİ (mg/l)	78,2	9,0	28,5	3,6	60,7	8,83	24,9	2,9	78,1	8,8	29,3	3,9	97,7	8,8	28,9	4,6	68,4	9,1	31,2	4,0
BOİ <sub>5</sub> (mg/l)	55	6,5	20,9	2,7	45,9	6	18,1	2,1	59	6,5	21,8	2,9	66	6,7	21,6	3,2	55	6,5	23,3	3,0
Klo - α (µg/l)	1,69	0,03	0,55	0,46	1,94	0,03	0,45	0,43	1,80	0,04	0,51	0,43	1,10	0,03	0,36	0,27	1,63	0,03	0,43	0,40
DERİNLİK (m)	2,20	0,70	1,48	0,45	2,80	1,30	2,10	0,42	2,40	0,80	1,49	0,46	2,40	0,80	1,57	0,47	2,00	0,40	1,04	0,44



**Çizelge 3.1.2.** Hafik gölü örneklemelerinin fiziksel ve Kimyasal değişkenlerinin korelasyon çizelgesi

	T	O <sub>2</sub>	pH	EC	AKM	Turb	TA	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	TF	TÇF	ÇRF	SiO <sub>2</sub>	SO <sub>4</sub>	TS	Ca	Mn	Fe	Cl	KOI	BOI	Klo a	L
T																								
O <sub>2</sub>	-.613(**)																							
pH	.743(**)	-.312																						
EC	-.442(*)	-.182	-.363																					
AKM	.342	.100	.106	-.229																				
Turb	.360	.049	.033	-.355	.681(**)																			
TA	-.674(**)	.583(**)	-.657(**)	-.137	-.202	.031																		
NH <sub>4</sub> -N	-.499(*)	.151	-.597(**)	.520(**)	-.267	.054	.423(*)																	
NO <sub>2</sub> -N	-.346	.490(*)	-.302	-.441(*)	-.044	.221	.576(**)	.077																
NO <sub>3</sub> -N	-.286	.327	-.372	-.427(*)	-.048	.151	.628(**)	-.062	.558(**)															
TF	-.301	.224	-.388	.074	.082	-.123	.168	-.040	.070	.101														
TÇF	-.548(**)	.365	-.129	.281	-.206	-.314	.139	.030	.034	-.093	.436(*)													
ÇRF	-.177	.387	.100	-.015	.207	-.245	.015	-.344	-.190	-.027	.395	.336												
SiO <sub>2</sub>	.347	-.606(**)	.295	.333	-.338	-.160	-.490(*)	.150	-.337	-.273	-.208	-.230	-.388											
SO <sub>4</sub>	.138	-.573(**)	.104	.758(**)	.013	-.239	-.505(*)	.185	-.682(**)	-.625(**)	-.075	-.096	.003	.469(*)										
TS	-.157	-.431(*)	-.148	.932(**)	-.228	-.262	-.335	.458(*)	-.541(**)	-.583(**)	-.048	.155	-.110	.540(**)	.845(**)									
Ca	-.044	-.396	-.008	.810(**)	-.111	-.282	-.392	.230	-.666(**)	-.458(*)	.077	.209	.073	.424(*)	.786(**)	.831(**)								
Mn	-.612(**)	.370	-.431(*)	.349	-.194	-.216	.514(**)	.506(**)	.081	.019	-.051	.154	.264	-.277	.100	.224	.111							
Fe	-.338	.386	-.146	-.115	-.037	-.041	.528(**)	.134	.480(*)	.271	-.098	-.066	.106	-.223	-.207	-.193	-.260	.563(**)						
Cl	-.308	-.185	-.281	.882(**)	-.065	-.305	-.119	.360	-.476(*)	-.398(*)	.048	.033	.165	.205	.841(**)	.821(**)	.761(**)	.427(*)	-.014					
KOI	-.142	.277	.140	-.135	.158	-.088	.110	-.363	.119	.040	.294	.366	.479(*)	-.494(*)	-.081	-.234	.035	.284	.343	.001				
BOI <sub>5</sub>	-.352	.176	-.161	.168	-.415(*)	-.067	.133	.297	.282	-.083	.161	.550(**)	-.177	.184	-.279	.177	-.037	-.041	-.017	-.213	-.162			
Klo a	.512(**)	-.582(**)	.135	.221	.257	.426(*)	-.447(*)	.164	-.309	-.499(*)	-.213	-.380	-.364	.373	.437(*)	.434(*)	.305	-.313	-.298	.224	-.473(*)	-.012		
L	.203	.227	.062	-.860(**)	.161	.369	.438(*)	-.309	.587(**)	.708(**)	-.123	-.409(*)	-.104	-.398(*)	-.709(**)	-.875(**)	-.753(**)	-.141	.352	-.688(**)	.125	-.322	-.263	

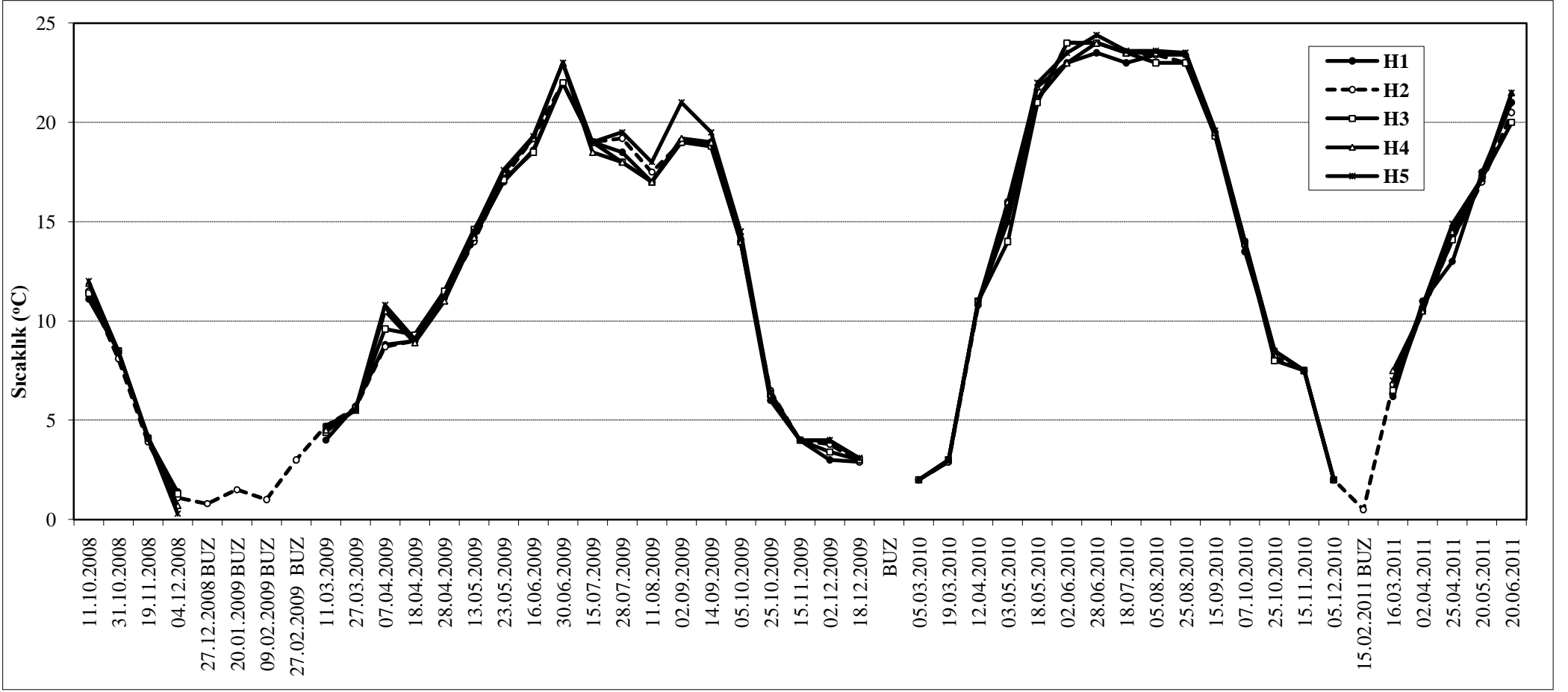
\*\* Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır.

\* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır.

### 3.1.1. Sıcaklık

Araştırma süresince gölde ortalama 12,6 °C olan su sıcaklığı 0,3-24,4 °C arasında değişim göstermiştir. En yüksek su sıcaklığı 28 Haziran 2010'da V. istasyonda, en düşük su sıcaklığı ise aynı istasyonda 04 Aralık 2008'de kaydedilmiştir. Sıcaklık değerleri açısından istasyonlar arasında istatistiksel bakımdan önemli bir farklılık bulunamamıştır ( $P>0.05$ ).

Göl Aralık ayı başlarından Mart ayı başlarına kadar olan dönemde yaklaşık olarak 30-35 cm buz tabakası ile kaplanmaktadır. Bu dönemlerde II. istasyon olan merkez istasyonda buz kırılarak ölçümler yapılmıştır. Çalışma süresince sadece Aralık 2009-Mart 2010 döneminde hava sıcaklığının mevsim normallerinin çok üzerinde seyretmesinden dolayı göl çok ince bir buz tabakası ile kaplanmıştır. Bu sebepten dolayı göl üzerine çıkılamamış, ölçüm ve örneklemeler yapılamamıştır. Buzun kalın olduğu dönemlerde yapılan ölçümlerde göl suyunun sıcaklığının 0,3-1,7 °C arasında değiştiği belirlenmiştir. Bahar döneminde su sıcaklığı 4-22 °C arasında değişim göstermiştir. Yaz dönemi su sıcaklığının en fazla olduğu dönemdir ve 17-24,4 °C arasında değişim göstermiştir. Gölde ölçülen en yüksek sıcaklıklar Haziran aylarına aittir. 30 Haziran 2009'da 23 °C, 28 Haziran 2010'da 24,4 ve 21 Haziran 2011'de 21,5 °C ölçülmüştür. Temmuz ve Ağustos ayları Haziran ayına oranla biraz daha serin geçmektedir. Ağustos ayı ortalarından itibaren azalan su sıcaklığı sonbahar döneminde 19,3-7,5 °C arasında değişim göstermiştir. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen su sıcaklıklarının mevsimsel değişimi Şekil 3.1.1.1'de verilmiştir.

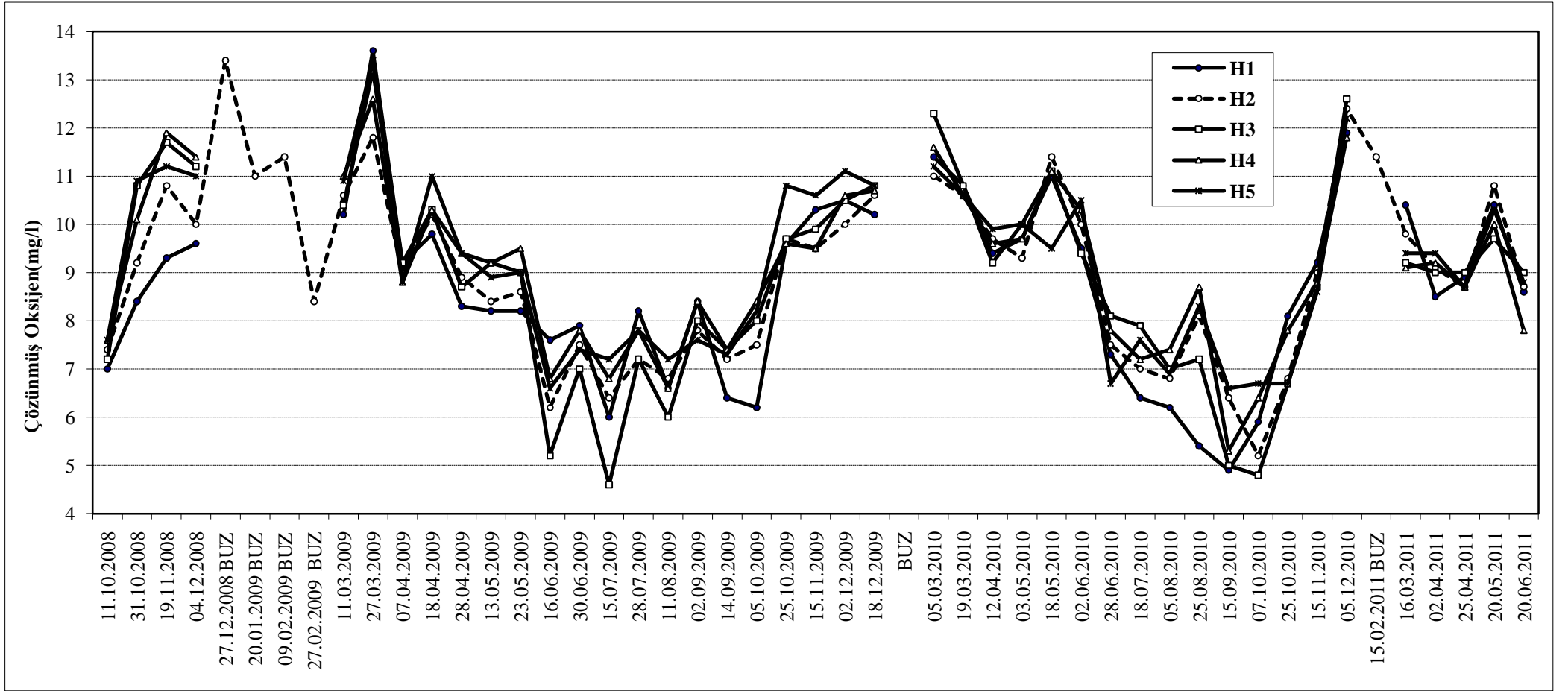


Şekil 3.1.1.1. Örnekleme istasyonlarında su sıcaklığının mevsimsel değişimi.

### 3.1.2. Çözünmüş Oksijen

Gölde çözünmüş oksijen konsantrasyonu 4,6-13,6 mg/l arasında değişim göstermiştir. Gölde ortalama değeri 8,98 mg/l olan çözünmüş oksijen en düşük 15 Temmuz 2009'da III. istasyonda, en yüksek ise 27 Mart 2009'da I. istasyonda ölçülmüştür. Yüzey suyu çözünmüş oksijen değerleri açısından istasyonlar arasında istatistiksel bakımdan önemli bir farklılık bulunamamıştır ( $P>0.05$ ). Çözünmüş oksijen değerleri ile yüzey suyu sıcaklık değerleri arasında negatif bir korelasyon belirlenmiştir ( $r = -0,613$ ;  $P<0,01$ ).

Gölde kış döneminde çözünmüş oksijen miktarı 9,6-13,6 mg/l arasında değişim göstermiştir. Kış döneminde özellikle Aralık ayında bütün istasyonlarda çözünmüş oksijen konsantrasyonu doygunluk derecesine çok yakın değerlerde ölçülmüştür. Bahar dönemlerinde yapılan ölçümlerde çözünmüş oksijen değerleri 8,2-13,6 mg/l arasında değişim göstermiştir. Yapılan ölçümlerde 2009 yılı bahar dönemi başlarında çözünmüş oksijen miktarının 2010 ve 2011 yılı bahar dönemlerine oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Gölde yaz aylarında çözünmüş oksijen konsantrasyonu diğer dönemlere göre düşüktür ve 5,2-10,5 mg/l arasında değişim göstermiştir. Sonbahar aylarında çözünmüş oksijen yaz aylarına oranla daha yüksek değerlerde ölçülürken 6,2-10,6 mg/l arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen çözünmüş oksijen değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 3.1.2.1'de verilmiştir.

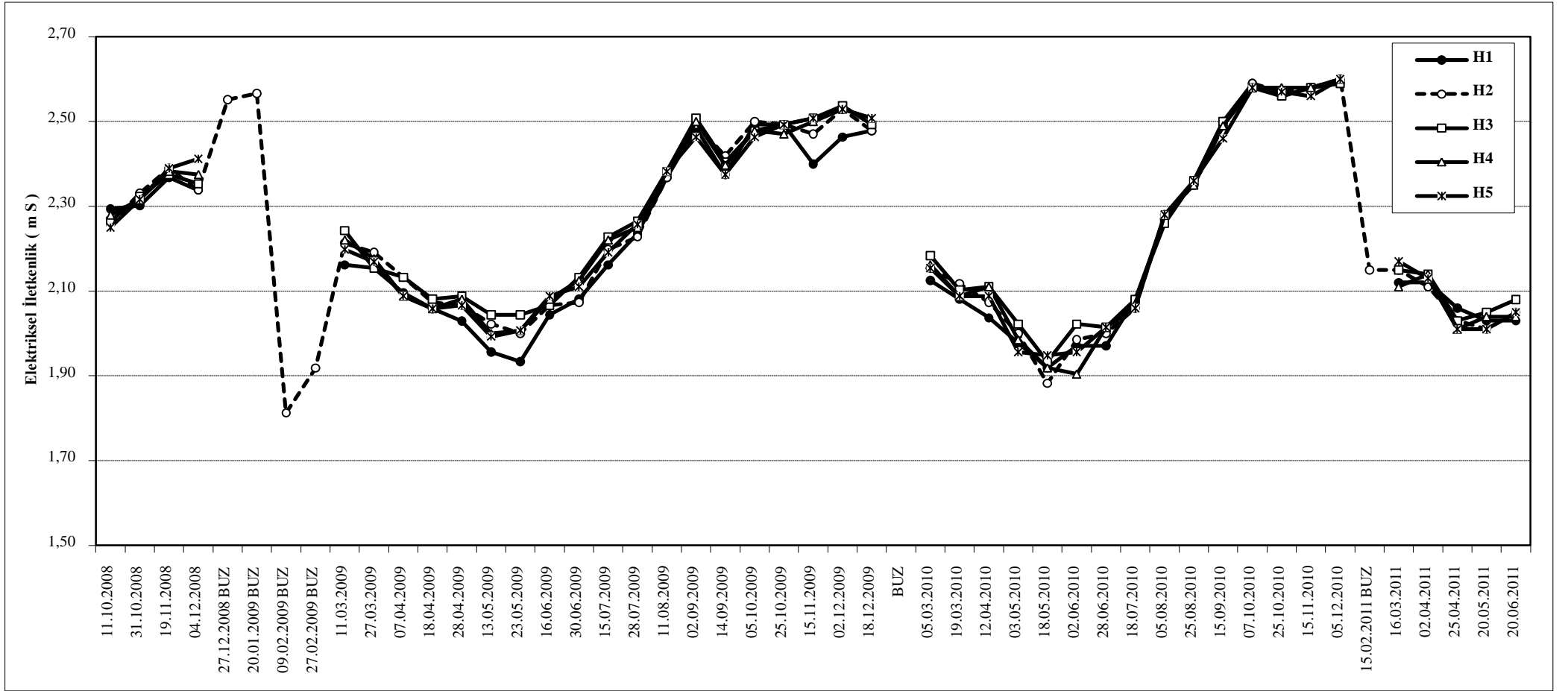


Şekil 3.1.2.1. Örneklemeye istasyonlarında çözünmüş oksijenin mevsimsel değişimi.

### 3.1.3. Elektriksel iletkenlik

Hafik gölünde elektriksel iletkenlik değerleri 1,81-2,60 mS arasında değişim göstermiş ve yıllık ortalaması 2,23 mS olmuştur. En yüksek elektriksel iletkenlik değeri 05 Aralık 2010 tarihinde I., IV. ve V istasyonlarda, en düşük değer ise 09 Şubat 2009'da II. İstasyonda ölçülmüştür (Şekil 3.1.3.1). Elektriksel iletkenlik açısından istasyonlar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır ( $P>0.05$ ). Elektriksel iletkenlik değerleri ile sülfat, toplam sertlik, kalsiyum, klorür ve göl su seviyesi arasında güçlü pozitif korelasyon belirlenmiştir ( $r=0,758$ ,  $r=0,932$ ,  $r=0,810$ ,  $r=0,860$ ;  $P<0,01$ ).

Elektriksel iletkenlik kış döneminde 1,81-2,60 mS arasında değişim göstermiştir. Kış ayı başlarında (Aralık) genelde elektriksel iletkenlik değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Bahar aylarında elektriksel iletkenlik değerleri genelde düşük olarak ölçülmüş 1,88-2,24 mS arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bahar dönemi sonları yaz ayları başlarına doğru yapılan ölçümlerde elektriksel iletkenliğin arttığı gözlemlenmiştir. Yaz aylarında iletkenlik değerleri 1,96-2,38 mS arasında değişim göstermiştir. Sonbahar aylarında elektriksel iletkenlik değerleri diğer dönemlere göre yüksektir ve 2,10-2,58 mS arasında değişim göstermiştir. Sonbahar döneminde en yüksek iletkenlik değerleri Eylül ve Ekim aylarında ölçülmüştür. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen elektriksel iletkenlik değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 3.1.3.1'de verilmiştir.



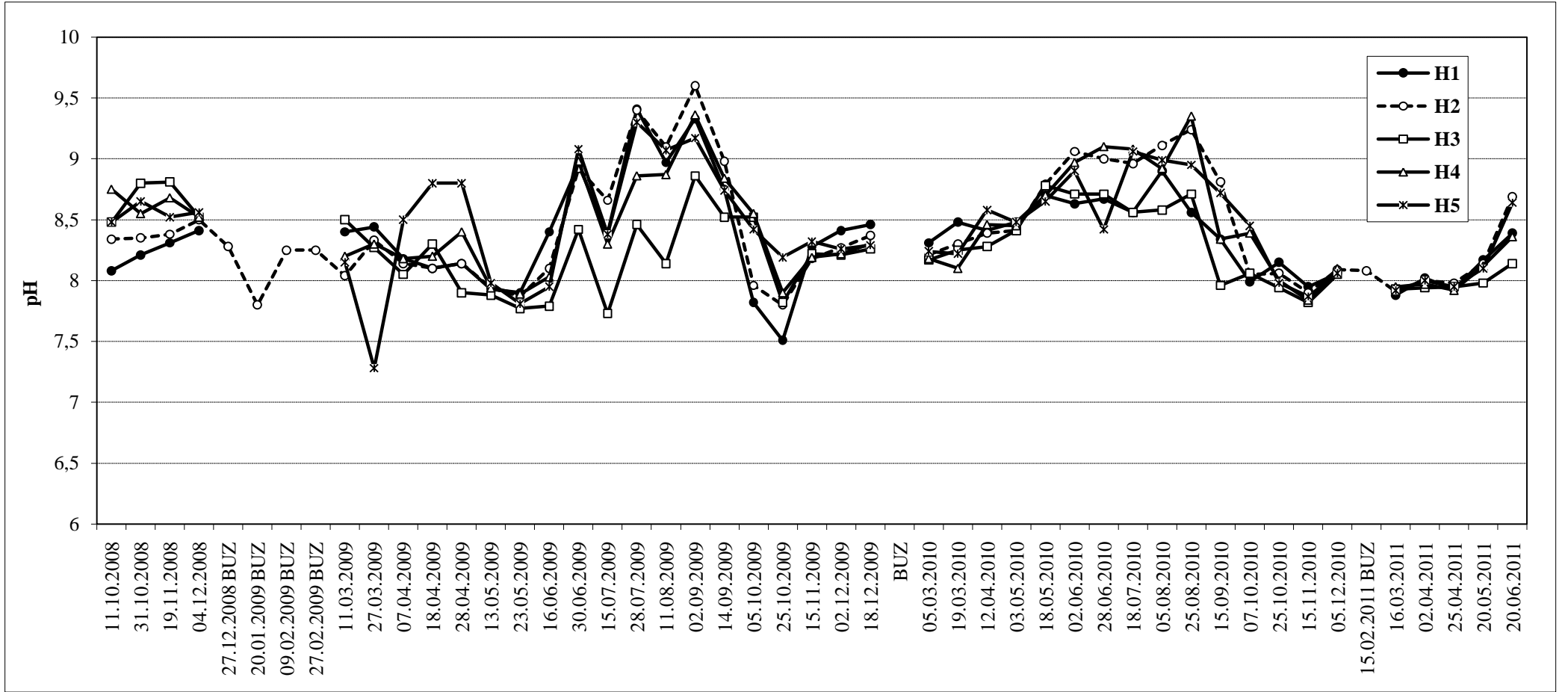
Şekil 3.1.3.1. Örnekleme istasyonlarında elektriksel iletkenliğin mevsimsel değişimi.

### 3.1.4. pH

Hafik gölü yüzey suyunda pH 7,28-9,60 arasında değişim göstermiştir. En yüksek pH değeri 02 Eylül 2009'da V. istasyonda, en düşük değer ise 27 Mart 2009'da V. istasyonda ölçülmüştür. Yüzey suyu pH değerleri açısından istasyonlar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunamamıştır ( $P>0,05$ ). pH değerleri ile toplam alkalinite ve  $\text{NH}_4\text{-N}$  arasında negatif bir korelasyon belirlenmiştir ( $r=-0,657$ ,  $r=-0,597$ ;  $P<0,01$ ).

Kış dönemi Aralık ayında pH değerlerinin diğer kış aylarına oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bahar dönemlerinde yapılan ölçümlerde çözünmüş pH 7,77-8,79 arasında değişim göstermiştir. 2010 yılı bahar aylarında pH değerleri 2009 ve 2011 yılına oranla daha yüksektir (8,10-8,79). Gölde yaz aylarında pH değeri 7,95-9,41 arasında değişim göstermiştir. Özellikle Haziran sonları ve Temmuz başlarında pH değerleri diğer aylara göre daha yüksek ölçülmüştür (8,42-9,41). Sonbahar aylarında yapılan ölçümlerde pH'nın 7,51-9,36 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen pH değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 3.1.4.1'de verilmiştir.





Şekil 3.1.4.1. Örnekleme istasyonlarında pH' nın mevsimsel değişimi.

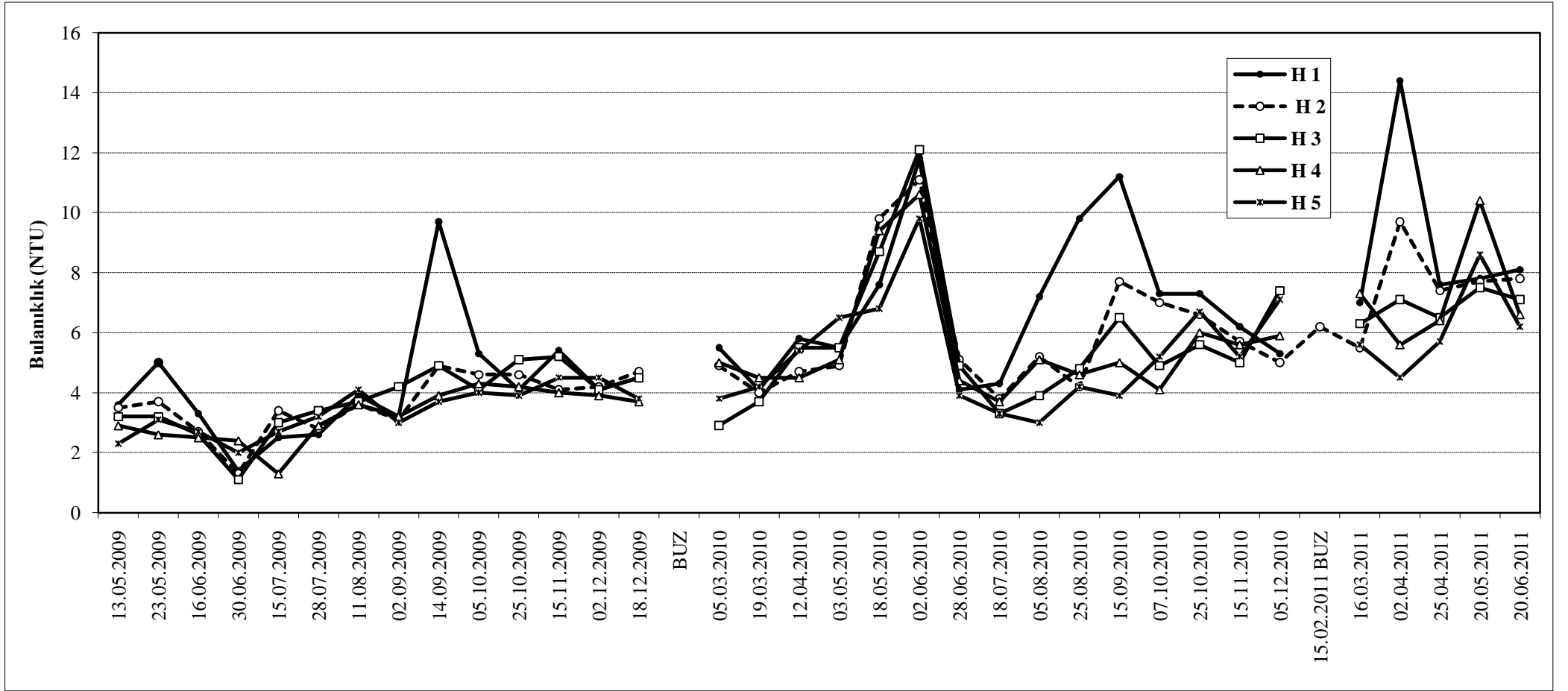
### **3.1.5. Derinlik ve Seki Diski Derinliği**

Gün ışığının çalışma süresince her örnekleme tarihinde göl tabanına kadar ulaştığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle seki derinliği istasyonlarda su derinliği ile aynı değer olarak kaydedilmiştir.

### **3.1.6. Bulanıklık**

Hafik gölü'nde araştırma süresince yapılan analizler sonucunda ölçülen bulanıklık değerleri 1,10-14,40 NTU arasında değişmiş ve yıllık ortalaması 5,18 NTU olmuştur. En yüksek bulanıklık değerleri 02 Nisan 2011'de I. istasyonda, en düşük değerleri ise 30 Haziran 2009'da IV. istasyonda ölçülmüştür. Bulanıklık değerleri açısından istasyonlar arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ( $P>0,05$ ). Bulanıklık ile askıda katı madde arasında güçlü pozitif bir korelasyon belirlenmiştir ( $r= 0,681$ ;  $P<0,01$ ).

2009 yılında istasyonlarda 1,1-9,7 NTU arasında değişim gösteren bulanıklık değerlerinin 2009 Ekim-Kasım arasında diğer aylara oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. 2010 yılında kışın 3,8-4,7 NTU arasında olan değerler Mart ayında artmış 18 Mayıs 2010 tarihinde 9,8 NTU' ya kadar çıkmıştır. Yaz döneminde artan bulanıklık 02 Haziran 2010'da istasyonlarda 9,8-12,1 arasında değişim göstermiştir. Bulanıklık 2010 sonbahar döneminde 3,9-11,2 arasında değişim göstermiştir. 2011 yılında Temmuz ayına kadar yapılan örneklemelelerde bulanıklık 4,5-14,4 NTU olarak ölçülmüştür. 02 Nisan 2011'de ölçülen 14,4 NTU' luk değer tüm çalışma boyunca ölçülen en yüksek değer olarak kayıt edilmiştir. Kış aylarında bulanıklık değerlerinin diğer dönemlere oranla daha düşük olduğu belirlenmiştir. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen bulanıklık değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 3.1.6.1'de verilmiştir.

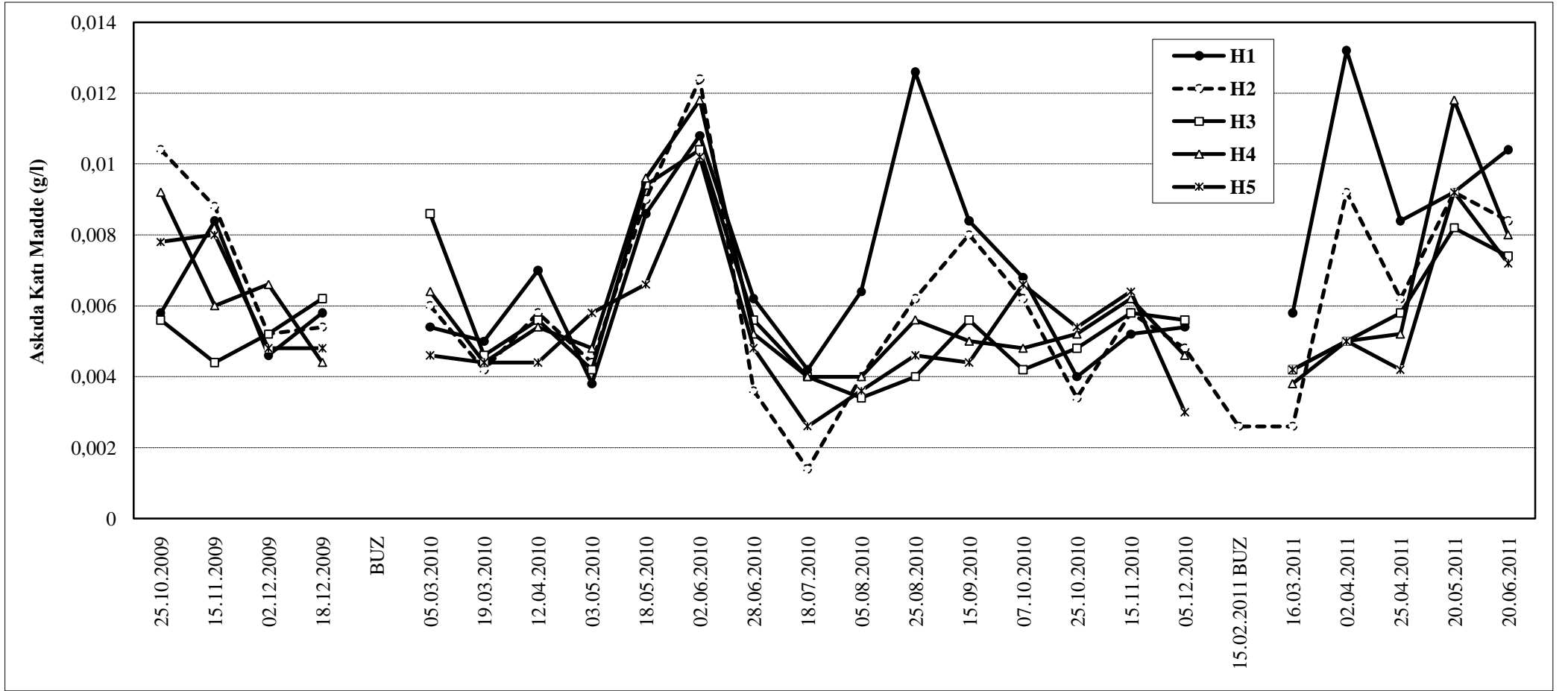


Şekil 3.1.6.1. Örnekleme istasyonlarında bulanıklığın mevsimsel değişimi.

### 3.1.7. Askıda Katı Madde (AKM)

Gölde 1,4-13,2 mg/l arasında değişim gösteren askıda katı maddenin yıllık ortalama değeri 6,1 mg/l'dir. En yüksek askıda katı madde miktarı 02 Nisan 2011'de I. istasyonda, en düşük askıda katı madde miktarı ise 18 Temmuz 2010'da II. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 3.1.7.1). Askıda katı madde değerleri açısından istasyonlar arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ( $P>0,05$ ).

Hafik gölünde AKM miktarı Sonbahar aylarından kış aylarına doğru gidildikçe azalmaktadır. 2009 yılı sonbahar ve kış döneminde AKM değerleri 4,4-10,4 mg/l arasında değişmiştir. 2010 yılı Mayıs ayı ortalarına kadar 4,2-8,6 mg/l arasında değişim gösteren AKM 18 Mayıs 2010 tarihinde artış göstermiştir. Bu tarihte istasyonlarda 6,6-9,6 mg/l arasında olan AKM miktarının 02 Haziran 2010'da arttığı ve 10,2-12,4 mg/l olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme tarihinden sonra AKM miktarı azalmaya başlamıştır. 25 Ağustos 2010 tarihinde sadece I. istasyonda ani bir artış gözlenmiştir (12,6 mg/l). Sonbahar döneminde AKM 3,4-8,4 mg/l arasında değişmiştir Kış aylarında tekrar azalmaya başlayan AKM miktarı 02 Nisan 2011 tarihinde tüm çalışma boyunca ölçülmüş en yüksek değeri olan 13,2 mg/l'ye ulaşmıştır. Bu değer sadece I. istasyonda ölçülmüştür aynı tarihte diğer istasyonlarda AKM miktarı 5-9,2 mg/l arasında değişmiştir. Nisan 2011- Haziran 2011 örnekleme döneminde AKM miktarının 5-11,8 mg/l arasında değiştiği belirlenmiştir. Gölde AKM değerlerinin özellikle Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında arttığı kış aylarında ise azaldığı saptanmıştır. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen AKM değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 3.1.7.1'de verilmiştir.

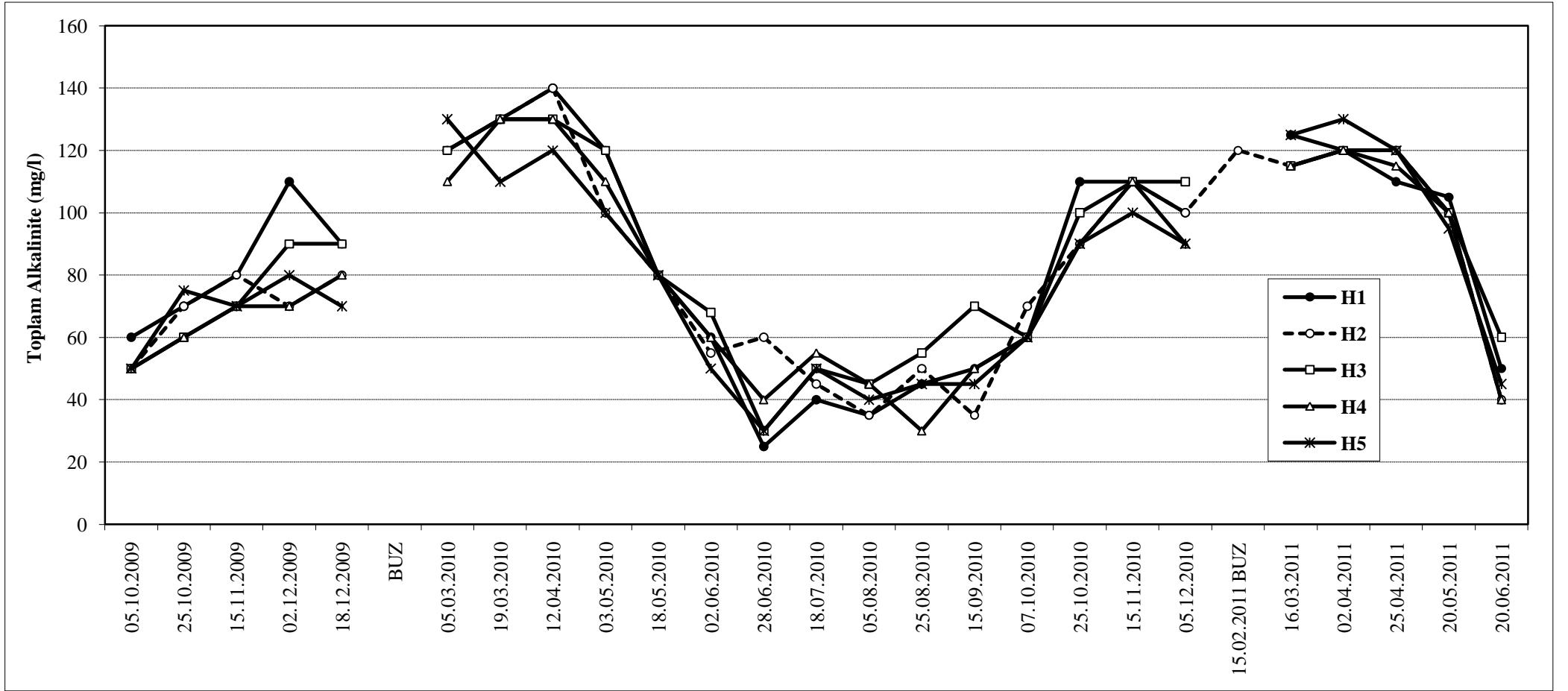


Şekil 3.1.7.1. Örnekleme istasyonlarında askıda katı maddenin mevsimsel değişimi.

### 3.1.8. Toplam Alkalinite

Gölde 25-140 mg CaCO<sub>3</sub> /l arasında değişim gösteren toplam alkalinitenin yıllık ortalama değeri 83,2 mg/l'dir. Gölde en yüksek toplam alkalinite 12 Nisan 2010'da I. ve II. istasyonda, en düşük ise 25 mg/l olarak 28 Haziran 2010'da I. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 3.1.8.1). Toplam alkalinite değerleri açısından, istasyonlar arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır (P>0,05). Toplam alkalinite ile su sıcaklığı ve pH arsında negatif, çözünmüş oksijen ile pozitif korelasyon tespit edilmiştir(r=-0,674, r=-0,657, r=0,583; P<0,01).

Hafik gölünde toplam alkalinitenin 2009 Ekim ayı ile gölün tamamen buz ile kaplandığı Aralık ayı ortalarına kadar olan dönemde çok fazla değişmediği ve bu tarihler arası yapılan örneklemelede 50-90 mg/l arasında olduğu belirlenmiştir. 2010 yılı Mart ayı başlarından Mayıs ayı ortalarına kadar yapılan ölçümlerde 100-140 mg/l arasında değiştii belirlenmiştir. Özellikle Nisan ayı ortalarında tüm arazi çalışması boyunca ölçülen en yüksek değerine ulaşmıştır (140 mg/l). 2010 Mayıs ayı ortalarından Ekim ayına kadar olan dönemde 25-80 mg/l olan toplam alkalinite bu tarihlerden sonra bir miktar artarak Ekim-Kasım aylarında 90-110 mg/l'ye ulaşmıştır. Gölün buz ile kaplı olduğu dönemde merkez istasyondan yapılan örneklemede toplam alkalinitenin (15 Şubat 2011) 120 mg/l olduğu belirlenmiştir. Toplam alkalinite değerleri 2011 yılı bahar aylarındaki örneklemelede 95-125 mg/l arasında değişim göstermiştir. Gölde toplam alkalinitenin bahar döneminin ilk ayları ile Ekim - Kasım döneminde diğer dönemlere oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen toplam alkalinite değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 3.1.8.1'de verilmiştir.



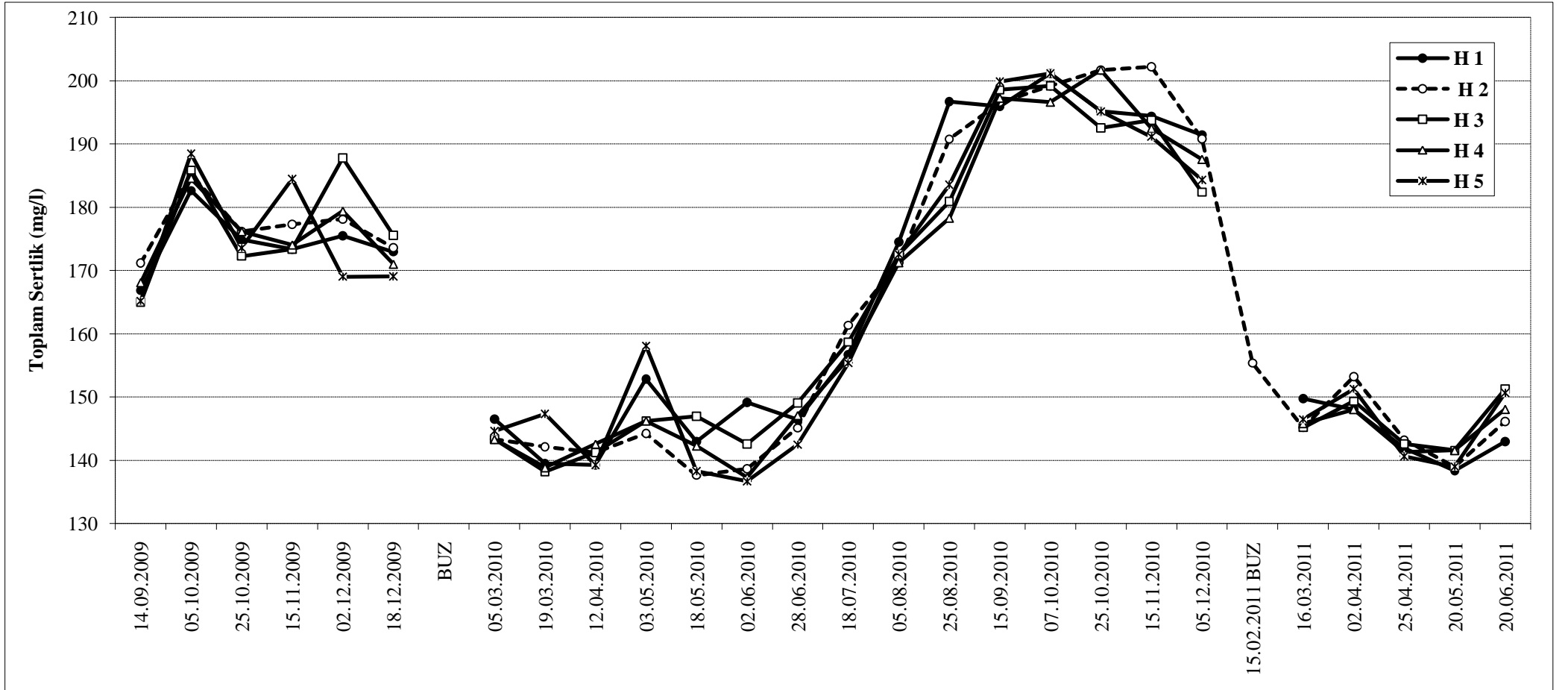
Şekil 3.1.8.1. Örnekleme istasyonlarında toplam alkalinite'nin mevsimsel değişimi.

### 3.1.9. Toplam Sertlik

Gölde 20,8-202,2 Fr arasında değişim gösteren toplam sertliğin yıllık ortalama değeri 164 Fr olmuştur. Gölde en yüksek sertlik değeri 15 Kasım 2010'da II. istasyonda, en düşük toplam sertlik değeri ise 02 Haziran 2010'da V. istasyonda tayin edilmiştir (Şekil 3.1.9.1). Toplam sertlik açısından istasyonlar arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ( $P>0,05$ ). Toplam sertlik ile sülfat, kalsiyum ve klorür arasında güçlü pozitif korelasyon, su seviyesi ile güçlü negatif korelasyon tespit edilmiştir ( $r=0,845$ ,  $r=0,831$ ,  $r=0,821$ ,  $r=-0,875$ ;  $P<0,01$ ).

Bahar aylarında göl suyu sertliğinin Yaz ayları sonu ile sonbahar aylarına oranla daha düşük olduğu tespit edilmiştir. 2009 Ekim ve 2009 Aralık ayları arasında 165,01-188,47 Fr olduğu belirlenmiştir. 2010 yılı Mart ayı başlarından 2010 Temmuz ayı ortalarına kadar çok fazla değişim göstermeyen su sertliği bu aylar arasına 136,67-158,7 Fr arasında değişim göstermiştir. Yaz ve sonbahar döneminde su sertliği yüksektir ve 171,26-202,2 Fr arasında değişmiştir. Su sertliğinin en yüksek olduğu aylar Sonbahar aylarıdır ve Kasım 2010 tarihinde 202,2 Fr olarak ölçülmüştür. Kışın buz kaplı olduğu dönemde (15 Şubat 2011) 155,38 Fr ölçülmüştür. 2011 Mart ayı ve 2011 Haziran ayı arasında 139-153,25 Fr arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen toplam sertlik değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 3.1.9.1'de verilmiştir.



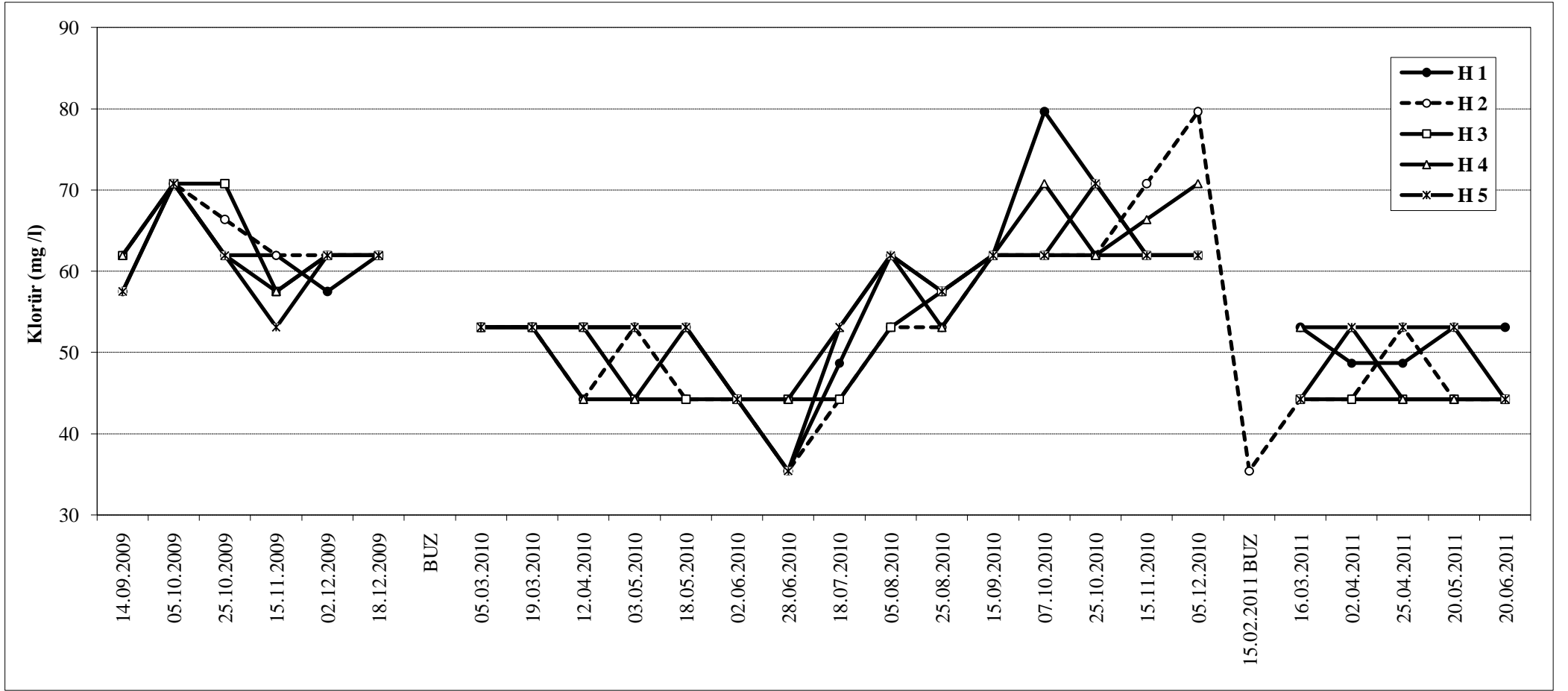


Şekil 3.1.9.1. Örnekleme istasyonlarında toplam sertliğin mevsimsel değişimi.

### 3.1.10. Klorür

Hafik gölü'nde ortalama değeri 55,4 mg/l olan klorür değerleri 35,40-79,65 mg/l arasında değişim göstermiştir. En yüksek klorür miktarı 07 Ekim 2010'da I. istasyonda, en düşük klorür miktarı ise 28 Haziran 2010'da I. ve II. istasyonlar ile 15 Şubat 2011'de II. istasyonda ölçülmüştür. Klorür ile su seviyesi arasında negatif korelasyon ( $r=-0,688$ ;  $P<0,01$ ), EC, SO<sub>4</sub>, toplam sertlik ve kalsiyum arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir ( $r=0,882$ ,  $r=0,841$ ,  $r=0,8821$ ,  $r=0,761$ ;  $P<0,01$ ). Klorür değerleri açısından istasyonlar arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ( $P>0,05$ ).

Yapılan ölçümlerde 2009 sonbahar aylarında klorür değerlerinin 53,1-70,8 mg/l arasında değiştii belirlenmiştir. Klorür aynı yılın kış döneminde fazla değişim göstermemiştir. 2010 yılı bahar aylarında ve yaz döneminde klorür miktarının artış ya da azalışlarında önemli bir değişim yoktur. Bu dönemde istasyonlarda klorür miktarı 35,4-61,9 mg/l arasında değişmiştir. 2010 yılı Yaz sonu sonbahar başlarında klorür miktarında artış meydana geldiği belirlenmiştir. Bu dönemde sudaki klorür miktarı diğer mevsimlere göre yüksektir ve 61,9-79,65 arasında değişmiştir. Gölün buz ile kaplı olduğu dönemin ortalarında (15 Şubat 2011) alınan örnekte klorür miktarı 35,40 mg/ L ölçülmüştür. 2011 yılı bahar döneminde ve Haziran ayında alınan örneklerde gölde klorür miktarının 44,2-53,1 mg/l arasında değiştii belirlenmiştir. Yapılan ölçümlerde 2009 ve 2010 yıllarında göl suyu klorür miktarının Sonbahar aylarında diğer mevsim aylarına oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen klorür değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 3.1.10.1'de verilmiştir.

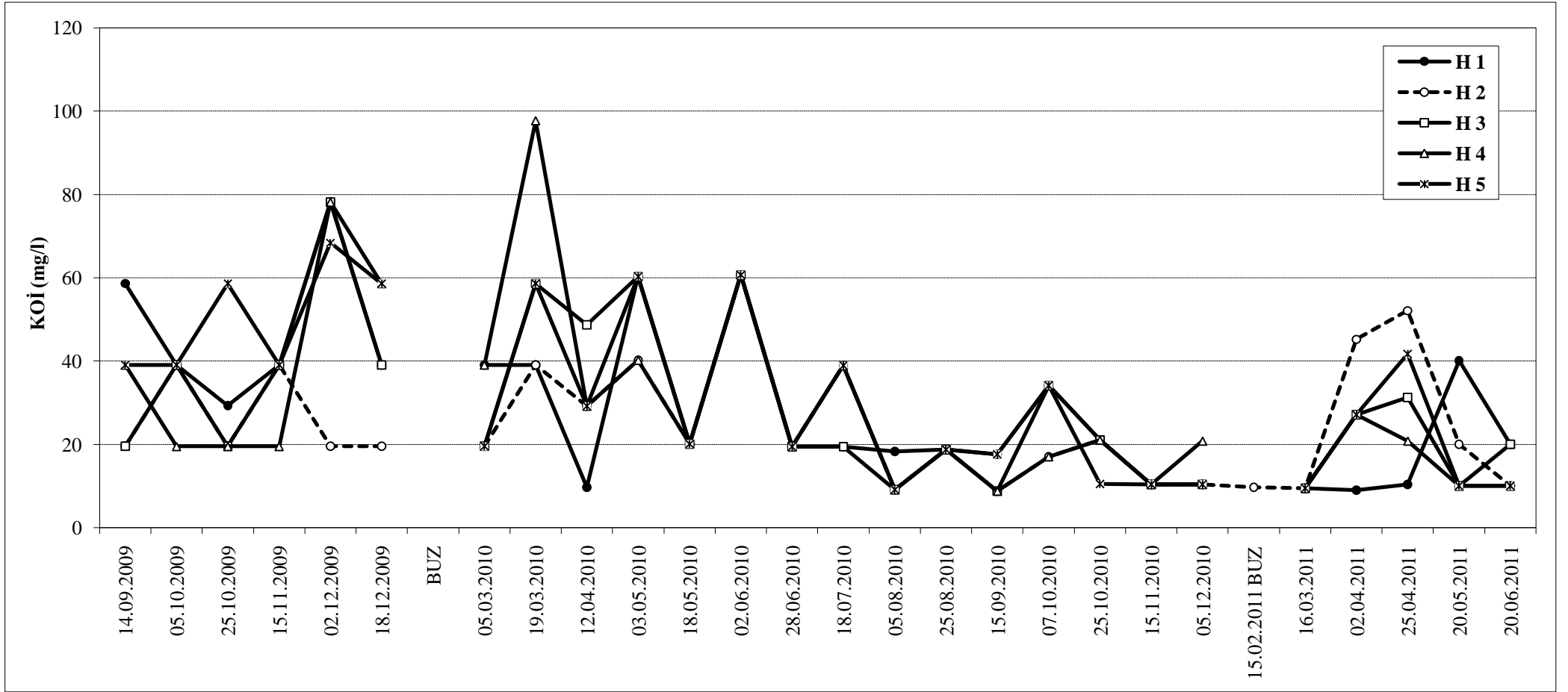


Şekil 3.1.10.1. Örnekleme istasyonlarında klorür'ün mevsimsel değişimi.

### 3.1.11. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

Çalışma boyunca gölde KOİ değerleri 8,8-97,7 mg/l arasında değişim göstermiştir. En yüksek kimyasal oksijen ihtiyacı 19 Mart 2010'da IV. istasyonda, en düşük kimyasal oksijen ihtiyacı 15 Eylül 2010'da II.,III. ve IV. istasyonlarda tespit edilmiştir. KOİ ile SiO<sub>2</sub> arasında negatif ( $r=-0,494$ ;  $P<0,05$ ), çözünebilir reaktif fosfat arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir ( $r=0,479$ ;  $P<0,01$ ). Kimyasal oksijen ihtiyacı açısından istasyonlar arasında fark bulunamamıştır ( $P>0,05$ ).

Ölçümlerde 2009 sonbahar aylarında KOİ değerlerinin 19,5-58,62 mg/l arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Kış döneminde KOİ miktarında artış gözlenmiş ve istasyonlarda 19,9-78,2 mg/l arasında değiştiği belirlenmiştir. 2010 Mart'ta tüm çalışma boyunca ölçülen en yüksek değeri olan 97,7 mg/l ye çıkmıştır. Bu tarihten sonra azalma görülen KOİ değerleri 03 Mayıs 2010 ve 02 Haziran 2010 tarihinde yükselerek 40-60,7 mg/l arasında değişim göstermiştir. Ağustos 2010 tarihinden Mart 2011 tarihine kadar olan dönemde KOİ miktarı çok fazla değişim göstermemiş ve bu dönemde sudaki KOİ miktarının 9,14-34,17 mg/l arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. 2011 Nisan ve 2011 Haziran ayları arasında KOİ değerlerinin 9,05-52,1 mg/l arasında olduğu ölçülmüştür. Gölde KOİ miktarının 2010 Bahar döneminde diğer örnekleme dönemlerine oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen KOİ değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 3.1.11.1'de verilmiştir.

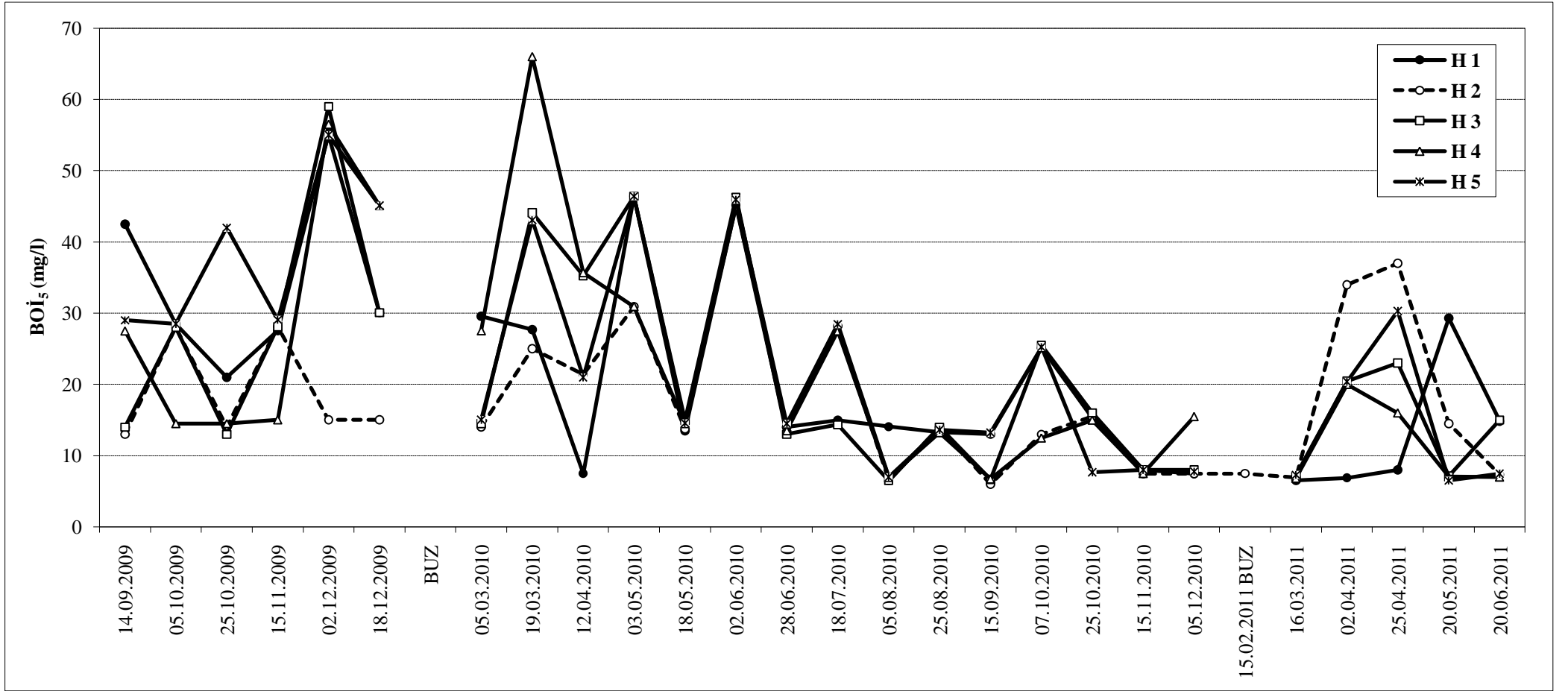


Şekil 3.1.11.1. Örnekleme istasyonlarında kimyasal oksijen ihtiyacının mevsimsel değişimi.

### 3.1.12. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ<sub>5</sub>)

Yıllık ortalama değeri 42 mg/l olan BOİ<sub>5</sub> araştırma süresince gölde 6-66 mg/l arasında değişim göstermiştir. Gölde en yüksek biyolojik oksijen ihtiyacı 19 Mart 2010'da IV. istasyonda, en düşük biyolojik oksijen ihtiyacı ise 15 Eylül 2010'da II. istasyonda ölçülmüştür. BOİ<sub>5</sub> ile askıda katı madde arasında negatif ( $r=-0,415$ ;  $P<0,05$ ), toplam çözünebilir fosfat arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir ( $r=0,550$ ;  $P<0,01$ ). Biyolojik oksijen ihtiyacı açısından istasyonlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır ( $P>0,05$ ).

Ölçümlerde 2009 sonbahar aylarında BOİ<sub>5</sub> değerleri 13-42,5 mg/l arasında değişim göstermiştir. Kış aylarında BOİ<sub>5</sub>' de artış gözlenmiş ve istasyonlarda 15-59 mg/l arasında değiştiği belirlenmiştir. BOİ<sub>5</sub> 19 Mart 2010 tarihinde tüm çalışma boyunca ölçülen en yüksek değeri olan 66 mg/l ye çıkmıştır. Bu tarihten sonra azalma görülen BOİ<sub>5</sub> değerleri 03 Mayıs 2010 ve 02 Haziran 2010 tarihlerinde bir miktar yükselmiş, 30,94-46,29 mg/l arasında değişim göstermiştir. Haziran 2010 sonlarından 16 Mart 2011 tarihine kadar BOİ<sub>5</sub> miktarında fazla değişim olmamıştır. Bu dönemde BOİ<sub>5</sub> değerleri 6-28,47 mg/l arasında ölçülmüştür. 2011 yılı Nisan ve Haziran ayları arasında BOİ<sub>5</sub> değerlerinin 6,5-37 mg/l arasında değiştiği belirlenmiştir. BOİ<sub>5</sub> değerlerinin 2009 Aralık ayı ve 2010 yılı Bahar döneminde diğer örnekleme dönemlerine oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen BOİ<sub>5</sub> değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 3.1.12.1'de verilmiştir.



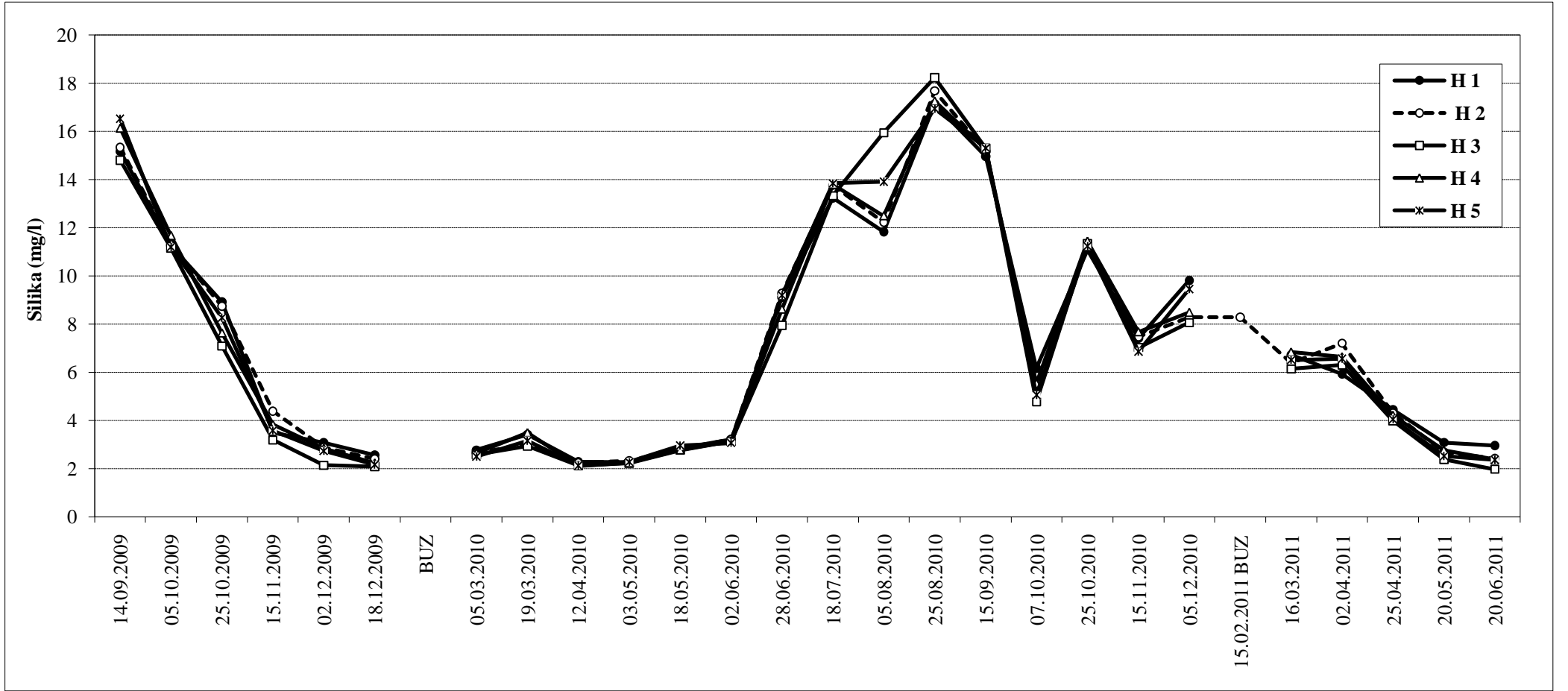
Şekil 3.1.12.1. Örnekleme istasyonlarında biyolojik oksijen ihtiyacının mevsimsel değişimi.

### 3.1.13. Silika

Gölde konsantrasyonu 1,97-18,23 mg/l arasında değişim gösteren silika'nın ve yıllık ortalaması 7,06 mg/l'dir. Gölde en yüksek silika konsantrasyonu 25 Ağustos 2010'da III. istasyonda, en düşük konsantrasyon ise 20 Haziran 2011'de III. İstasyonda ölçülmüştür. Silika açısından istasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ( $P>0,05$ ). Silika ile çözülmüş oksijen ve toplam alkalinite arasında negatif korelasyon tespit edilmiştir ( $r=-0,606$ ;  $P<0,01$ ;  $r=-0,490$ ,  $P<0,05$ ).

Göl suyunda 14 Eylül 2009'da yapılan ölçümlerde silika konsantrasyonunun örnekleme istasyonlarında 14,81-16,53 mg/l arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu tarihten sonra kış aylarına doğru silika konsantrasyonu azalarak göl buz ile kaplanmadan önce yapılan ölçümlerde istasyonlarda 2,08-2,56 mg/l' ye düştüğü belirlenmiştir. 2010 yılı Mart ayı başında yapılan ölçümlerde silika konsantrasyonunun 2,49-2,77 mg/l arasında olduğu belirlenmiştir. 2010 yılı Mart ayı başlarından Haziran ayı başlarına kadar olan dönemde silika konsantrasyonunda önemli bir değişim olmamıştır ve bu dönemde örnekleme istasyonlarında 2,49-3,22 mg/l arasında değişmiştir. Silika konsantrasyonu 2010 yılı Haziran ayı sonlarına doğru hızlı bir artış göstermiştir ve örnekleme istasyonlarında 7,95-9,26 mg/l' ye ulaşmıştır. Silika konsantrasyonundaki artış 25 Ağustos 2010 tarihine kadar devam etmiş ve istasyonlarda 16,95-18,23 mg/l'ye ulaşmıştır. Bu tarihten sonra azalarak 07 Ekim 2010'da 4,77-6,17 mg/l'ye düşmüştür. 25 Ekim 2010 tarihinde gölde silika konsantrasyonu tekrar artış göstererek 11,09-11,44 mg/l' ye kadar çıkmıştır. Silika konsantrasyonu bu tarihten sonra azalmaya başlamış, 2010 yılı Ekim-Aralık döneminde istasyonlarda 6,65-9,82 mg/l arasında değişmiştir. Silika konsantrasyonunu 2011 yılı Mart ayı örneklemesinde 6,14-6,83 mg/l arasında değişmiştir. Bu tarihten sonra 2011 yılı Haziran ayına kadar yapılan örneklemeelerde azaldığı belirlenen silika konsantrasyonu, Haziran ayında istasyonlarda 1,97-2,95 mg/l arasında değişim göstermiştir. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen silika değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 3.1.13.1'de verilmiştir.



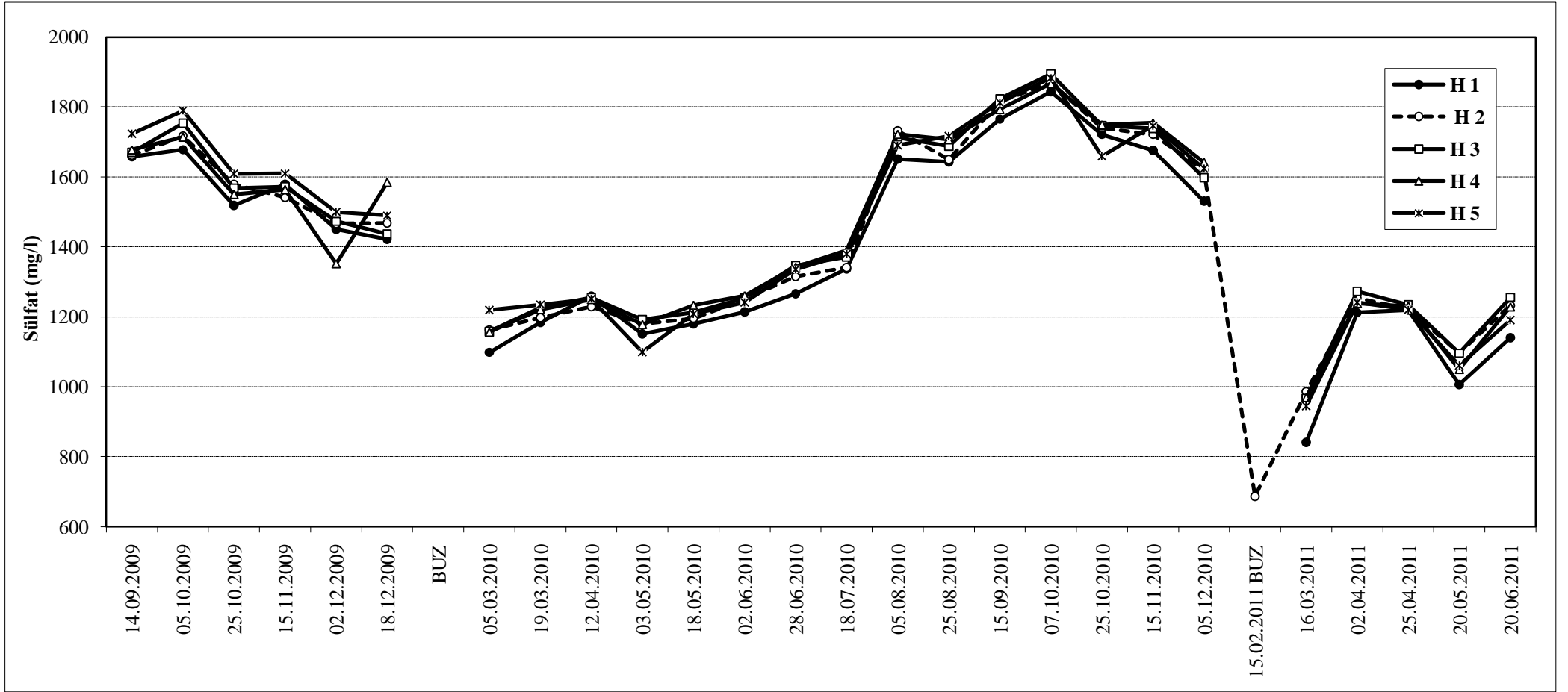


Şekil 3.1.13.1. Örnekleme istasyonlarında silika'nın mevsimsel değişimi.

### 3.1.14. Sülfat

Gölde ölçülen sülfat konsantrasyonu 686-1894 mg/l arasında değişmiştir. Yıllık ortalaması 1425 mg/l olan sülfatın Hafik gölü'nde en yüksek sülfat değeri 07 Ekim 2010'da III. istasyonda, en düşük sülfat değeri ise 15 Şubat 2011'de II. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 3.1.14.1). Sülfat değerleri açısından istasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $P>0,05$ ). Sülfat ile elektriksel iletkenlik arasında pozitif korelasyon, nitrit azotu ve nitrat azotu ile negatif korelasyon tespit edilmiştir ( $r=0,758$ ,  $r=-0,682$ ,  $r=-0,625$ ;  $P<0,01$ ).

Ölçümlerde 14 Eylül 2009'da sülfat değeri istasyonlarda 1657,9-1722,94 mg/l arasında değişim göstermiştir. Bu örnekleme tarihinden sonra Kış aylarına doğru azalmış 1351,66 mg/l'ye kadar inmiştir. 2010 Mart ayı başlarında gölde sülfat konsantrasyonu 1098,14-1219,14 mg/l arasında değişmiştir. Bu tarihten sonra sudaki sülfat miktarı artmaya başlamış, 07 Ekim 2010 tarihinde istasyonlarda 1894,16-1843,94 mg/l'ye ulaşarak en yüksek seviyeye çıkmıştır. 07 Ekim 2010 tarihinden itibaren kış dönemine doğru sudaki sülfat miktarı azalarak gölün buz ile kaplı olduğu dönemde 686,54 mg/l'ye kadar düşmüştür. Bu miktar aynı zamanda çalışma süresince istasyonlarda ölçülen en düşük miktar olarak kayıt edilmiştir. 2011 Mart ile 2011 Haziran arasında dönemde sülfat miktarı 840,48-1272,65 mg/l arasında değişim göstermiştir. Çalışmada sülfat konsantrasyonlarının 2009 yılı Eylül ayı ile 2010 yılı gerekse Ağustos - Ekim ayları arasında diğer örnekleme aylarına oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen sülfat değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 3.1.14.1'de verilmiştir.

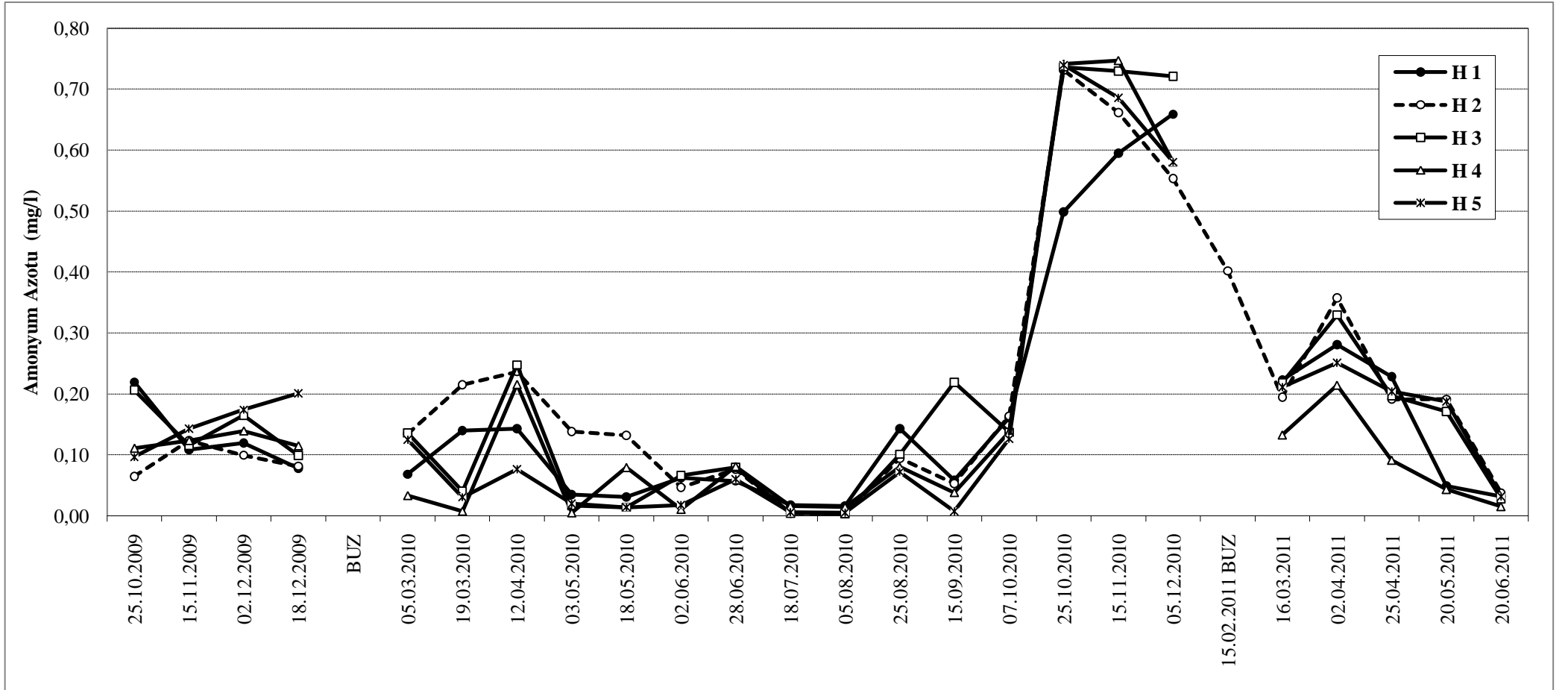


Şekil 3.1.14.1. Örneklem istasyonlarında sülfat'ın mevsimsel değişimi.

### 3.1.15. Amonyum Azotu

Hafik gölünde yıllık ortalaması 0,17 mg/l olan amonyum azotu miktarı çalışma boyunca 0,004-0,747 mg/l arasında değişim göstermiştir. Gölde en yüksek amonyum azotu 15 Kasım 2010'da IV. istasyonda, en düşük amonyum azotu ise 18 Temmuz 2010 ile 05 Ağustos 2010'da II. ve III. istasyonlarda kaydedilmiştir (Şekil 3.1.15.1). Amonyum azotu değerleri açısından istasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ( $P>0,05$ ). Amonyum azotu ile pH arasında negatif, elektriksel iletkenlik ile pozitif korelasyon tespit edilmiştir ( $r=-0,597$ ,  $r=-0,520$ ;  $P<0,01$ ).

Ölçümlerde 14 Eylül 2009'da amonyum değeri istasyonlarda 0,065-0,151 mg/l arasında değişim göstermiştir. 2010 Mart ayı ile 2010 Ekim başlarına kadar olan dönemde amonyum miktarı 0,004-0,215 mg/l arasında değişmiştir. Ekim 2010'den sonra amonyum artış göstermiş 25 Ekim 2010 tarihinde 0,498-0,747 mg/l'ye ulaşarak en yüksek seviyeye çıkmıştır. Bu tarihten sonra kış aylarına doğru azalarak 15 Şubat 2011 tarihinde 0,402 mg/l ye düşmüştür. 2011 Mart ayında istasyonlarda 0,133-0,223 mg/l olan amonyum miktarı 2011 Haziran dönemi örneklemeğinde 0,015 mg/l'ye kadar düşmüştür. Çalışmada amonyum azotunun 07 Ekim 2010 ile 15 Kasım 2010 tarihleri arasında diğer örnekleme dönemlerine oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen amonyum azotu değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 3.1.15.1'de verilmiştir.

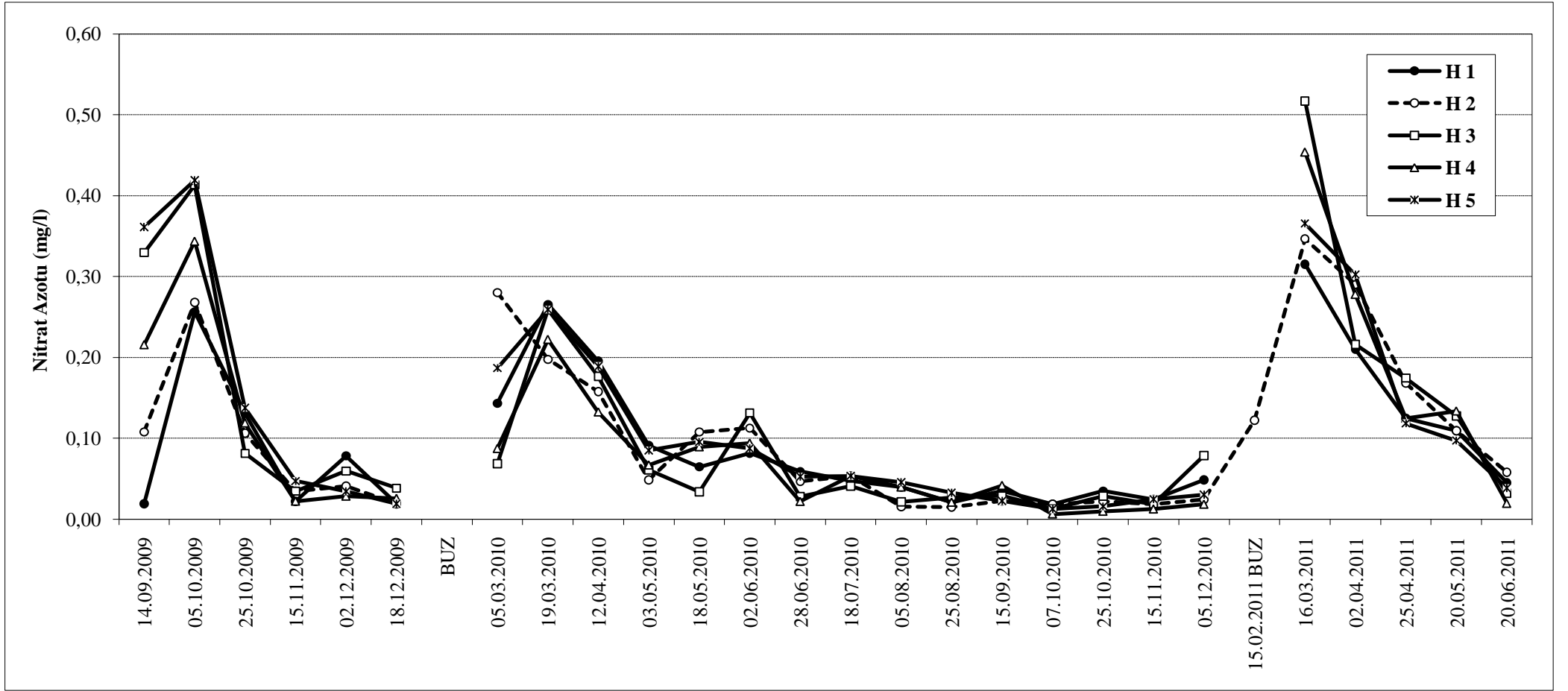


Şekil 3.1.15.1. Örneklem istasyonlarında amonyum azotu'nun mevsimsel değişimi.

### 3.1.16. Nitrat Azotu

Hafik gölünde yapılan çalışma süresince analizi yapılan göl suyunun sahip olduğu Nitrat azotu konsantrasyonları 0,006-0,517 mg/l arasında değişim göstermiştir. En yüksek nitrat azotu 16 Mart 2011'de III. istasyonda, en düşük nitrat azotu ise 07 Ekim 2010'da IV. istasyonda kaydedilmiştir (Şekil 3.1.16.1). Nitrat azotu değerleri bakımından istasyonlar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunamamıştır ( $P>0,05$ ). Nitrat azotu ile toplam alkalinite ve nitrit azotu arasında pozitif korelasyon, toplam sertlik ve sülfat ile negatif korelasyon bulunmuştur ( $r=0,628$ ,  $r=0,558$ ,  $r=-0,583$ ,  $r=-0,625$ ;  $P<0,01$ ).

Ölçümlerde 14 Eylül 2009'da Nitrat konsantrasyonu istasyonlarda 0,019-0,361 mg/l arasında değişim göstermiştir. 05 Ekim 2009 tarihinde istasyonlarda 0,256-0,419 mg/l' ye kadar ulaşan nitrat miktarı, bu tarihten sonra gölün buz ile kaplandığı aralık ayına doğru azalarak 0,019 mg/l' ye düşmüştür. 2010 Mart başlarına nitrat miktarı 0,068-0,280 mg/l arasında değişmiştir. Aynı ayın ortalarına doğru nitrat miktarı artarak 0,197-0,265 arasında değişim göstermiştir. Bu örnekleme tarihinden sonra azalma gösteren nitrat azotu, 19 Mart 2010 ile gölün buzla kaplandığı dönem olan 05 Aralık 2010 tarihleri arasında istasyonlarda 0,132- 0,0062 mg/l arasında değişim göstermiştir. 15 Şubat 2011 tarihinde buz kırılarak alınan su örneğinde 0,122 mg/l olan nitrat azotunun 2011 Mart döneminde 0,315-0,517 mg/l arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu dönemden 20 Haziran 2011 tarihine kadar azalan nitrat değerleri 0,0192 mg/l' ye kadar düşmüştür. Çalışmada nitrat azotunun 16 Mart 2011 tarihinde 0,315-0,0517 mg/l ile diğer örnekleme dönemlerine oranla daha yüksek olduğu bulunmuştur. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen nitrat azotu değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 3.1.16.1'de verilmiştir.



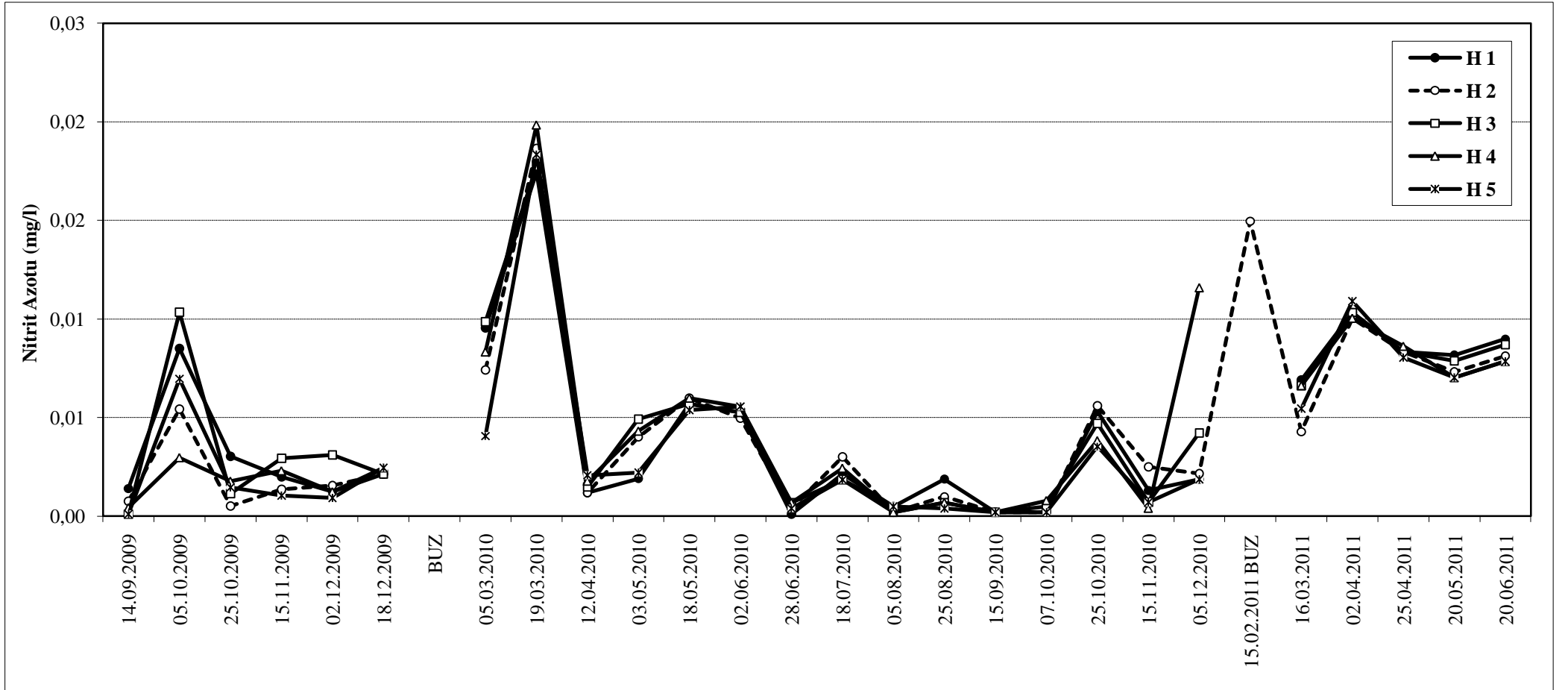
Şekil 3.1.16.1. Örnekleme istasyonlarında nitrat azotu'nun mevsimsel değişimi.

### 3.1.17. Nitrit Azotu

Çalışma süresince göl suyunda nitrit azotu miktarı 0-0,02 mg/l arasında değişim göstermiş ve yıllık ortalamasının 0,004 mg/l olduğu belirlenmiştir. Gölde en yüksek nitrit azotu miktarı 19 Mart 2010'da IV. İstasyondan alınan suda belirlenirken, 25 Ekim 2009'da II. istasyondan alınan suda analitik olarak tespit edilememiştir. 02 Aralık 2009'da V. istasyonda, 28 Haziran 2010'da bütün istasyonlarda, 05 Ağustos 2010'da tüm istasyonlarda, 25 Ağustos 2010'da III. ve IV. istasyonlarda, 15 Eylül 2010 ve 07 Ekim 2010'da tüm istasyonlarda ve 15 Kasım 2010'da III., IV. ve V. istasyonlarda da analitik olarak nitrit azotu tespit edilememiştir (Şekil 3.1.17.1). Nitrit azotu bakımından istasyonlar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunamamıştır ( $P>0,05$ ). Nitrit azotu ile toplam alkalinite ve nitrat azotu arasında pozitif korelasyon, sülfat, kalsiyum ve toplam sertlik ile negatif korelasyon bulunmuştur ( $r=0,587$ ,  $r=0,576$ ,  $r=0,558$ ,  $r=-0,682$ ,  $r=-0,666$ ,  $r=-0,666$ ;  $P<0,01$ ).

Yapılan analizler sonucunda nitrit azotunun 05 Ekim 2009'da (0,003 - 0,010 mg/l), 19 Mart 2010'da (0,017 - 0,02 mg/l) ve 15 Şubat 2011 tarihlerinde (0,015 mg/l) diğer örnekleme dönemlerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Gölde Ekim 2009-Aralık 2009 döneminde 0,001 - 0,003 mg/l arasında, 12 Nisan 2010 tarihi ile 15 Kasım 2010'da 0,001 - 0,006 mg/l arasında değişim göstermiştir. 2011 Mart ile Haziran arası dönemde istasyonlarda gölde nitrit azotunun 0,004 - 0,011 mg/l arasında değiştiği belirlenmiştir. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen nitrit azotu değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 3.1.17.1'de verilmiştir.



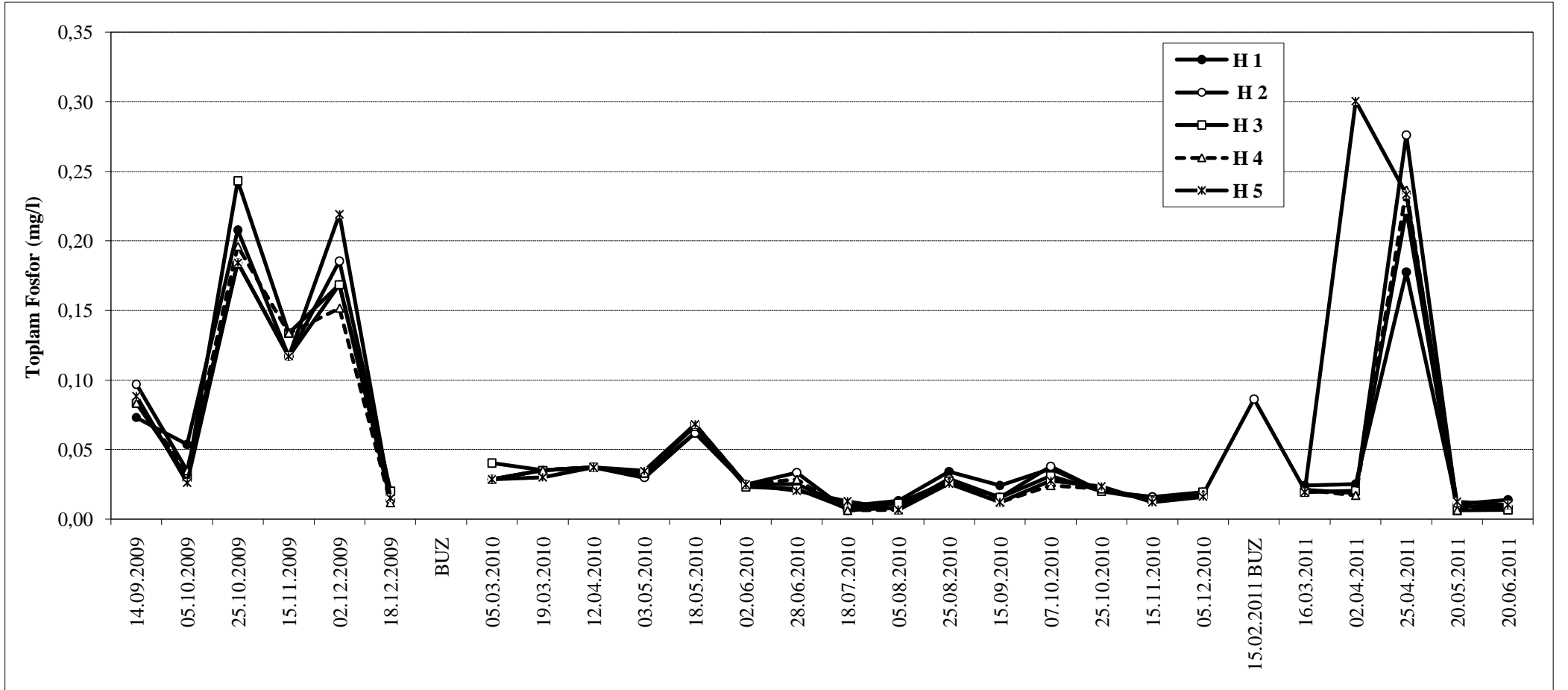


Şekil 3.1.17.1. Örnekleme istasyonlarında nitrit azotu'nun mevsimsel değişimi.

### 3.1.18. Toplam Fosfor (TF)

Çalışma süresince göl suyunda TF konsantrasyonu 0,006 - 0,301 mg/l arasında değişim göstermiş ve yıllık ortalama değerinin 0,055 mg/l olduğu belirlenmiştir. Gölde en yüksek TF miktarı 02 Nisan 2011'de IV. istasyonda, en düşük TF ise 18 Temmuz 2010'da II. ve IV. istasyonlarda kaydedilmiştir (Şekil 3.1.18.1). TF değerleri açısından istasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ( $P>0,05$ ).

Ölçümlerde 14 Eylül 2009'da TF değerleri istasyonlarda 0,073 - 0,097 mg/l arasında değişim göstermiştir. 05 Ekim 2009 tarihinden sonra suda artan fosfor konsantrasyonu 25 Ekim 2009 tarihinde 0,208 mg/l ye ulaşmıştır. TF konsantrasyonu kış sonlarına doğru azalarak 0,012 mg/l inmiştir. 14 Eylül 2009 ile 18 Aralık 2009 arasında TF değeri 0,012 - 0,243 mg/l arasında değişim göstermiştir. 2010 Mart başlarından 2010 yılı Aralık ayına kadar olan dönemde istasyonlardaki TF miktarlarının artış ve azalışlarında önemli bir değişim belirlenmemiştir. Bu tarihler arasında TF miktarı 0,007 - 0,068 mg/l değişmiştir. 15 Şubat 2011 tarihinde buz kırılarak alınan su örneğinde TF miktarı 0,086 mg/l olarak ölçülmüştür. 2011 Mart döneminde 0,019 - 0,024 mg/l arasında değişen fosfor miktarı Nisan 2011 sonlarına doğru artarak 0,178 - 0,237 mg/l' ye ulaşmıştır. Çalışmada TF miktarının 2009 yılı Ekim-Aralık ayı arası ve 02 Nisan 2011 - 25 Mayıs 2011 arası dönemde diğer örnekleme dönemlerine oranla daha yüksek olduğu bulunmuştur. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen TF değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 3.1.18.1'de verilmiştir.

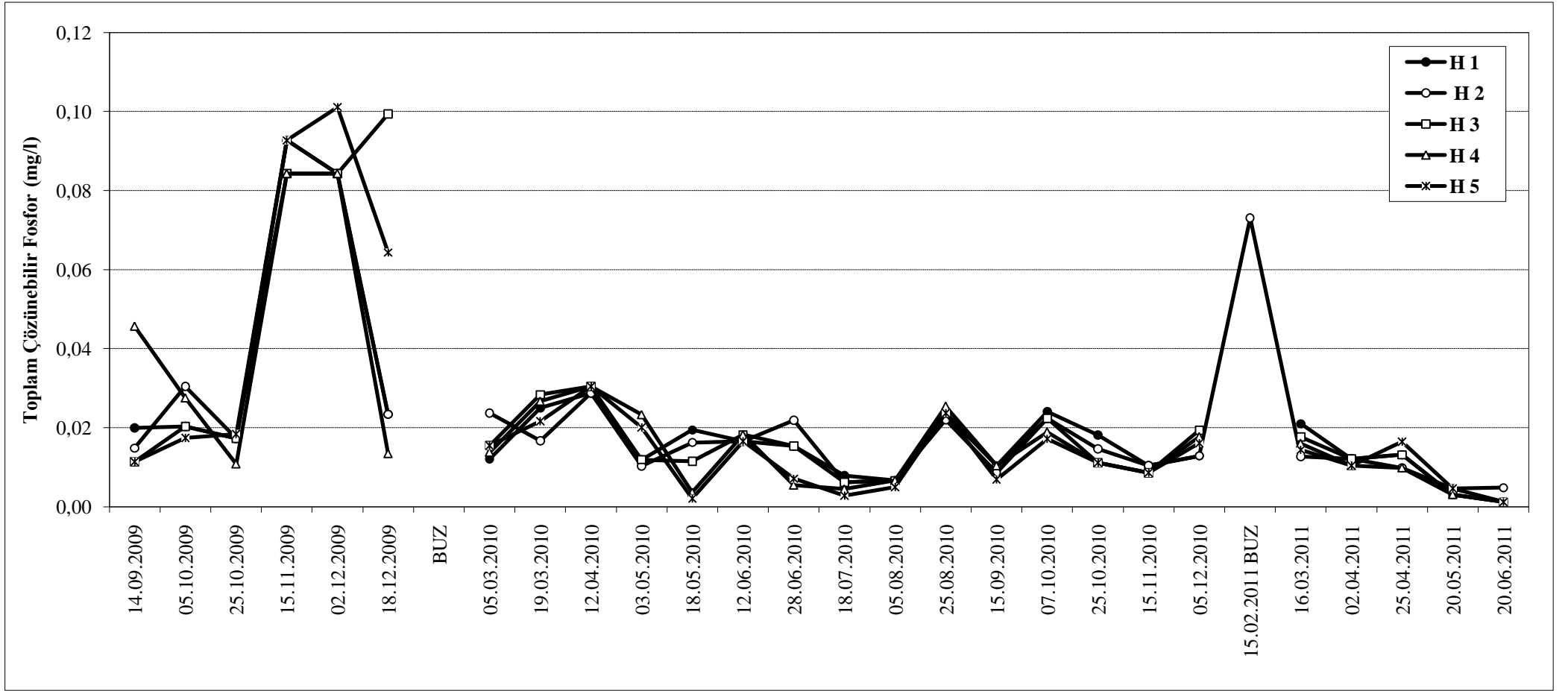


Şekil 3.1.18.1. Örnekleme istasyonlarında toplam fosfor'un mevsimsel değişimi.

### 3.1.19. Toplam Çözülebilir Fosfor (TÇF)

Göl suyunda TÇF değerleri 0,001 - 0,101 mg/l arasında değişim göstermiştir. Yıllık ortalaması 0,022 mg/l olan TÇF'nin gölde en yüksek 02 Aralık 2009'da IV. istasyonda, en düşük ise 20 Haziran 2011'de I.,III.,IV. ve V. istasyonlarda kaydedilmiştir. TÇF değerleri açısından istasyonlar arasında istatistiksel bir farklılık bulunamamıştır ( $P>0,05$ ). TÇF ile biyolojik oksijen ihtiyacı arasında pozitif, su sıcaklığı ve su seviyesi ile negatif korelasyon belirlenmiştir ( $r=0,550$ ,  $r=-0,548$ ,  $r=-0,409$ ;  $P<0,01$ ).

14 Eylül 2009'da TÇF miktarı istasyonlarda 0,011 - 0,046 mg/l arasında değişim göstermiştir. 25 Ekim 2009 tarihinde 0,011 - 0,018 mg/l arasında değişen TÇF bu tarihten sonra artarak 15 Ekim - 02 Aralık 2009'da istasyonlarda 0,084 - 0,101 mg/l'ye çıkmıştır. 2009 yılı Ekim-Aralık arasındaki dönemde TÇF konsantrasyonunun tüm örnekleme dönemleri ile kıyaslandığında yüksek konsantrasyona sahip olduğu belirlenmiştir. TÇF miktarı Aralık ayı sonlarına doğru azalarak 0,014 mg/l'ye düşmüştür. Bahar aylarında TÇF konsantrasyonu bütün istasyonlarda 0,004 - 0,031 mg/l arasında değişim göstermiştir. Yaz aylarında TÇF miktarlarının artış ve azalışlarında önemli bir değişim gözlenmemiştir TÇF miktarı bu dönemde 0,003 - 0,015 mg/l arasında değişmiştir. 15 Şubat 2011 tarihinde buz kırılarak alınan su örneğinde TÇF konsantrasyonu 0,073 mg/l'ye çıkmıştır. İstasyonlarda 16 Mart 2011 tarihinde 0,013 - 0,021 mg/l arasında değişen TÇF konsantrasyonu Haziran ayına doğru biraz azalarak 0,001-0,005 mg/l'ye inmiştir. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen TÇF değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 3.1.19.1'de verilmiştir.

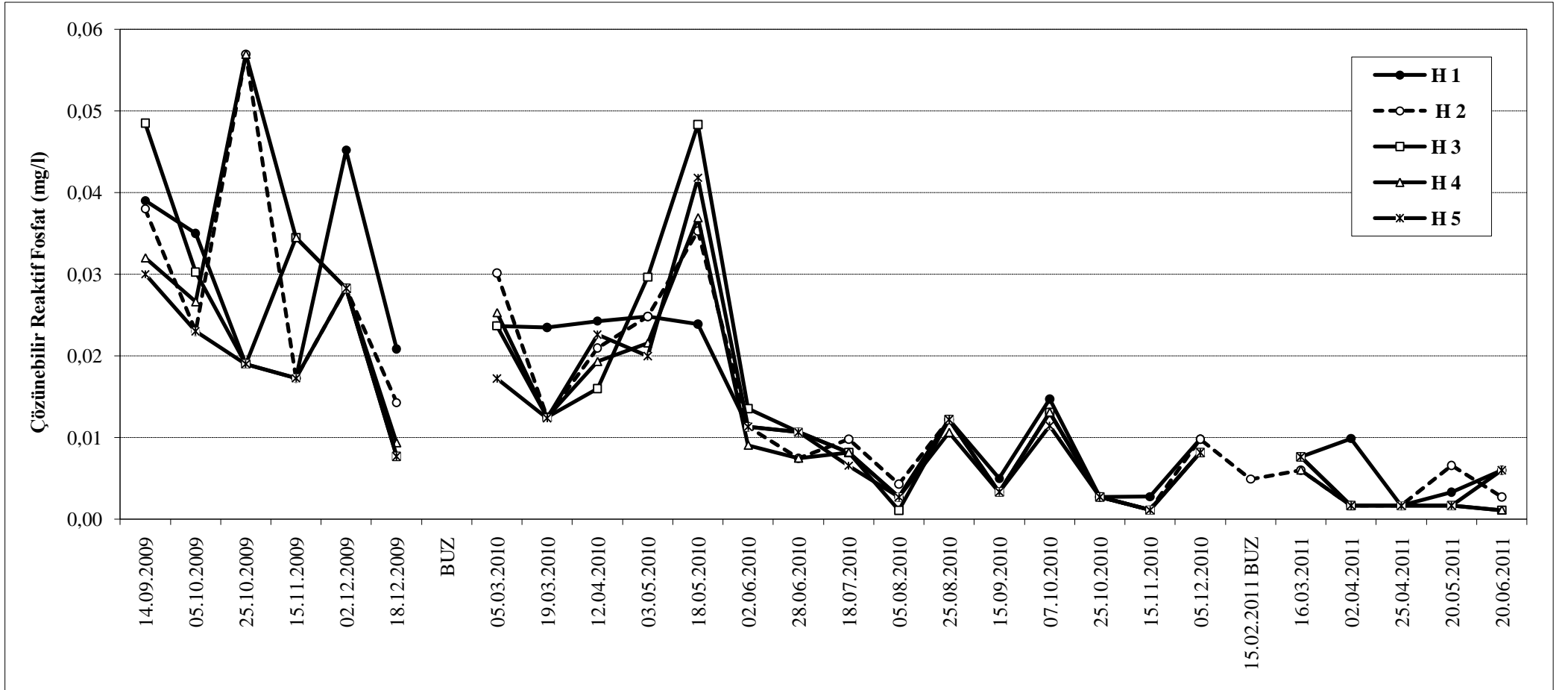


Şekil 3.1.19.1. Örnekleme istasyonlarında toplam çözülebilir fosfor'un mevsimsel değişimi.

### 3.1.20. Çözülebilir Reaktif Fosfor (ÇRF)

Gölde yıllık ortalaması 0,016 mg/l olan ÇRF miktarı 0,001 - 0,101 mg/l arasında değişim göstermiştir. Gölde en yüksek ÇRF 25 Ekim 2009'da II. ve IV. istasyonda, en düşük ÇRF ise 5 Kasım 2010'da II., III., IV. ve V. istasyonlarda, 20 Haziran 2011'de III. ve IV istasyonlarda kaydedilmiştir. ÇRF değerleri açısından istasyonlar arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır ( $P>0,05$ ). ÇRF ile kimyasal oksijen ihtiyacı arasında pozitif korelasyon belirlenmiştir ( $r=0,479$ ;  $P<0,05$ ).

Örnekleme dönemi başlangıcında ÇRF konsantrasyonları istasyonlarda 0,001 - 0,096 mg/l arasında değişim göstermiştir. Bu tarihten itibaren kış dönemine doğru II. ve IV. istasyonlar hariç diğer istasyonlarda genel olarak azalma gözlenmiş ve 0,008 - 0,045 mg/l arasında değişim göstermiştir. 05 Mart 2010 tarihi ile 03 Mayıs 2010 tarihleri arasında istasyonlarda ÇRF 0,012-0,301 mg/l arasında değişim göstermiştir. 2010 yılı mayıs ayı ortalarında I. istasyon hariç diğer istasyonlardaki ÇRF konsantrasyonu artmış ve 0,035-0,048 mg/l arasında değişim göstermiştir. Bu tarihten sonra ÇRF konsantrasyonu Haziran ayı başlarında tüm istasyonlarda hızla azalarak 0,009-0,014 mg/l' ye kadar düşmüştür. 05 Ağustos 2010'a kadar daha yavaş azalma gösteren ÇRF konsantrasyonu, örnekleme istasyonlarında 0,001 - 0,003 mg/l'ye gerilemiştir. ÇRF değerlerinin 05 Ağustos 2010 ile 05 Aralık 2010 arası döneminde 0,001 - 0,015 mg/l arasında olduğu belirlenmiştir. 2011 kış döneminde (15 Şubat 2011) tarihinde buz kırılarak alınan su örneğinde ÇRF 0,005 mg/l olarak saptanmıştır. ÇRF konsantrasyonu 2011 bahar dönemi başlarında istasyonlarda (16 Mart 2011) 0,060 - 0,008 mg/l arasında değişim göstermiştir. Yaz dönemine doğru azalarak 20 Haziran 2011 örneklemesinde 0,001 mg/l' ye kadar inmiştir. Çalışmada ÇRF konsantrasyonu 2009 yılı Eylül-Aralık dönemi ile 2010 Mart- Haziran arası dönemde diğer örnekleme dönemlerine oranla daha yüksek olduğu bulunmuştur. 2011 yılı Mart-Haziran arasında kalan dönemde ÇRF konsantrasyonu tüm örnekleme dönemleri ile kıyaslandığında daha düşük olduğu belirlenmiştir. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen ÇRF değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 3.1.20.1'de verilmiştir.



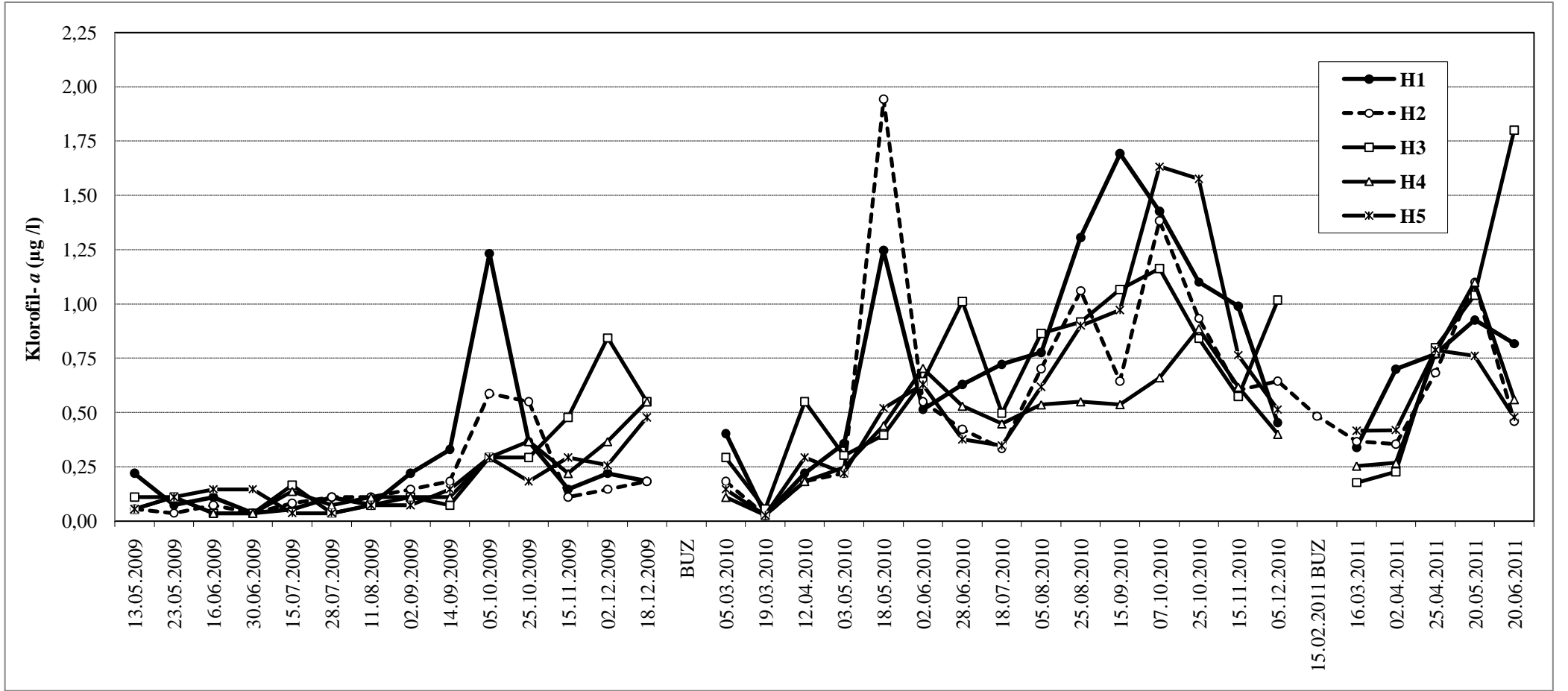
Şekil 3.1.20.1. Örnekleme istasyonlarında çözülebilir reaktif fosfor'un mevsimsel değişimi.

### 3.1.21. Klorofil-*a*

Göl suyunda klorofil-*a* konsantrasyonu 0,03 - 1,94 µg/l arasında değişim göstermiş ve yıllık ortalama 0,46 µg/l olduğu belirlenmiştir. Hafik gölü'nde en yüksek klorofil-*a* değeri 18 Mayıs 2010'da II. istasyonda, en düşük klorofil-*a* değeri ise 19 Mart 2010'da I., II., IV. ve V. istasyonlarda kaydedilmiştir Klorofil-*a* konsantrasyonları bakımından istasyonlar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık bulunamamıştır ( $P>0,05$ ). Klorofil-*a* ile su sıcaklığı ve bulanıklık arasında pozitif korelasyon bulunmuştur ( $r=0,512$ ;  $P<0,01$ ,  $r=0,426$ ;  $P<0,05$ ).

Örnekleme dönemi başlangıcı olan 13 Mayıs 2009 tarihinden 14 Eylül 2009 tarihine kadar olan dönemde yapılan örnekleme istasyonlarda klorofil-*a* miktarının 0,04 - 0,22 µg/l arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Klorofil-*a* miktarı 05 Ekim 2009 tarihinde I. istasyonda 1,23 µg/l'ye kadar çıkmıştır. 2009 yılının Eylül ortaları ile Aralık ayı ortaları arasındaki dönemde klorofil-*a* miktarı istasyonlarda 0,11 - 1,23 µg/l arasında değişim göstermiştir. 05 Mart 2010 tarihinde 0,11 - 0,40 µg/l arasında değişen klorofil-*a* değerleri Mayıs dönemine doğru artarak 18 Mayıs 2010 tarihinde tüm çalışma boyunca ölçülen en yüksek seviyesine ulaşmıştır (1,94 µg/l). Özellikle 2010 yılı Temmuz - Ekim arası dönemde istasyonlarda klorofil-*a* değerleri diğer dönemlere oranla daha yüksektir ve bu dönemde 0,54 - 1,69 µg/l arasında değişmiştir. İstasyonlarda kış aylarına doğru azalan klorofil-*a* konsantrasyonu 15 Şubat 2011'de buz tabakasının kırılmasıyla alınan su örneğinde 0,46 µg/l ölçülmüştür. 16 Mart 2011'de istasyonlarda 0,018 - 0,042 µg/l arasında değişen klorofil-*a* Mayıs ayı sonlarına doğru artarak 20 Mayıs 2011'de 0,076 - 1,10 µg/l'ye ulaşmıştır. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen klorofil-*a* miktarının mevsimsel değişimi Şekil 3.1.21.1'de verilmiştir



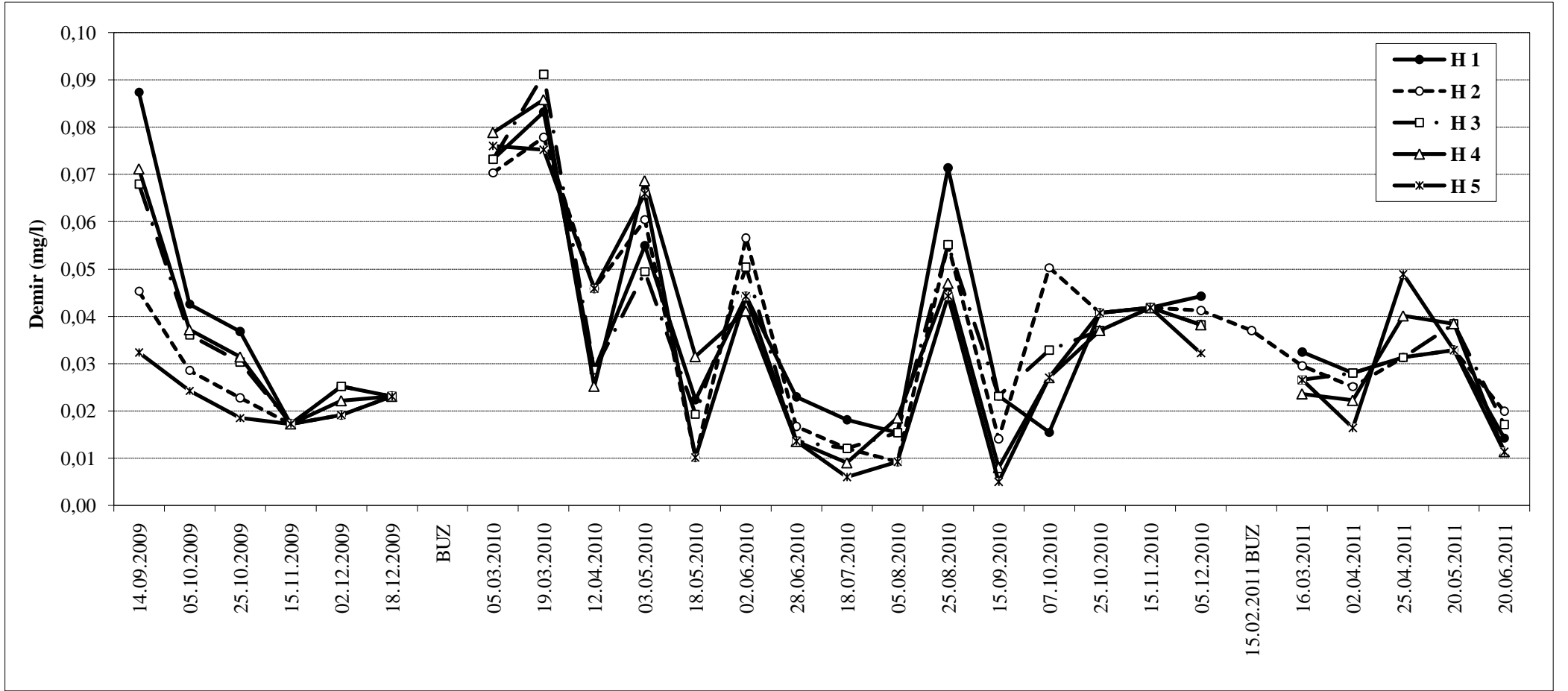


Şekil 3.1.21.1. Örnekleme istasyonlarında Klorofil-a'nın mevsimsel değişimi.

### 3.1.22. Toplam Demir

Göl suyunda yıllık ortalaması 0,035 mg/l olan demir'in konsantrasyonları 0,005-0,091 mg/l arasında değişim göstermiştir. Hafik gölü'nde demir değeri en yüksek 19 Mart 2010'da III. istasyonda, en düşük ise 15 Eylül 2010'da V. istasyonda kaydedilmiştir. Demir değerleri bakımından istasyonlar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunamamıştır ( $P>0,05$ ). Demir konsantrasyonu ile mangan ve toplam alkalinite arasında pozitif korelasyon bulunmuştur ( $r=0,528$ ,  $r=0,563$ ;  $P<0,01$ ).

14 Eylül 2009'da demir konsantrasyonu istasyonlarda 0,032 - 0,087 mg/l arasında değişim göstermiştir. Gölde kış dönemine doğru azalan demir miktarı 0,0173 mg/l' ye kadar inmiştir. Mart 2010'da 0,07-0,079 mg/l arasında değişen demir 18 Temmuz 2010 tarihinde istasyonlarda 0,006-0,018 mg/l arasında değişmiştir. 18 Temmuz 2010 ile 05 Aralık 2010 tarihi arasında demir değerleri istasyonlarda 0,005-0,071 mg/l arasında değişim göstermiştir. 15 Şubat 2011 tarihinde alınan su örneğinde 0,037 mg /l olduğu belirlenmiştir. 2011 bahar döneminde 0,024-0,033 mg/l arasında değişen demir 20 Haziran 2011 tarihinde 0,011 mg/l' ye kadar düşmüştür. Gölde demirin Eylül 2009, Mart 2010 ve Temmuz 2010 döneminde diğer örnekleme dönemlerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen demir konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi Şekil 3.1.22.1'de verilmiştir

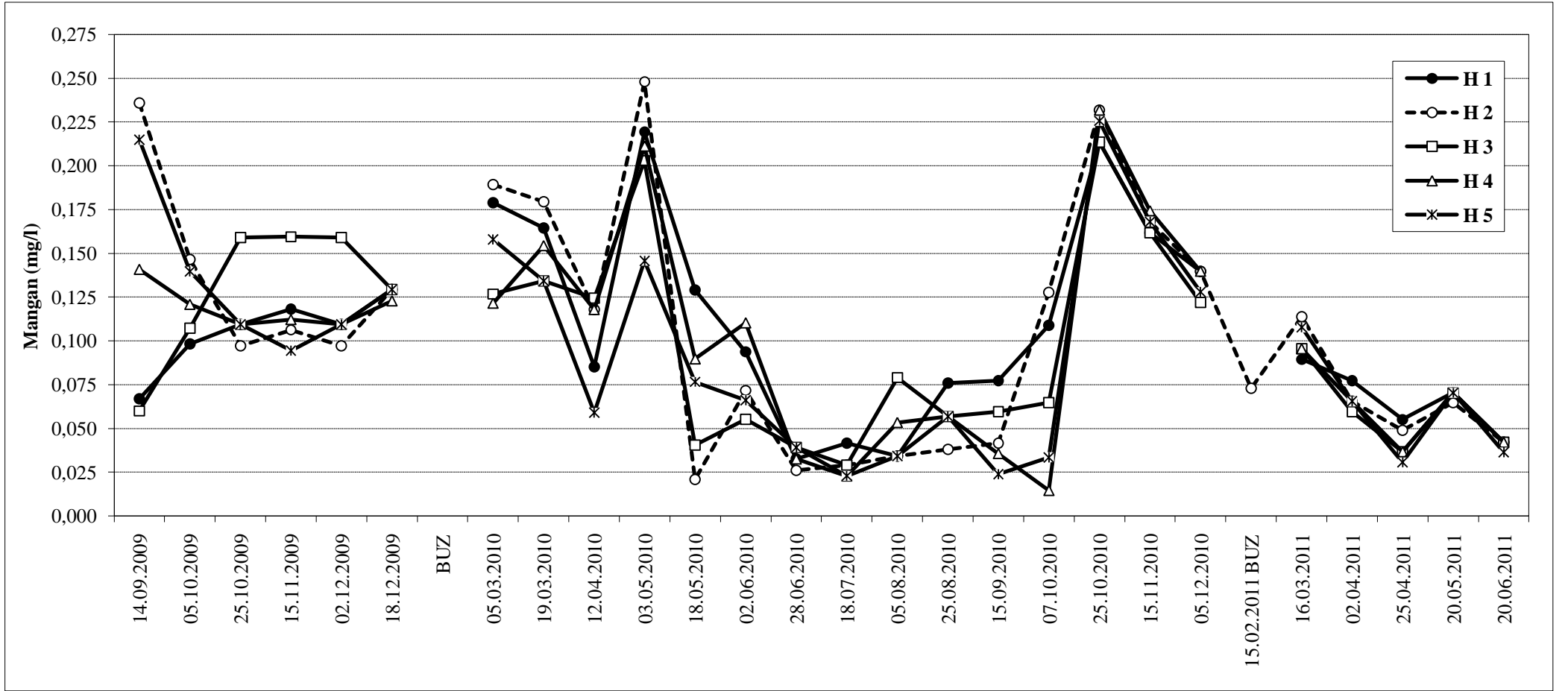


Şekil 3.1.22.1. Örnekleme istasyonlarında demir'in mevsimsel değişimi.

### 3.1.23. Mangan

Çalışma süresince gölde ölçülen mangan konsantrasyonu 0,015-0,248 mg/l arasında değişim göstermiştir. Yıllık ortalama değeri 0,1 mg/l olan manganın ölçülen en yüksek değeri 03 Mayıs 2010'da II. istasyonda, en düşük ise 07 Ekim 2010'da IV. istasyonda kaydedilmiştir. Mangan değerleri bakımından istasyonlar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunamamıştır ( $P>0,05$ ). Mangan ile toplam alkalinite, demir, amonyum arasında pozitif, su sıcaklığı ile negatif korelasyon bulunmuştur ( $r=0,514$ ,  $r=0,563$ ,  $r=0,506$ ,  $r=-0,612$ ;  $P<0,01$ ).

14 Eylül 2009 - 18 Aralık 2009 tarihleri arasında istasyonlarda mangan miktarı 0,060-0,236 mg/l arasında değişim göstermiştir. 05 Mart 2010 tarihinde 0,122-0,189 mg/l arasında değişen mangan 03 Mayıs 2010'da istasyonlarda 0,248 mg/l ye kadar yükselmiştir. Bu tarihten itibaren azalmaya başlayan mangan konsantrasyonu 18 Temmuz 2010 tarihinde 0,023 mg/l ye düşmüştür. 03 Mayıs 2010- 07 Ekim 2010 döneminde istasyonlardaki mangan değerlerinin 0,015-0,129 mg/l arasında değiştiği belirlenmiştir. Sonbahar dönemine doğru sudaki mangan konsantrasyonunda artış meydana gelmiş ve 25 Eylül 2010 tarihinde 0,232 mg/l'ye ulaşmıştır. Bu dönemden sonra kış aylarına doğru azalan mangan 2011 Bahar döneminde de azalmaya devam ederek 0,031 mg/l ye düşmüştür. Göl suyunda mangan miktarının 2009 ve 2010 yılı sonbahar dönemi ile 2010 bahar döneminde diğer dönemlere oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen mangan konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi Şekil 3.1.23.1'de verilmiştir

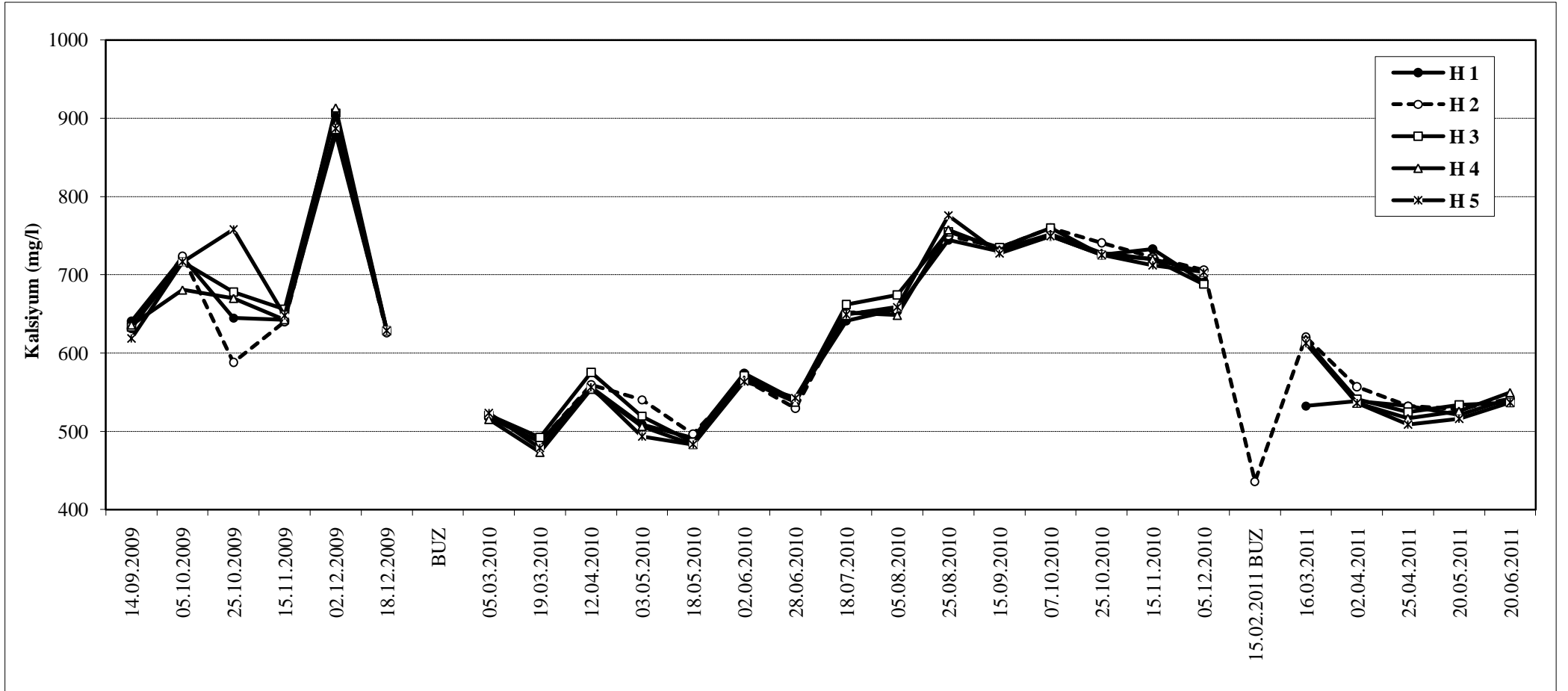


Şekil 3.1.23.1. Örneklem istasyonlarında mangan'ın mevsimsel değişimi.

### 3.1.24. Kalsiyum

Yıllık ortalama değeri 625 mg/l olan kalsiyum Çalışma süresince gölde 435,7-913,3 mg/l arasında değişim göstermiştir. En yüksek değer 02 Aralık 2009'da IV. istasyonda, en düşük değer ise 15 Şubat 2011'de II. istasyonda kaydedilmiştir. Kalsiyum değerleri açısından istasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ( $P>0,05$ ). Kalsiyum ile toplam sertlik, elektriksel iletkenlik, sülfat ve klorür arasında pozitif, nitrat azotu arasında negatif korelasyon belirlenmiştir ( $r=0,831$ ,  $r=0,810$ ,  $r=0,786$ ,  $r=0,761$ ,  $r=-666$ ;  $P<0,01$ ).

Çalışmanın başlangıcında kalsiyum konsantrasyonu istasyonlarda 618,67-640,67 mg/l arasında değişim göstermiştir. Kış dönemine doğru artan kalsiyum miktarı 02 Aralık 2009 tarihinde en yüksek seviyesine ulaşmıştır. 2010 Mart ayı örneklemede sudaki kalsiyum konsantrasyonunun 515-520 mg/l arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu tarihten sonra yaz dönemine doğru artış göstermiş 25 Ağustos 2010'da yılın ölçülmüş en yüksek değer olan 775,87 mg/l'ye ulaşmıştır. 25 ağustos 2010 ile 05 Aralık 2010 tarihi arasında çok fazla değişim göstermeyen kalsiyum değerleri bu dönemde 690,48-775,87 mg/l arasında değişim göstermiştir. 15 Şubat 2011 tarihinde buz tabakasının kırılması ile yapılan örneklemede 435,7 mg/l olduğu belirlenmiştir. 2011 Mart -2011 Haziran dönemi örneklemede kalsiyum miktarı 515,83-620,54 mg/l arasında değişmiştir. Çalışma süresince istasyonlarda ölçülen kalsiyum miktarının mevsimsel değişimi Şekil 3.1.24.1'de verilmiştir



Şekil 3.1.24.1. Örnekleme istasyonlarında kalsiyum'un mevsimsel değişimi.

### 3.1.25. Trofik Durum İndeksi (TDİ)

Hafik gölü'nde TDİ (TP) 30,4-86,4 arasında, TDİ (CHL) değerleri ise 37,12-0,18 değerleri arasında değişim göstermiştir.

En yüksek TDİ (TP) değeri 02 Nisan 2011'de V. istasyonda 86,42, en düşük TDİ (TP) değeri ise 18 Temmuz 2010'da II. ve IV. istasyonlarda 30,4 olarak kaydedilmiştir.

En yüksek TDİ (CHL) değeri 18 Mayıs 2010'd II. istasyonda 37,12 olarak en düşük TDİ (CHL) değeri ise 28 Temmuz 2019'da III. ve V. istasyonlarda ve 15 Temmuz 2009 V. istasyonda 0,18 olarak kaydedilmiştir. Gölde TDİ (CHL) değeri ortalaması 19,12, TDİ (TP) ortalamasının ise 53,26'dır. Carlson ve Simpson, (1996), trofik durum indeksi (TDİ) ile Hafik gölü TDİ (CHL) değeri ve TDİ (TP) değeri ortalaması Çizelge 3.1.25.1'de verilmiştir.

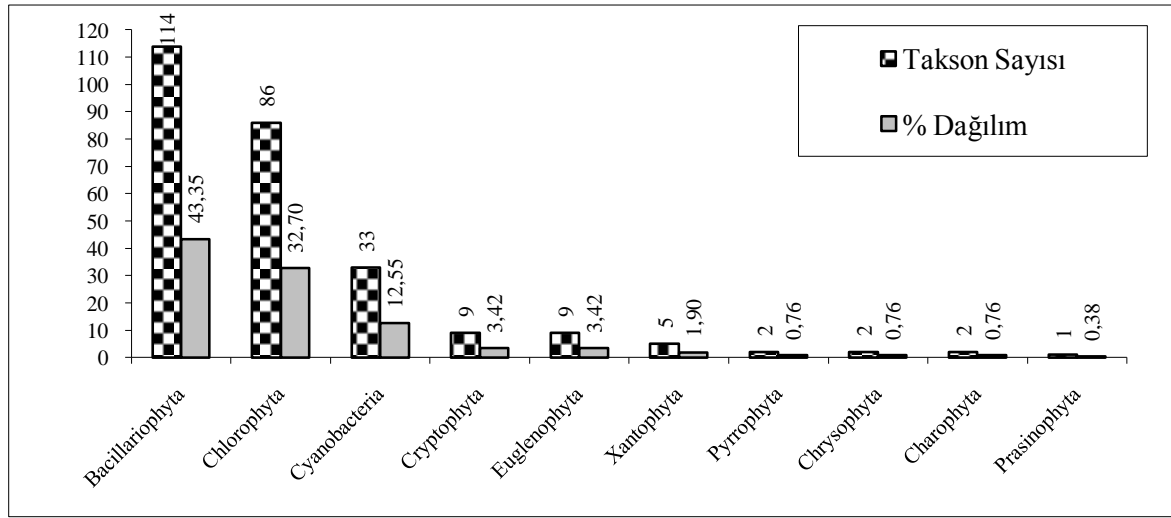
**Çizelge 3.1.25.1.** Hafik gölü TDİ (CHL) ve TDİ (TP) değeri ortalamalarının Carlson ve Simpson (1996), Trofik durum indeksi (TDİ) ile değerlendirilme çizelgesi

TDİ	Klorofil- <i>a</i> (µg/l)	T. Fosfor (µg/l)	Niteliği	Hafik Gölü TDİ Ortalamaları	
				TDİ (CHL)	TDİ (TP)
<30	< 0,95	<6	<b>Oligotrofi</b>	<b>19,12 µg/l</b>	-
30-40	0,95-2,6	6-12	-----	-	-
40-50	2,6-7,3	12-24	<b>Mezotrofi</b>	-	-
50-60	7,3-20	24-48	<b>Ötrofi</b>	-	<b>53,26 µg/l</b>
60-70	20-56	48-96	-----	-	-
70-80	56-155	96-192	<b>Hiperötrofi</b>	-	-
>80	>155	192-384	-----	-	-



### 3.2. Alg Kompozisyonu

Hafik gölü alg florası 10 gruba ait toplam 264 taksondan oluşmuştur. Belirlenen 264 taksonun 114'ü Bacillariophyta, 87'si Chlorophyta, 33'ü Cyanobacteria, 9'u Cryptophyta, 9'u Euglenophyta, 5'i Xantophyta, 2'si Pyrrophyta, 2'si Chrysophyta, 2'si Charophyta ve 1'i Prasinophyta divizyonlarına aittir. Alg florasını oluşturan gruplara ait tür sayıları ve grupların yüzde dağılımları Şekil 3.2.1'de ve belirlenen taksonların listesi ise Çizelge 3.2.1'de verilmiştir. Listede yer alan gruplar içerdikleri takson sayılarına göre sıralanmıştır.



Şekil 3.2.1. Alg florasını oluşturan gruplara ait takson sayıları ve yüzde dağılımları

#### 3.2.1. Fitoplankton Kompozisyonu

Çizelge 3.2.1.1. Alg taksonlarının listesi

<b>BACILLARIOPHYTA</b>
<b>Centrales</b>
<i>Aulacoseira</i> sp.
<i>Cyclotella antiqua</i> W.Smith
<i>C. comensis</i> Grunow
<i>C. meneghiniana</i> Kützing
<i>C. ocellata</i> Pantocsek
<i>C. stelligera</i> Cleve&Grunow
<b>Pennales</b>
<i>Achnanthes flexella</i> (Kützing) Brun
<i>A. minutissima</i> Kützing
<i>Amphora coffeaformis</i> (C.Agardh) Kützing
<i>A. commutata</i> Grunow

<i>A. holsatica</i> Hustedt
<i>A. normanii</i> rabenhorst
<i>A. ovalis</i> (Kützing) Kützing
<i>A. subcapitata</i> (Kisselew) Hustedt
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> E.Pfitzer
<i>A. brachysira</i> (Brébisson ex Rabenhorst) Cleve
<i>Caloneis clevei</i> (N.Lagerstedt) Cleve
<i>C. silicula</i> (Ehrenberg) Cleve
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith
<i>Cymbella aequalis</i> W.Smith
<i>C. amphicephala</i> Näegeli
<i>C. caespitosa</i> (Kützing) Schutt
<i>C. cistula</i> (Hemprich & Ehrenberg) O. Kirchner
<i>C. cymbiformis</i> C. Agardh
<i>C. ehrenbergii</i> Kützing
<i>C. delicatula</i> Kützing
<i>C. mimuta</i> Hisle
<i>C. naviculiformis</i> Auerswald ex Heiberg
<i>C. obscura</i> Krasske
<i>C. perpusilla</i> A.Cleve
<i>C. silesiaca</i> Bleisch
<i>C. turgidula</i> Grunow
<i>C. tumidula</i> Grunow
<i>Cymbella</i> sp.
<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow
<i>Denticula</i> sp
<i>Diatoma tenue</i> C.Agardh
<i>D. vulgare</i> Bory
<i>D. moniliformis</i> Kützing
<i>Diatoma</i> sp.
<i>Entomoneis paludosa</i> (W.Smith) Reimer
<i>Epithemia argus</i> (Ehrenberg) Kützing
<i>E. adnata</i> (Kützing) Brébisson
<i>E. argus</i> var. <i>alpestris</i> (W.Smith) Grunow
<i>Eunotia arcus</i> Ehrenberg
<i>Eunotia</i> sp.
<i>Fragilaria biceps</i> Ehrenberg
<i>F. capucina</i> Desmazières
<i>F. constricta</i> Ehrenberg
<i>F. construens</i> (Ehrenberg) Grunow
<i>F. nanana</i> Lange- Bertalot

<i>F. tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot
<i>F. ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot
<i>Fragilaria</i> sp.
<i>Gomphonema angustum</i> C.Agardh
<i>G. augur</i> Ehrenberg
<i>G. bohemicum</i> Reichelt & Fricke
<i>G. minutum</i> (C.Agardh) C.Agardh
<i>G. gracile</i> Ehrenberg
<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing
<i>G. truncatum</i> Ehrenberg
<i>Gomphonema</i> sp.
<i>Gyrosigma angulatum</i> (Quekett) Griffith & Henfrey
<i>Gyrosigma</i> sp.
<i>Hantzschia amphioxus</i> (Ehrenberg) Grunow
<i>Mastogloia smithii</i> Thwaites
<i>M. smithii</i> var. <i>smithii</i> Thwaites ex W.Smith
<i>Navicula bacillum</i> Ehrenberg
<i>N. citriformis</i> Lupikina
<i>N. cuspidata</i> (Kützing) Kützing
<i>N. digitulus</i> Hustedt
<i>N. halophila</i> (Grunow) Cleve
<i>N. hustedtii</i> Krasske
<i>N. oblonga</i> (Kützing) Kützing
<i>N. occulta</i> Krasske
<i>N. laevissima</i> Kützing
<i>N. pseudosilicula</i> Hustedt
<i>N. pseudotuscula</i> Hustedt
<i>N. pseudoventralis</i> Hustedt
<i>N. pupula</i> Kützing
<i>N. pusilla</i> W. Smith
<i>N. radiosa</i> Kützing
<i>N. rhyncocephala</i> Kützing
<i>N. striolata</i> (Grunow) Lange-Bertalot
<i>N. veneta</i> Kützing
<i>Navicula</i> sp.
<i>Neidium hercynicum</i> Mayer
<i>N. productum</i> (W. Smith) Cleve
<i>Neidium</i> sp.
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Smith
<i>N. alpina</i> Hustedt
<i>N. angustata</i> (W. Smith) Grunow
<i>N. bacillum</i> Hustedt

<i>N. capitellata</i> Hustedt
<i>N. constricta</i> (Gregory) Grunow
<i>N. filiformis</i> (W. Smith) Hustedt
<i>N. gracilis</i> Hantzsch
<i>N. graciliformis</i> Lange-Bertalot & Simonsen
<i>N. lacuum</i> Lange-Bertalot
<i>N. macilenta</i> W. Gregory
<i>N. normanii</i> Grunow ex Van Heurck
<i>N. palea</i> (Kützing) W. Smith
<i>N. sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith
<i>N. vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch
<i>Nitzschia</i> sp.
<i>Pinnularia maior</i> (Kützing) Cleve
<i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg
<i>Pinnularia</i> sp.
<i>Rhabdonema</i> sp.
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller
<i>R. parallela</i> (Grunow) O. Müller
<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg
<b>CHLOROPHYTA</b>
<b>Chaetophorales</b>
<i>Elakatothrix viridis</i> (J. Snow) Printz
<b>Chlorococcales</b>
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs
<i>A. fractus</i> (West & G.S.West) Collins
<i>A. spiralis</i> (W.B. Turner) Lemmermann
<i>Botryococcus braunii</i> Kützing
<i>Closteriopsis acicularis</i> (Chodat) J.H.Belcher & Swale
<i>Coelastrum microporum</i> Näegeli
<i>Coenococcus polycooccus</i> (Korshikov) Hindák
<i>Coenocystis planctonica</i> Korshikov
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren
<i>C. tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze
<i>Echinosphaerella</i> sp.
<i>Franceia droescheri</i> (Lemmermann) G.S. Smith
<i>Gloeocystis ampla</i> (Kützing) Rabenhorst
<i>G. gigas</i> (Kützing) Lagerheim
<i>G. vesiculosa</i> Näegeli
<i>G. longispina</i> Korshikov
<i>G. paucispina</i> West & G.S.West

<i>G. radiata</i> Chodat
<i>Kirchneriella contorta</i> (Schmidle) Bohlin
<i>K. irregularis</i> Schmidle
<i>K. obesa</i> (G.S.West) West & G.S.West
<i>K. lunaris</i> (Kirchner) K.Möbius
<i>K. subsolitaria</i> G.S.West
<i>Monoraphidium circinale</i> (Nygaard) Nygaard
<i>M. contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová
<i>M. griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová
<i>Oocystis apiculata</i> West
<i>O. asymmetrica</i> West & G.S.West
<i>O. borgei</i> j. Snow
<i>O. elliptica</i> West
<i>O. marssonii</i> Lemmermann
<i>O. natans</i> (Lemmermann) Lemmermann
<i>O. parva</i> West & G.S.West
<i>O. planctonica</i> Chodat
<i>O. pusilla</i> Hansgirg
<i>O. solitaria</i> Wittrock
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini
<i>Radiococcus planctonicus</i> Lund
<i>Scenedesmus acutiformis</i> Schröder
<i>S. arcuatus</i> Lemmermann
<i>S. bijuga</i> (Turpin) Lagerheim
<i>S. bijuga</i> var. <i>alternans</i> (Reinsch) Hansgirg
<i>S. dimorphus</i> (Turpin) Kützing
<i>S. ellipticus</i> Corda
<i>S. obliquus</i> (Turpin) Kützing
<i>S. quadricauda</i> (Turpin) Brébisson
<i>Selenastrum gracile</i> Reinsch
<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Korshikov) Bourrelly
<i>S. schoeteri</i> (Chodat) Lemmermann
<i>Tetraedron minus</i> (A.Braun) Hansgirg
<i>T. muticum</i> (A.Braun) Hansgirg
<i>T. regulare</i> Kützing
<i>Tetraselmis cordiformis</i> (N.Carter) Stein
<b>Pedinomonadales</b>
<i>Pedinomonomonas minutissima</i> Skuja
<b>Volvocales</b>
<i>Carteria coccifera</i>
<i>C. crucifera</i> Korshikov ex Pascher
<i>C. pseudoglobulosa</i> Ettl

<i>C. wisconsinensis</i> Huber- Pestalozzi
<i>Carteria</i> sp.
<i>Cerasterias staurastroides</i> West & G.S.West
<i>Chlamydomonas globosa</i>
<i>C. gloeophila</i> Skuja
<i>C. gloeopara</i> Rodhe & Skuja
<i>C. passiva</i> Skuja
<i>Chlamydomonas</i> sp.
<i>Chloronephris pigra</i> Pascher & Jahoda
<i>Dangeardinella saltatrix</i> Pascher
<i>Pandorina morum</i> (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent
<i>Polytoma</i> sp.
<i>Provasoliella ovata</i> (Jacobsen) A.R. Loeblich
<i>Pyramichlamys semiglobosa</i> (Pascher) H.Ettl & O.Ettl
<b>Desmidiiales</b>
<i>Closterium aciculare</i> T. West
<i>C. acutum</i> Brébisson
<i>C. diana</i> Ehrenberg & Ralfs
<i>Closterium</i> sp.
<i>Cosmarium blyttii</i> Wille
<i>C. humile</i> Nordstedt ex De Toni
<i>C. granatum</i> Brébisson ex Ralfs
<i>C. subundulatum</i> Wille
<i>Euastrum binale</i> var. <i>gutwinski</i> (Schmidle) Homfeld
<i>E. denticulatum</i> F. Gay
<i>Staurastrum cingulum</i> (West & G.S.West) G.M. Smith
<i>S. pingue</i> Teiling
<i>S. punctulatum</i> Brébisson
<i>Staurastrum</i> sp.
<b>Zygnematales</b>
<i>Spirogyra weberi</i> Kützing
<b>CYANOBACTERIA (CYANOPHYTA)</b>
<b>Chroococcales</b>
<i>Aphanocapsa elachista</i> West & G.S.West
<i>Aphanothece clathrata</i> (W.West & G.S.West) Komárek, Kastovsky & Jezberová
<i>A. microspora</i> (Meneghini) Rabenhorst
<i>Aphanothece</i> sp.
<i>Chroococcus dispersus</i> (Keissler) Lemmermann
<i>C. limneticus</i> Lemmermann
<i>C. minimus</i> (Keissler) Lemmermann
<i>C. microscopicus</i> J.Komárková-Legnerová & G.Cronberg

<i>C. minor</i> (Kützing) Nägeli
<i>C. pallidus</i> Nägeli
<i>C. turgidus</i> (Kützing) Nägeli
<i>Cyanarcus hamiformis</i> Pascher
<i>Cyanosarcina thalassia</i> K.Anagnostidis & A.Pantazidou
<i>Cyanothece aeruginosa</i> (Nägeli) Komárek
<i>Dactylococcopsis acicularis</i> Lemmermann
<i>D. fascicularis</i> Lemmermann
<i>Gloeocapsa punctata</i> Nägeli
<i>Gloeocapsa</i> sp.
<i>Gloeothece rupestris</i> (Lyngbye) Bornet
<i>Merismopedia elegans</i> A.Braun ex Kützing
<i>M. glauca</i> (Ehrenberg) Kützing
<i>M. tenuissima</i> Lemmermann
<i>Rhabdogloea linearis</i> (L.Geitler) J.Komárek
<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák
<i>Spirulina caldaria</i> Tilden
<i>Synechococcus</i> sp.
<b>Oscillatoriales</b>
<i>Oscillatoria</i> sp.
<i>Phormidium nigra</i> (Vaucher ex Gomont) Anagnostidis & Komárek
<i>P. breve</i> (Kützing ex Gomont) Anagnostidis & Komárek
<i>Phormidium</i> sp.
<b>Pseudoanabaenales</b>
<i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann) Komárek
<i>Schizothrix muelleri</i> (Nägeli ex Gomont) Anagnostidis
<b>CRYPTOPHYTA</b>
<b>Pyrenomonadales</b>
<i>Chroomonas acuta</i> Utermöhl
<i>C. nordstedtii</i> (Hansgirg)Senn
<b>Cryptomonadales</b>
<i>Cryptomonas anomala</i> F.E.Fritsch
<i>C. erosa</i> Ehrenberg
<i>C. ovata</i> Ehrenberg
<i>C. platyuris</i> Skuja
<i>C. marssonii</i> Skuja
<i>Cryptomonas</i> sp.
<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (Skuja) G.Novarino, I.A.N.Lucas & S.Morrall
<b>EUGLENOPHYTA</b>

<b>Euglenales</b>
<i>Euglena viridis</i> (O.F.Müller) Ehrenberg
<i>Euglena</i> sp.
<i>Phacus oscillans</i> G.A.Klebs
<i>Trachelomonas curta</i> A.M.Cunha
<i>T. cylindrica</i> Ehrenberg
<i>T. lacustris</i> Drezepolski
<i>T. varians</i> Skvortzov
<i>T. volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg
<i>Trachelomonas</i> sp.
<b>XANTHOPHYTA</b>
<b>Mischococcales</b>
<i>Centritractus belenophorus</i> Lemmermann
<i>Ophiocytium capitatum</i> Wolle
<i>O. majus</i> Näegeli
<i>O. arbusculum</i> (A.Braun) Rabenhorst
<b>Vaucheriales</b>
<i>Vaucheria</i> sp.
<b>PYRROPHYTA</b>
<b>Peridinales</b>
<i>Peridinium</i> sp
<b>Gymnodinales</b>
<i>Gymnodium</i> sp.
<b>CHRYSOPHYTA</b>
<b>Synurales</b>
<i>Mallomonas caudata</i> Iwanoff [Ivanov]
<i>Mallomonas</i> spp.
<b>CHAROPHYTA</b>
<b>Charales</b>
<i>Chara canescens</i> J.L.A.Loiseleur-Deslongschamps
<i>C. vulgaris</i> Linnaeus
<b>PRASINOPHYTA</b>
<b>Pedinomonadales</b>
<i>Pedinomonas minutissima</i> Skuja



### 3.2.2. Fitoplankton Gruplarının Mevsimsel Değişimi ve Yoğunluğu

Hafik gölü fitoplankton örnekleme 11.10.2008 ile 20.06.2011 tarihleri arasında yapılmıştır. Gölün buz ile kaplı olduğu kış dönemlerinde sadece merkez istasyon olan II. istasyondan örnek alınmıştır. I, III, IV ve V. istasyonlardan örnek alınmamıştır. Örnekleme çalışması sırasında ilk buzlu dönem olan; 04.12.2008 ile 11.03.2009 arasında sadece II. nolu istasyondan örnek alınmıştır. İkinci buzlu dönem olan 18.12.2009 ile 05.03.2010 arası tarihlerde kış şartlarının çok hafif seyretmesi ve dolayısı ile göl buz tabakasının üzerine çıkılamayacak kadar ince olmasından dolayı örnekleme yapılamamıştır.

#### 3.2.2.1. Bacillariophyta

Çalışma dönemi boyunca alınan fitoplankton örneklerinin yapılan teşhis ve sayımları sonucu elde edilen nitel ve nicel veriler her istasyon için ayrı ayrı sunulmuştur. Fitoplanktonik gruplarda sayısal olarak sunulan verilerde grubun ml'deki organizma sayısı ile toplam organizma içerisinde oluşturduğu yüzdelik kısımlar verilmiştir.

Çalışma süresi içerisinde I. İstasyonda birim hacimdeki (org/ml) Bacillariophytaya ait organizma sayısı 9-1316 org/ml arasında değişmiştir. I. İstasyonda Bacillariophytanın ml deki birey sayısı özellikle 8. ve 9. aylarda artış göstermesine rağmen (1023 org/ml, toplam organizma içerisinde % 34,8; 1316 org/ml toplam organizma içinde %23) toplam organizma içerisinde yüzdesi düşüktür. Ancak, bahar aylarında (Mart-Nisan) ml'deki organizma sayısı 585 - 1061'dir toplam organizma içerisinde temsil yüzdesi fazladır. 07.04.2009'da 869 organizma ile toplam organizmanın %67,3'ünü oluşturmuştur. Grup içerisinde *Fragilaria construens* 292 org/ml ile grubun yaklaşık % 50 sini oluşturmaktadır. Bacillariophyta grubu üyelerinin, 28.04.2009 tarihinde 1788 organizma ile toplam organizmanın % 59,3'ünü, 05.03.2010'da 752 organizma ile % 42 ve 02.04.2011'de 814 organizma ile % 46,2 sini oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu tarihlerde *Fragilaria construens*, *F. capucina*, *Diatoma tenuis*, *Achnanthes minutissima*, *Cymbella tumidula* ve *Navicula radiosa* grup içerisinde önemli olan türlerdir. Yaz başlarında (Haziran) organizma sayısında önemli azalma meydana gelmiştir. 30.06.2009 tarihinde 9 org/ml ile % 1,1, 02.06.2010 tarihlerinde 21 organizma ile % 0.6'lık bir oranla temsil edilmiştir. Bacillariophytanın organizma yoğunluğunun çok düşük olduğu bu tarihlerde *Achnanthes minutissima* grup içerisinde en fazla rastlanan tür olmuştur. *Navicula cryptocephala*, *Caloneis silicula* ve *Nitzschia*

*palea*'ya istasyonda örnekleme dönemlerinde sıklıkla rastlanılmasına rağmen sayısal anlamda yoğunluğu ve toplam organizmaya katkısı kayda değer olmamıştır. I. istasyonda Centrales ordosu üyelerinin yoğunluğunun oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. *Cyclotella meneghiniana*, *C. ocellata*, *C. antiqua*, *C. stelligera* ve *Aulacoseira* sp. istasyonda belirlenmiş olan türler olmuşlardır. Bu türlerden *Aulacoseira* sp.'ye sadece 05.03.2010 tarihinde rastlanılırken türün toplam organizma içerisinde % 6, grup içerisinde ise % 13' lük bir yoğunluğa sahip olduğu belirlenmiştir. İstasyonda rastlanılan diğer sentrik diyatome türleri olan *Cyclotella meneghiniana*, *C. ocellata* ve *C. stelligera*' nin toplam organizma içerisinde en yüksek yoğunluğa sahip oldukları tarihler ve toplam organizma içindeki durumları sırası ile 05.03.2010, % 3 (21 org/ml); 03.05.2010, % 5 (42 org/ml) ve 13.05.2009, % 1 (8 org/ml)'dir.

II. İstasyonda birim hacimdeki (org/ml) Bacillariophytaya ait organizma sayısı 13-543 org/ml arasında değişim göstermiştir. Bu istasyonda Bacillariophyta'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 07.10.2010'dur ve toplam organizmanın % 7 sini oluşturmuştur. Grup içerisinde ise *Fragilaria construens* % 26, *Cymbella minuta* % 15 ve *C. perpusilla* % 15'lik temsil oranı ile önemli olan türler olarak göze çarpmışlardır. Bacillariophyta'nın birey sayısının 20.01.2009'da en düşük sayıda olduğu belirlenmiştir. Bu tarihte organizma sayısı 13 org/ml ve toplam organizmanın % 2,9'unu oluşturmaktadır. Grup içerisinde *Cymbella perpusilla*, *C. silesiaca* ve *Fragilaria tenera* önemli olan türlerdir. İstasyonda *Amphora ovalis*, *Anomoneis brachysira*, *Cocconeis plecentula*, *Ephitemia* sp., *Nitzschia sigmaidea*, *Cyamatopleura solea* ve *Gyrosigma* sp., türlerine rastlanılmakla birlikte bu türlerin toplam organizmaya katkıları önemli olmamıştır. II. istasyonda sentrik diyatomelerden *Cyclotella meneghiniana* ve *C. ocellata* türleri olmak üzere iki tür tespit edilmiştir. Bu türlere örnekleme dönemlerinde nadir olarak rastlanılırken buldukları dönemlerde yoğunluklarının çok düşük oldukları belirlenmiştir. Bu türlerin istasyonda en yüksek yoğunluğa sahip oldukları tarihler ve organizma içerisinde işgal ettikleri yüzdeler; *Cyclotella meneghiniana* 16.06.2009, % 1 (8 org/ml) ve *C. ocellata* 05.08.2010 % 5 (84 org/ml)'dir.

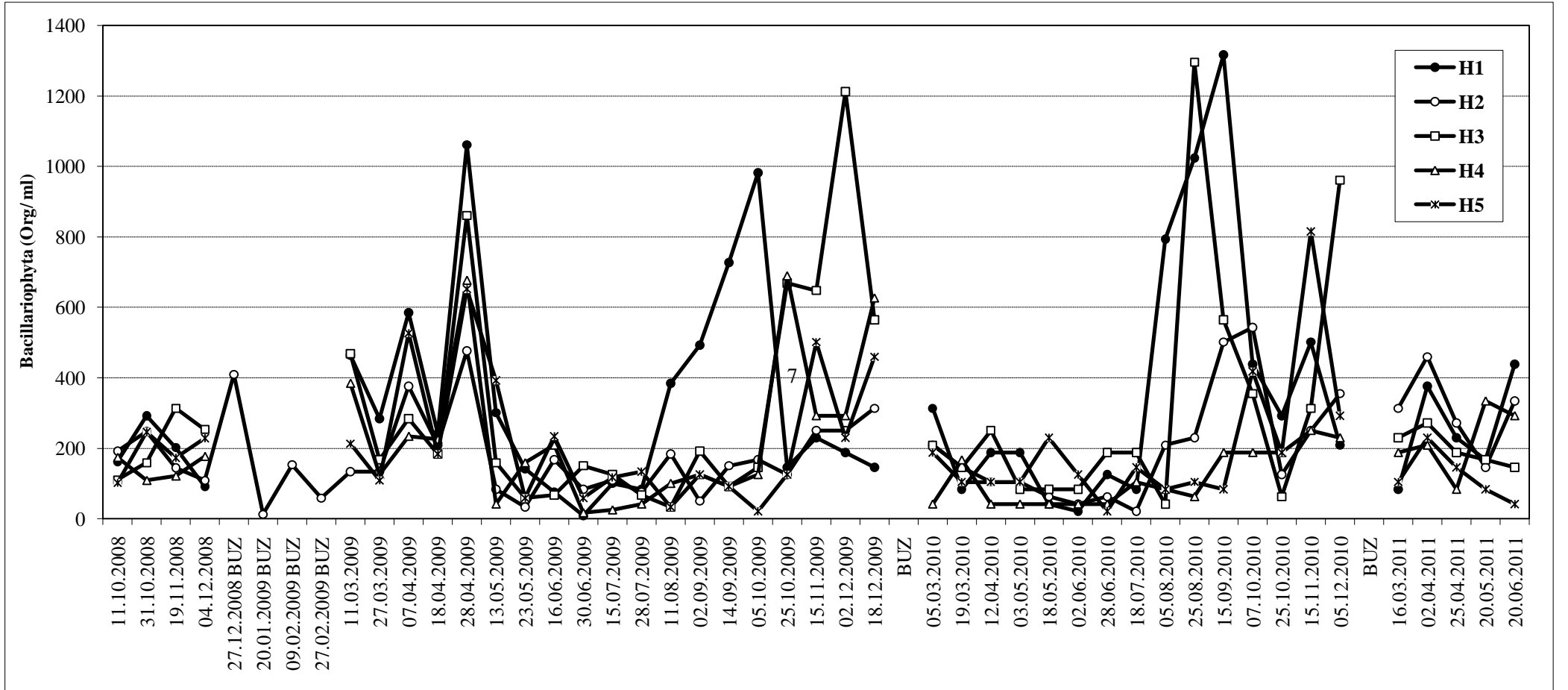
III. İstasyonda Bacillariophytaya ait organizma sayısı 33-1295 org/ml arasında değişim göstermiştir. Bacillariophyta'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 25.08.2010'dur ve 1295 org/ml ile toplam organizmanın % 50,4 ünü oluşturmuştur. Grup içerisinde *Cymbella perpusilla* 1044 org/ml ile önemli yer tutmuştur. *Fragilaria capucina* ve *Gomphonema angustum* grup içerisinde baskın olan diğer türler olmuştur. Bacillariophyta'nın birey sayısının en düşük olduğu tarih 11.08.2009'dur. Bu tarihte

bacillariophytanın ml'de 33 org/ml olduğu belirlenmiştir ve toplam organizma içerisinde % 4,7'lik bir kısmı oluşturmuştur. Grup içerisinde *Gomphonema angustum*, *Fragilaria tenera* ve *Cymbella perpusilla* daha fazla gözlenen türlerdir. İstasyonda 2009 yılının 10, 11 ve 12. aylarında organizma sayısının yüksek olduğu belirlenmiştir. 28.04.2009'da önemli bir artış olduğu belirlenmiştir. Bu tarihte ml'de 861 organizma sayılmıştır ve toplam organizmanın %78,6' sını oluşturmuştur. *Fragilaria capucina* 392 organizma (% 45) ile grup içerisinde önemli olmuştur. *Cymbella perpusilla*, *Diatoma tenuis*, *Fragilaria nanana* ve *Cymbella tumidula* grup içerisinde diğer önemli olan türler olmuşturlardır. III. İstasyonda *Aulacoseira* sp., *Cyclotella meneghiniana*, *C.ocellata*, *C. antiqua* ve *Cyclotella stelligera* türlerinin bulunduğu belirlenmiştir. İstasyonda bu sentrik diyatom türlerinin yoğunluğu hiçbir zaman önemli sayılara ulaşmamıştır. Sadece *Aulacoseira* sp. türü tek bir tarihte grup içerisinde önemli olurken bu tarihte (15.11.2010) 62 org/ml ile grup içerisinde % 13'lük toplam organizmanın ise % 4'lük kısmını oluşturmuştur.

IV. İstasyonda Bacillariophyta'ya ait organizma sayısı 17-690 org/ml arasında değişim göstermiştir. Bacillariophyta'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 25.10.2009'dur ve 690 org/ml toplam organizmanın % 15,1'ini oluşturmuştur. Grup içerisinde *Achnanthes minutissima* 397 org/ml ve % 59,4'lük temsil ile önemli yer tutmuştur. *Cymbella perpusilla* ve *Nitzschia acicularis* grup içerisinde öne çıkan diğer türlerdir. Bacillariophyta'nın birey sayısının en düşük olduğu tarih 30.06.2009'dur, bu tarihte ml'de 17 org/ml olduğu belirlenmiştir ve toplam organizma içerisinde % 1,1'lik bir kısmı oluşturmuştur. Grup içerisinde *Cymbella perpusilla*, *Navicula radiosa*, *Pinnularia viridis* ve *Cymbella tumidula* önemli türler olarak öne çıkmışlardır. İstasyonda 28.04.2009 tarihinde ml'deki organizma sayısı 677 olmuştur ve toplam organizmanın % 65,3'ünü oluşturmuştur. IV. İstasyonda sentrik diyatomlardan sadece *Cyclotella meneghiniana* ve *C.ocellata* türlerine rastlanılmıştır. Bu türlere iki örnekleme dönemi boyunca iki tarihte rastlanılmıştır. *C.ocellata* bu tarihlerde sayısal olarak önemli olmazken *C. meneghiniana* belirlendiği tarihlerde (05.12.2010 ve 02.04.2011) 21 org/ml toplam organizmanın sırası ile % 3 ve % 5'lik kısmını oluşturmuştur.

V. İstasyonda Bacillariophyta'ya ait organizma sayısı 21-815 org/ml arasında değişim göstermiştir. Bacillariophyta'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 15.11.2010'dur ve 815 org/ml toplam organizmanın % 44,8'ini oluşturmuştur. Grup içerisinde *Cymbella perpusilla* 731 organizma ve %89,7'lük temsil ile önemli yer tutmuştur. *Cymbella cymbiformis*, *Fragilaria tenera* ve *Navicula veneta* grup içerisinde

önemli olan diğer türlerdir. Bacillariophyta'nın birey sayısının en düşük olduğu tarih 05.10.2009 ve 28.06.2010'da ml'de 21 org/ml olduğu belirlenirken toplam organizma içerisinde % 0,8 ile % 1,6'lık bir kısmı oluşturmuştur. Grup içerisinde *Cymbella perpusilla* önemli olan türdür. V. İstasyonda *Cyclotella meneghiniana* ve *C.ocellata* türlerine rastlanılmak ile beraber bu türlerin yoğunluğunun toplam organizmaya katkısı önemli olmamıştır. Hafik Gölünde Bacillariophyta grubunun araştırma süresi içinde mevsimsel değişimi Şekil 3.2.2.1.1'deki grafikte verilmiştir.



Şekil 3.2.2.1.1. Örnekleme istasyonlarında Bacillariophyta bölümüne ait organizmaların mevsimsel değişimi.

### 3.2.2.2. Cyanobacteria (Cyanophyta)

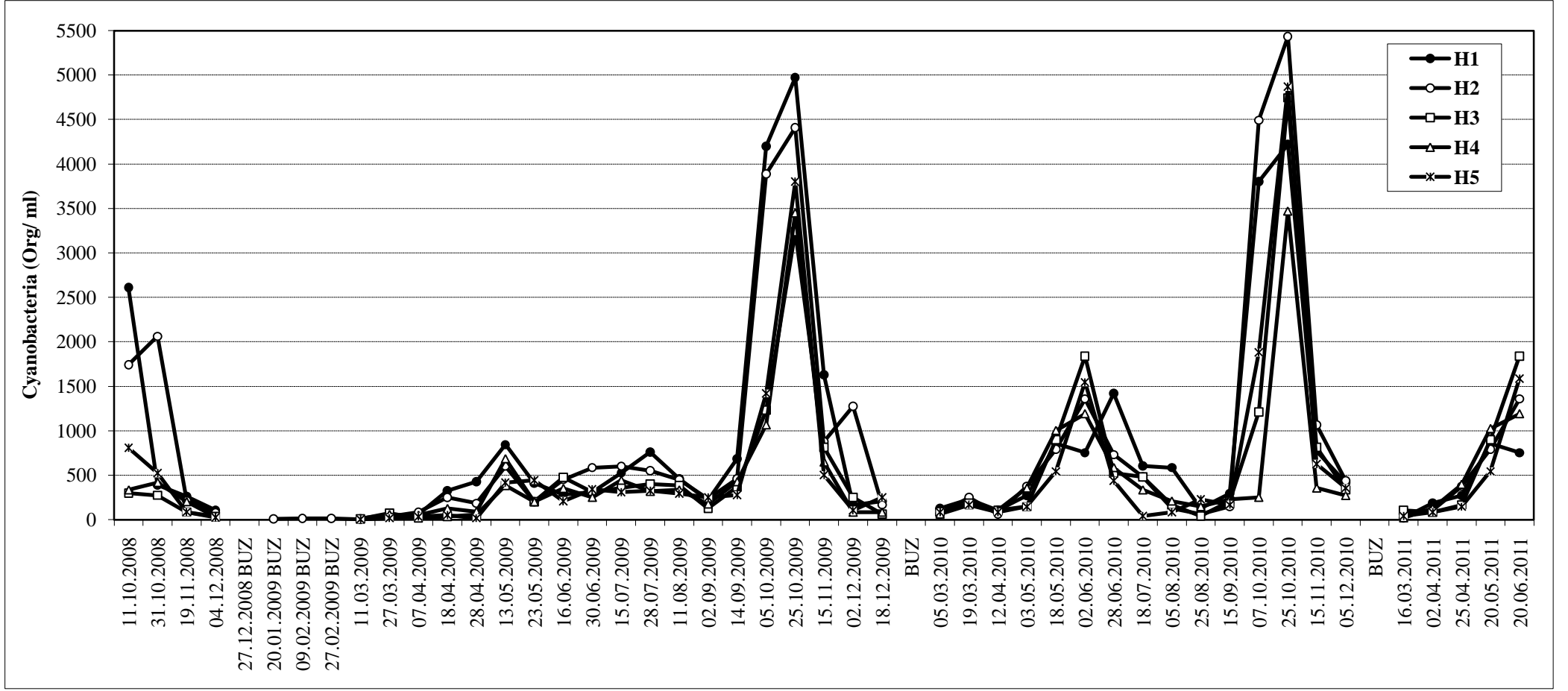
I. İstasyonda Cyanobacteriaya ait organizma sayısı 8-4973 org/ml arasında değişim göstermiştir. Cyanobacteria'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 25.10.2010'dur ve 4973 org/ml ile toplam organizmanın % 86,2'ini oluşturmuştur. Grup içerisinde *Chroococcus dispersus* 4346 org/ml ile önemli yer tutmuştur. Grup içerisinde *C. minor* 564 org/ml ve *C. pallidus* 63 org/ml ile temsil edilen diğer türlerdir. Cyanobacteria'nın birey sayısının en düşük olduğu tarih ise 11.03.2009'dur. Bu tarihte 8 org/ml olduğu belirlenen divizyo üyelerinin toplam organizma içerisinde % 0,3'lük bir kısmı oluşturduğu gözlenmiştir. Grup içerisinde *Chroococcus minor* ve *Dactylococcopsis acicularis* önemli olan türlerdir. Cyanobacteria grubunun bahar döneminde ml deki organizma sayısının düşük, sonbahar dönemlerinde (Ekim ayında) ise organizma sayısının yüksek olduğu belirlenmiştir. Bahar aylarında 50-844 org/ml arasında değişim gösterirken sonbahar aylarında (Ekim) 2612-4973 org/ml arasında değişim göstermiştir. Grup içerisinde *Chroococcus dispersus*, *C. minimus*, *C. minor* ve *C. pallidus* en göze çarpan türler olmuşlardır.

II. İstasyonda Cyanobacteriaya ait organizma sayısı 4-5432 org/ml arasında değişim göstermiştir. Cyanobacteria'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 25.10.2010'dur ve 5432 org/ml ile toplam organizmanın % 77,6'sını oluşturmuştur. *Chroococcus dispersus* 5014 organizma ile *Chroococcus minor* ise 418 organizma ile grup içerisinde önemli türler olmuşlardır. Cyanobacteria'nın birey sayısının en düşük olduğu tarih ise 11.03.2009'dur, 4 org/ml ve toplam organizma içerisinde % 1,3'lük bir kısmı oluşturmuştur. Grup içerisinde önemli olan tür *Dactylococcopsis acicularis*' dir. 20.01.2009 tarihinde yapılan örneklemede gruba ait birey gözlemlenmemiştir.

III. İstasyonda Cyanobacteriaya ait organizma sayısı 8-4743 org/ml arasında değişim göstermiştir. Cyanobacteria'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 25.10.2010'dur ve 4743 org/ml ile toplam organizmanın % 80,8'ini oluşturmuştur. *Chroococcus dispersus* 4722 organizma ile grup içerisinde önemli olan türdür. Grup içerisinde *Cyanothece aeruginosa* 21 organizma ile temsil edilen diğer bir türdür. Cyanobacteria'nın birey sayısının en düşük olduğu tarih ise 11.03.2009'dur, bu tarihte 8 org/ml olduğu belirlenmiştir ve toplam organizma içerisinde % 0,6'lık bir kısmı oluşturmuştur. Grup içerisinde *Chroococcus dispersus* ile *Chroococcus minor* önemli olan türlerdir.

IV. İstasyonda Cyanobacteriaya ait organizma sayısı 13-3468 org/ml arasında değişim göstermiştir. Cyanobacteria'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 25.10.2010'dur ve 3468 org/ml ile toplam organizmanın % 74,8'ini oluşturmuştur. *Chroococcus dispersus* 3447 organizma ile grup içerisinde önemli tür olmuştur. Cyanobacteria'nın birey sayısının en düşük olduğu tarih ise 11.03.2009'dur, bu tarihte ml'de 13 organizma olduğu belirlenmiştir ve toplam organizma içerisinde % 0,9'luk bir kısmı oluşturmuştur. Grup içerisinde *Chroococcus dispersus*, *C. minor* ve *C. turgidus* önemli olan türlerdir.

V. İstasyonda Cyanobacteriaya ait organizma sayısı 4-4868 org/ml arasında değişim göstermiştir. Cyanobacteria'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 25.10.2010'dur ve 4868 org/ml ile toplam organizmanın % 75,4'ünü oluşturmuştur. *Chroococcus dispersus* 4784 organizma ile grup içerisinde önemli tür olmuştur. *Cyanothece aeruginosa* ve *Phormidium limnetica* istasyonda çok düşük oranda (% 0,2) temsil edilen türler olmuşturlardır. Cyanobacteria'nın birey sayısının en düşük olduğu tarih ise 11.03.2009'dur, bu tarihte ml'de 4 organizma olduğu belirlenmiştir ve toplam organizma içerisinde % 0,5'lik bir kısmı oluşturmuştur. Cyanobacteria istasyonda *Phormidium limnetica* ile temsil edilmiştir. İstasyondaörnekleme süresince *Merismopedia* cinsine ait türlere zaman zaman rastlanılırken (*Merismopedia elegans*, *M. glauca* ve *M. tenuissima*) bu cinsin üyeleri gölde yoğunluk bakımından önemli olmuştur. Bu türlerden *Merismopedia elegans* 25.08.2010 tarihinde V. İstasyonda 125 org/ml ile grubun % 54'ünü toplam organizmanın % 6,7'sini; 02.09.2009 tarihinde ise 8 org/ml ile grubun % 3'ünü toplam organizmanın ise % 0,6'lık kısmını oluşturmuştur. Bu tarihler dışında cinsin üyelerine istasyonlarda çok nadir rastlanılmıştır. Cyanobacteria grubunun mevsimsel değişimi Şekil 3.2.2.2.1'deki grafikte verilmiştir.



Şekil 3.2.2.2.1.Örnekleme istasyonlarında Cyanobacteria bölümüne ait organizmaların mevsimsel değişimi.



### 3.2.2.3. Chlorophyta

I. istasyonda Chlorophyta'ya ait organizma sayısı 8-2027 org/ml arasında değişim göstermiştir. Chlorophyta'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 02.06.2010'dur ve 2027 org/ml ile toplam organizmanın % 61,4'ünü oluşturmuştur. *Botryococcus braunii* 1755 organizma ile grup içerisinde önemli tür olmuştur. Grupta *Chlamydomonas globosa* ve *C. gloeophila* istasyonda çok düşük oranda (% 2- % 4) temsil edilen türler olmuşlardır. Chlorophyta'nın birey sayısının en düşük olduğu tarih ise 14.09.2009'dur. Bu tarihte ml'de 8 organizma olduğu belirlenmiştir ve toplam organizma içerisinde % 0,3'lük bir kısmı oluşturmuştur. Grup bu tarihte *C. gloeophila* ile temsil edilmiştir.

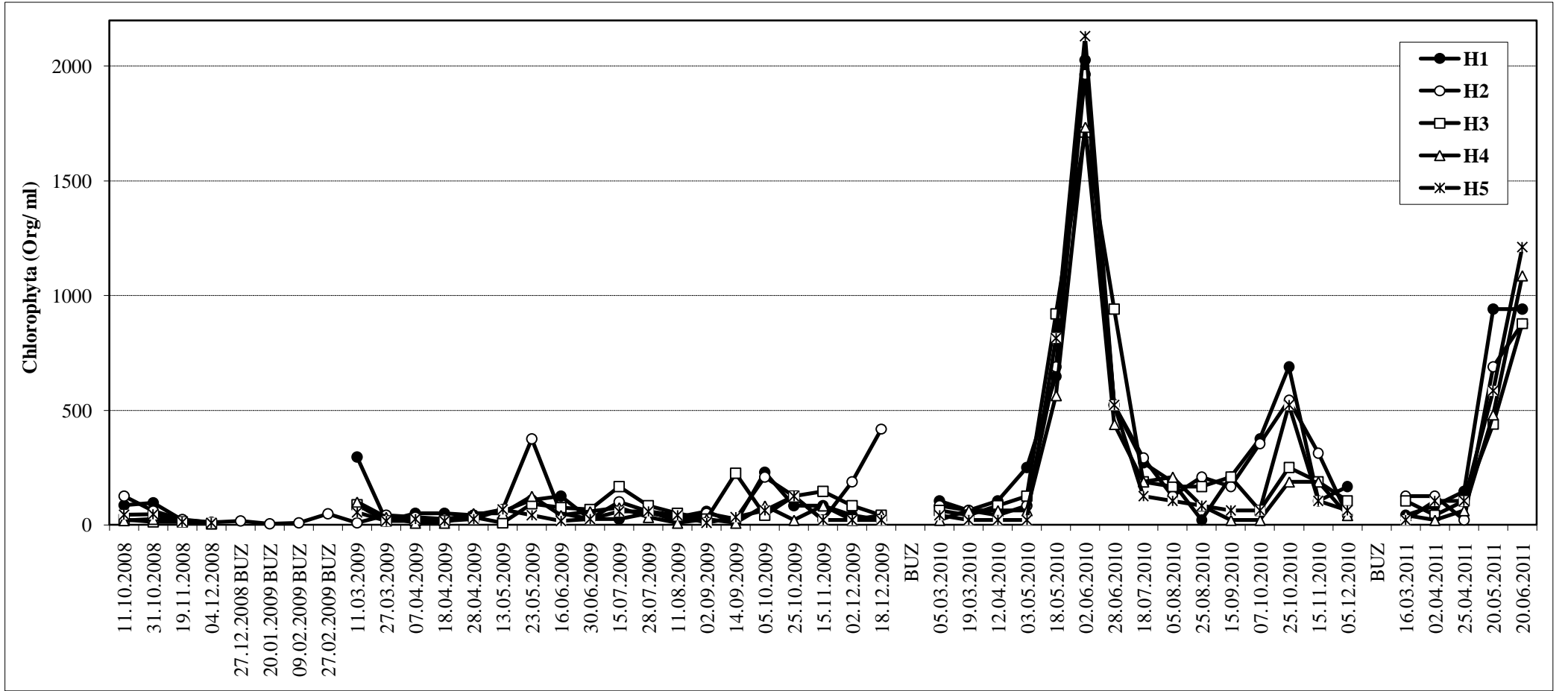
II. istasyonda Chlorophyta'ya ait organizma sayısı 4-1964 org/ml arasında değişim göstermiştir. Chlorophyta'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 02.06.2010'dur ve 1964 org/ml ile toplam organizmanın % 47'sini oluşturmuştur. *Botryococcus braunii* 1775 organizma ile grup içerisinde öne çıkan tür olmuştur. *Chlamydomonas globosa*, *C. passiva*, *Kirchneriella lunaris*, *Oocystis elliptica*, *O. borgei* *Tetraselmis cordiformis* ve *Golenkinia paucispina* grup içerisinde çok düşük oranda temsil edilen türler olmuşlardır. Chlorophyta'nın birey sayısının en düşük olduğu tarih ise 20.01.2009'dur. Bu tarihte ml'de 4 organizma olduğu belirlenen Chlorophyta toplam organizmanın yalnızca % 1'lik kısmını oluşturmuştur. Grup içerisinde bu tarihte *Polytoma* sp. ve *Tetraedron minimum* daha sık rastlanan türler olmuşlardır.

III. istasyonda Chlorophyta'ya ait organizma sayısı 6-1713 org/ml arasında değişim göstermiştir. Chlorophyta'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 02.06.2010'dur ve 1713 org/ml ile toplam organizmanın % 37,3'ünü oluşturmuştur. *Botryococcus braunii* 1504 organizma ile grup içerisinde göze çarpan tür olmuştur. *Chlamydomonas globosa*, *Oocystis pusilla* ve *Kirchneriella lunaris* daha düşük oranda temsil edilen türler olmuşlardır. İstasyonda *Sphaerocystis schoeteri* türüne özellikle 2009 yılı 5., 6., 7. ve 8. aylarda rastlanılmıştır. Bu dönemlerde toplam organizma içerisinde temsil oranı % 1,5-2,5 arasında değişim göstermiş, 23.05.2009 tarihinde ise 66 org/ml ile grubun % 73'ünü toplam organizmanın ise % 12,1' ini oluşturmuştur. Chlorophyta'nın 04.12.2008 tarihinde en düşük birey sayında olduğu tespit edilmiştir (6 org/ml). Grupta *Tetraselmis cordiformis*, *Kirchneriella lunaris* ve *Cosmarium humile* önemli olan türler olmuşlardır.

IV. istasyonda Chlorophyta'ya ait organizma sayısı 6-1734 org/ml arasında değişim göstermiştir. Chlorophyta'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih

02.06.2010'dur ve 1734 org/ml ile toplam organizmanın % 44,6'sını oluşturmuştur. *Botryococcus braunii* 1713 organizma ile grup içerisinde en fazla kaydedilen tür olmuştur. Grupta temsil edilen diğer tür olan *Kirchneriella lunaris* 21 org/ml ve % 1,2'lik bir temsil oranına sahiptir. İstasyonda *Chlamydomonas* genusu üyelerinden *Chlamydomonas gloeopara* türüne sıklıkla rastlanılırken özellikle bu tür 2009 yılı 5., 6. 11. ve 2010 yılı 4. aylarda grupta öne çıkan tür olmuştur. Bu tür 15.05.2009, 23.05.2009, 16.06.2009, 30.06.2009, 15.11.2009 ve 12.04.2010 tarihlerinde sırası ile grup içerisinde grup içerisinde % 33 (17 org/ml ile), %13 (17 org/ml ile), % 60 (25 org/ml ile), % 57 (33 org/ml ile), % 75 (62 org/ml ile) ve % 33 (21 org/ml ile)'lük temsil oranına sahiptir. Bu organizmanın toplam içerisinde en yüksek temsil oranınının 12.04.2010 tarihinde % 8,3 olduğu belirlenmiştir. IV. İstasyonda 2009 yılı örnekleme döneminde *Sphaerocystis schoeteri* türü bahar dönemi sonu ile yaz döneminde tespit edilmiştir. Bu tür en yüksek 23.05.2009'da 68 org/ml ile grubun % 53'ünü, toplam organizmanın ise % 12,7'lik bir kısmını oluşturmuştur. Chlorophyta'nın ml'de birey sayısının en düşük olduğu tarih ise 04.12.2008'dir. Bu tarihte ml'de 6 organizma olduğu belirlenmiştir ve toplam organizma içerisinde % 1,3'lük bir kısmı oluşturmuştur. Grup içerisinde *Euastrum binale* var. *gutwinski* ve *Kirchneriella lunaris* önemli olan türlerdir.

V. istasyonda Chlorophyta'ya ait organizma sayısı 8-2131 org/ml arasında değişim göstermiştir. Chlorophyta'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 02.06.2010'dur ve 2131 org/ml ile toplam organizmanın % 48,1'ini oluşturmuştur. *Botryococcus braunii* 2110 organizma ile grup içerisinde önemli tür olmuştur. Grupta *Golenkinia paucispina* temsil edilen diğer türdür ve 21 organizma ile % 0,98'lik oranla temsil edilmiştir. Chlorophyta 02.09.2009 tarihinde 8 org/ml ile en düşük birey sayısına sahiptir ve toplam organizma içerisinde % 0,6'lık bir kısmı oluşturmuştur. Bu tarihte *Chlamydomonas globosa* grupta temsil edilen tek tür olmuştur. İstasyonda *Carteria coccifera*, *Scenedesmus obliquus*, *Kirchneriella lunaris*, *K. obesa*, *Pediastrum* sp. ve *Monoraphidium contortum* türleri tespit edilmiş olup bu türlerin örnekleme tarihlerinde rastlanılma sıklığı ve yoğunluğu ne grup içerisinde ne de toplam organizma içerisinde önemli sayılara ulaşmamıştır. Chlorophyta grubunun mevsimsel değişimi Şekil 3.2.2.3.1'deki grafikte verilmiştir.



Şekil 3.2.2.3.1. Örnekleme istasyonlarında Chlorophyta bölümüne ait organizmaların mevsimsel değişimi.

#### 3.2.2.4. Cryptophyta

I. istasyonda Cryptophyta'ya ait organizma sayısı 63-3864 org/ml arasında değişim göstermiştir. Cryptophyta'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarihte (15.09.2010) 3864 org/ml ile toplam organizmanın % 67,5'ini oluşturmuştur. *Chroomonas acuta* 3844 organizma ve % 99' luk temsil oranı ile grup içerisinde en önemli tür olmuştur. *Cryptomonas ovata* grupta temsil edilen diğer türdür ve 21 organizma ile (% 0,5) temsil edilmiştir. 04.12.2008 tarihte 568 org/ml, 11.03.2009'da 2052 org/ml ve 27.03.2009'de ise 760 org/ml ile grubun 15.09.2010 tarihindeki birey sayısından düşük olmasına karşın bu sayısal değerler ile toplam organizmanın sırası ile % 73; % 68 ve % 67'lik kısmını oluşturmuştur. Bu tarihlerde grup içerisinde *Plagioselmis nannoplanctica* ve *Chroomonas acuta* öne çıkan türler olmuşlardır. Cryptophyta'nın ml'de birey sayısının en düşük olduğu tarihler ise 12.04.2010 ve 25.04.2011'dir. Her iki örnekleme tarihinde de ml'de 63 organizma olduğu belirlenmiştir ve toplam organizma içerisinde sırası ile % 13,6 ve % 8,8'lik bir kısmı oluşturmuşlardır. *Plagioselmis nannoplanctica*, *Chroomonas acuta*, *C. ovata* ve *Cryptomonas platyuris* grup içerisinde önemli olan türlerdir.

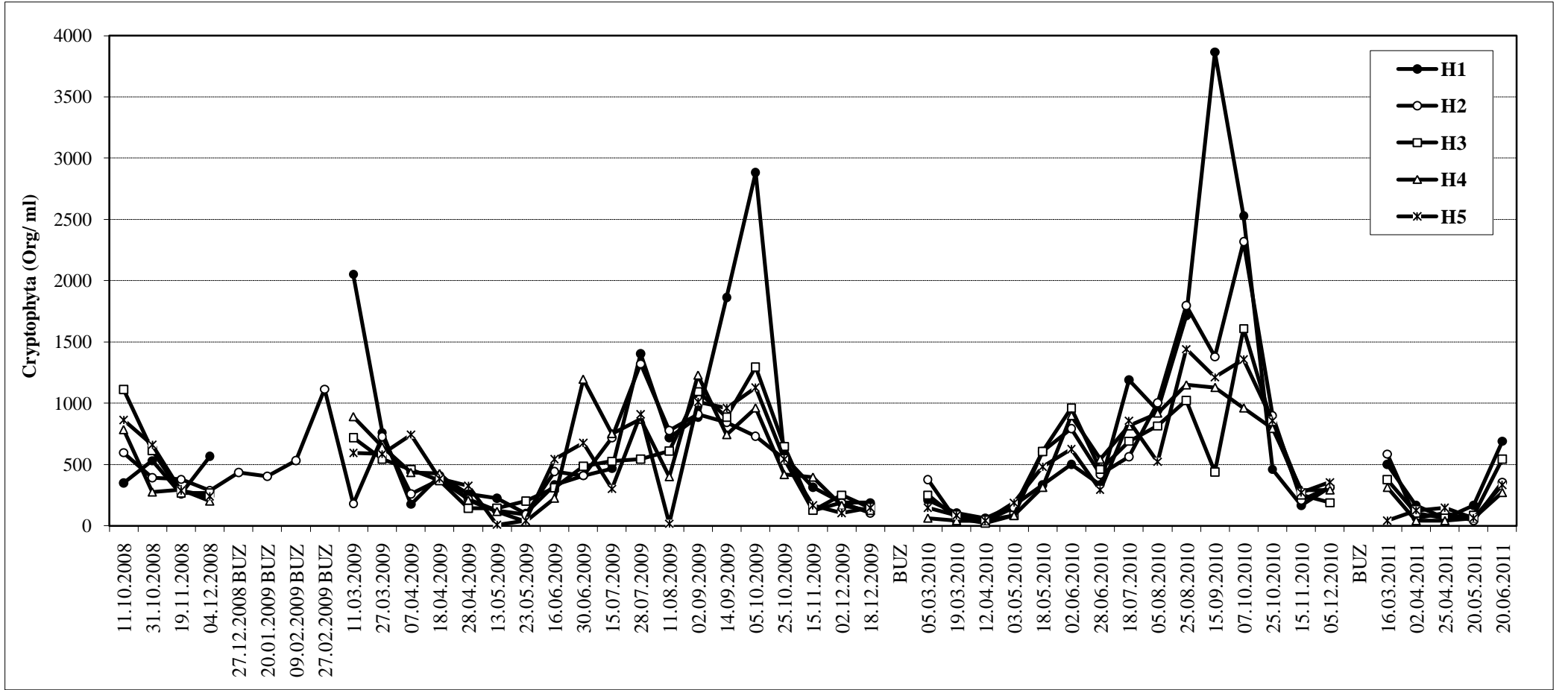
II. istasyonda Cryptophyta'ya ait organizma sayısı 42-1379 org/ml arasında değişim göstermiştir. Cryptophyta'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 15.09.2010'dur ve 1379 org/ml ile toplam organizmanın % 62,9'unu oluşturmuştur. *Chroomonas acuta* 1358 organizma ve % 98 temsil oranı ile grup içerisinde önemli tür olmuştur. Cryptophyta grubu 20.01.2009, 09.02.2009 ve 27.02.2009 tarihlerinde 401 org/ml, 533 org/ml ve 1114 org/ml ile toplam organizmanın sırası ile % 93, % 72 ve % 82'lik kısmını oluşturmuştur. Bu tarihlerde grup içerisinde *Plagioselmis nannoplanctica*'nın belirtilen yüzdeler katkısı önemli olmuştur. Cryptophyta'nın ml'de birey sayısının en düşük olduğu tarihler 19.03.2010 ve 12.04.2011'dir. Her iki tarihte de ml'de 42 organizma olduğu belirlenmiştir ve toplam organizma içerisinde sırası ile % 8,3 ve % 16,7'lik bir kısmı oluşturmuşlardır. *Chroomonas acuta* ve *Cryptomonas marssonii* grup içerisinde öne çıkan türlerdir.

III. istasyonda Cryptophyta'ya ait organizma sayısı 21-1609 org/ml arasında değişim göstermiştir. Cryptophyta'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 07.10.2010'dur ve 1609 org/ml ile toplam organizmanın % 49'unu oluşturmuştur. *Chroomonas acuta* 1420 organizma ve % 88 temsil oranı ile grup içerisinde önemli tür olmuştur. 20.01.2009, 09.02.2009 ve 27.02.2009 tarihlerinde 401 org/ml, 533 org/ml ve

1114 org/ml ile toplam organizmanın sırası ile % 93, % 72 ve % 82'lik kısmını oluşturmuştur. Bu tarihlerde grup içerisinde *Plagioselmis nannoplanctica*'nın belirtilen yüzdelere katkısı önemli olmuştur. Cryptophyta'nın ml'de birey sayısının en düşük olduğu tarih ise 12.04.2011'dir. Bu tarihte *Chroomonas acuta* ile temsil edilen grupta ml'de 21 organizma olduğu belirlenmiştir ve toplam organizmanın % 4,5 'lik bir kısmını oluşturmuştur.

IV. istasyonda Cryptophyta'ya ait organizma sayısı 33-1195 org/ml arasında değişim göstermiştir. Cryptophyta'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 30.06.2009'dur ve 1195 org/ml ile toplam organizmanın % 78,6'sını oluşturmuştur. *Chroomonas acuta* 1186 organizma ve % 99 temsil oranı ile grup içerisinde önemli tür olmuştur. Cryptophyta'nın birey sayısının en düşük olduğu tarih ise 23.05.2009'dur. Bu tarihte ml'de 33 organizma olduğu belirlenmiştir ve toplam organizmanın % 6,3 'lük bir kısmını oluşturmuştur. Grup içerisinde *Chroomonas acuta* ve *Cryptmonas marssonii* önemli olan türlerdir.

V. istasyonda Cryptophyta'ya ait organizma sayısı 8-1442 org/ml arasında değişim göstermiştir. Cryptophyta'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 25.08.2010'dur ve 1442 org/ml ile toplam organizmanın % 77,5'ini oluşturmuştur. *Chroomonas acuta* 1442 organizma ve % 100 temsil oranı ile tek tür olarak karşımıza çıkmıştır. Cryptophyta'nın ml'de birey sayısının en düşük olduğu tarih ise 13.05.2009'dur. Bu tarihte ml'de 8 organizma olduğu belirlenmiştir ve toplam organizmanın % 0,9 'luk bir kısmını oluşturmuştur. Cryptophyta grubunun mevsimsel değişimi Şekil 3.2.2.4.1'deki grafikte verilmiştir.



Şekil 3.2.2.4.1. Örnekleme istasyonlarında Cryptophyta bölümüne ait organizmaların mevsimsel değişimi.

### 3.2.2.5. Euglenophyta

Çalışma süresince örnekleme istasyonlarından alınan örneklerin büyük bir bölümünde Euglenophyta grubu üyelerine rastlanılmamıştır. Bulunduğu tespit edilen istasyonlarda ve tarihlerde ise ml'deki organizma sayısının oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle sadece bulunduğu istasyonlardaki organizma sayılarına göre en yüksek ve en düşük organizma sayıları verilmiştir. Organizmaya rastlanılmayan tarihler verilmemiştir.

Örneklemenin yapıldığı tüm araştırma süresince I. istasyonda Euglenophyta'ya ait organizma sayısı 3-21 org/ml arasında değişim göstermiştir. Euglenophyta'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 28.06.2010'dur ve 21 org/ml ile toplam organizmanın % 0,9'unu oluşturmuştur. *Trachelomonas volvocina* 21 organizma ve % 100 temsil oranı ile grup içerisinde önemli olmuştur. Euglenophyta'nın birey sayısının en düşük olduğu tarih 19.11.2008'dir. İstasyonda ml'de 3 organizma bulunmuştur ve toplam organizmanın % 0,4'lük bir kısmını oluşturmuştur. Bu tarihte Euglenophyta grubu istasyonda belirlenmiş tek tür olan *Trachelomonas volvocina* ile temsil edilmiştir.

II. istasyonda Euglenophyta'ya ait organizma sayısı 1-8 org/ml arasında değişim göstermiştir. Euglenophyta'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 07.04.2009 ve 18.04.2009'dur. İstasyonda 8 org/ml ile toplam organizmanın sırası ile % 1,1 ve % 1'ini oluşturmuştur. Her iki örnekleme tarihinde de *Trachelomonas volvocina* 8 organizma ile % 100 temsil oranı sahip olmuştur. İstasyonda Euglenophyta'nın birey sayısının en düşük olduğu tarih 27.02.2009'dur. İstasyonda ml'deki 1 organizma bulunmuştur (*Trachelomonas cylindrica*) ve toplam organizmanın % 0,1'lik bir kısmını oluşturmuştur.

III. istasyonda Euglenophyta'ya ait organizma sayısı 3-20 org/ml arasında değişim göstermiştir. Euglenophyta'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 02.12.2009 ve 05.12.2010'dur. Grup her iki tarihte de 20 org/ml ile toplam organizmanın sırası ile % 1,1 ve % 1,3'ünü oluşturmuştur. Grup 02.12.2009 tarihinde istasyonda tespit edilmiş tek tür olan *Euglena viridis* ile 05.12.2010 tarihinde ise *Trachelomonas volvocina* temsil edilmiştir. Euglenophyta'nın birey sayısının en düşük olduğu tarih 11.10.2008'dir ve ml'de 3 organizma bulunmuştur. Toplam organizmanın % 0,2'lik bir kısmını *Trachelomonas volvocina* oluşturmuştur.

IV. istasyonda Euglenophyta'ya ait organizma sayısı 3-21 org/ml arasında değişim göstermiştir. Euglenophyta'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 25.08.2010'dur

ve 21 org/ml ile toplam organizmanın % 1,4'ünü oluşturmuştur. Grup *Trachelomonas volvocina* temsil edilmiştir. Euglenophyta'nın birey sayısının en düşük olduğu tarih 19.11.2008'dir ve ml'de 3 organizma bulunmuştur. Toplam organizmanın % 0,4'lük bir kısmını oluşturmuştur. Euglenophyta grubu istasyonda belirlenmiş tek tür olan *Trachelomonas lacustris* ile temsil edilmiştir.

V. istasyonda Euglenophyta'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarih 25.04.2011'dir ve 21 org/ml ile toplam organizmanın % 3,4'ünü oluşturmuştur. Grup *Trachelomonas volvocina* temsil edilmiştir. Euglenophyta'nın birey sayısının en düşük olduğu tarih 31.10.2008 ve 19.11.2008'dir ve ml'de 1'er organizma bulunmuştur. Toplam organizmanın sırası ile % 0,1 ve % 0,2'lik bir kısmını oluşturmuştur. Bu tarihlerde Euglenophyta, *Phacus oscillans* ve *Trachelomonas volvocina* ile temsil edilmiştir.

### **3.2.2.6. Chrysophyta**

İstasyonlarından alınan örneklerin çok büyük bir bölümünde Chrysophyta grubu üyelerine rastlanılmamıştır. Grubun bulunduğu tespit edilen istasyonlarda ve tarihlerde ml'deki organizma sayısı ve toplam organizmaya katkısının oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Grup, ikisi cins seviyesinde bir tanesi tür seviyesinde olmak üzere toplam üç takson ile temsil edilmiştir. *Mallomonas* cinsine ait bu taksonlardan bir tanesi teşhis edilmiş diğer taksonlar ise mevcut literatürlerden teşhis edilememiştir (*Mallomonas caudata*, *Mallomonas* spp.).

### **3.2.2.7. Pyrrophyta**

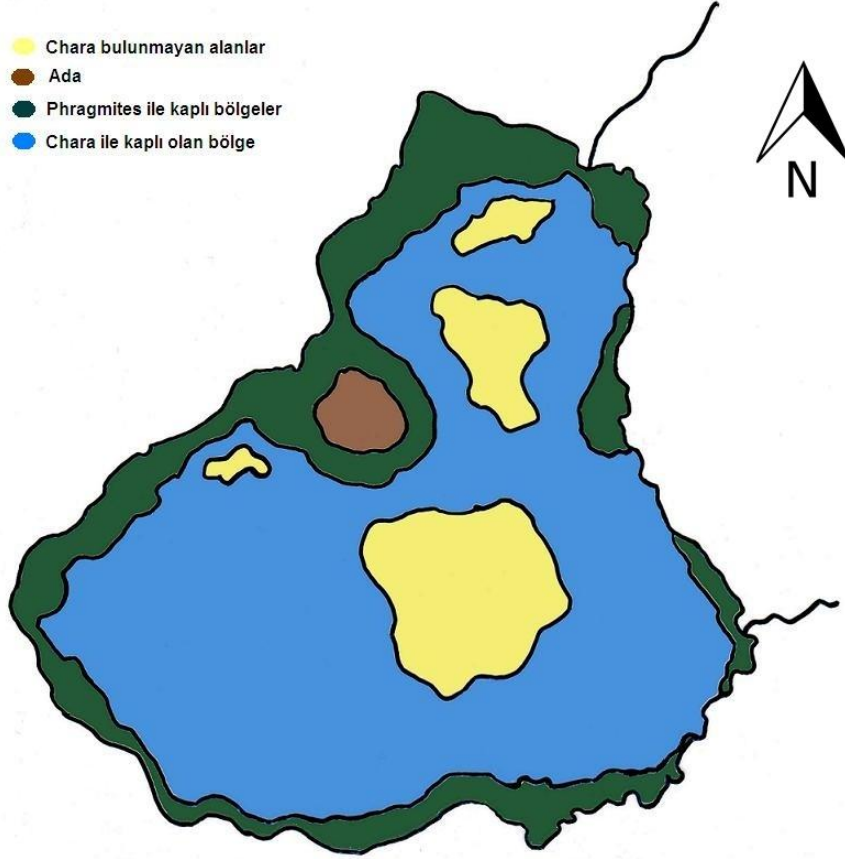
Çalışma süresince Pyrrophyta üyelerine sadece 28.06.2010, 20.06.2011 ve 07.10.2010 tarihinde rastlanılmıştır. Bulunduğu tespit edilen istasyonlarda ve tarihlerde ise ml'deki organizma sayısının oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. İki tür (*Peridinium* sp., *Gymnodium* sp.) ile temsil edilen grubun toplam organizmaya çok az katkı sağladığı belirlenmiştir.

### **3.2.2.8. Charophyta**

Hafik gölünde Charophyta grubunun vejetatif döneminin Mayıs-Kasım ayları arası olduğu tespit edilmiştir. Her yıl Mayıs ayı sonlarında göl tabanında görülmeye başlayan grup, Kasım ayı sonlarında ortadan kalkmaktadır. İstasyonlarda yaklaşık olarak 30-40 cm kadar boylanabilen grubun boyunun yer yer 80-90cm kadar ulaştığı tespit edilmiştir.



Hemen hemen tüm istasyonlarda rastlanılan grup gölde yaklaşık olarak % 60-65'lik bir kaplama alanına sahiptir. Grup gölde *Chara canescens* ve *C. vulgaris* türleri ile temsil edilmiştir. *Chara*'nın göl tabanında kapladığı alan şekil 3.2.2.8.1'de verilmiştir.



Şekil 3.2.2.8.1. *Chara* ve makrofitlerle kaplı olan alanlar.

### 3.2.2.9. Xantophyta ve Prasinophyta

Xantophyta ve Prasinophyta grubu üyelerine genel fitoplanktonik floral taramalarda rastlanılmış ancak bolluk ve nicel analizler sırasında sayım alanında rastlanılmadığından dolayı ml'deki sayı hesaplamasına katılmamıştır. Yalnızca tür teşhisleri yapılan gruplar dan Xantophyta gölde *Centritractus belenophorus*, *Ophiocytium capitatum*, *O. eliptica*, *O. majus*, *O. orbuculum*, *Vaucheria* sp. türleri ile, Prasinophyta grubu ise *Pedinomonas minutissima* türü ile temsil edilmiştir.

### 3.2.3. Fitoplanktonun Fonksiyonel Gruplarının Belirlenmesi

Hafik gölü fitoplanktonu Reynolds vd. (2002) ve Padisak vd. (2009)'un verdiği sisteme göre fonksiyonel gruplara ayrılarak Çizelge 3.2.3.1'de verilmiştir.

**Çizelge 3.2.3.1.** Hafik gölü fitoplanktonunun fonksiyonel grupları

Kod	Habitat	Tipik Temsilcileri	Toleransları	Hassasiyetleri
A	Temiz, sık sık karışan, tabanı fakir göller	<i>Cyclotella comensis</i> ,	Besin tuzu eksikliği	pH artışı
B	Dikey olarak karışan mezotrofik küçük-orta büyüklükte göller	<i>Cyclotella. ocellata</i> ,	Işık yetersizliği	pH artışı
C	Karışan ötrofik küçük ve orta büyüklükte göller	<i>Cyclotella meneghiniana</i> , <i>C. Ocellata</i> ,	Işık ve karbon eksikliği	Silis tükenmesi, tabakalaşma
X2	Sığ mezo-ötrofik çevreler	<i>Chlamydomonas</i> spp., <i>Pedimonas</i> sp., <i>Chroomonas</i> sp.,	Tabakalaşma	Karışım süzerek beslenme
Y	Genellikle küçük besince zenginleşen sular	<i>Cryptomonas</i> spp., Küçük <i>Gymnodinium</i> spp., <i>Teleaulax</i> sp., <i>Komma caudata</i>	Düşük ışık	Fagotroflar!
F	Berrak derin olarak karışan mezo-ötrofik göller	<i>Botryococcus braunii</i> , , <i>Oocystis borgei</i> , , <i>Oocystis</i> spp., <i>Kirchneriella lunaris</i> , <i>K. Obesa</i> ,/ <i>Sphaerocystis</i> spp.	Düşük besin tuzu yüksek bulanıklık	? Karbondioksit eksikliği
J	Sığ, karışan besince zenginleşen göller, gölcük ve nehirlere	<i>Scenedesmus</i> spp., <i>Golenkinia</i> spp., <i>Tetraedron</i> spp.		Yetersiz ışık
LO	Derin ve sığ, oligotroftan ötrofike kadar büyük yada orta büyük göller	<i>Chroococcus limneticus</i> , <i>C. minutus</i> , <i>Chroococcus minor</i> ,	Ayrılmış besin tuzu	Uzun ya da derin karışım
W2	mezotrofik- ötrofik gölcükler hatta geçici sığ göller	<i>Trachelomonas</i> spp. gibi tabandan karışan <i>Euglenoid</i> 'ler	?	?

### 3.3. Zooplankton Kompozisyonu

Hafik gölü zooplankton örnekleme 11.10.2008 ile 20.06.2011 tarihleri arasında yapılmıştır. Gölün üzerinde çalışmaya izin verecek yeterli kalınlıkta buz ile kaplı olduğu kış dönemlerinde Sadece merkez istasyon olan II. istasyondan örnek alınmıştır. I, III, IV ve V. istasyondan örnek alınamamıştır. Örnekleme yapılamayan tarihler (II. istasyon hariç); 04.12.2008 ile 11.03.2009 arası, 18.12.2009 ile 05.03.2010 tarihleri arası ve 05.12.2010 ile 16.03.2011 tarihleri arasındadır. Örnekleme çalışması sırasında ilk buzlu dönem olan; 04.12.2008 ile 11.03.2009 arasında sadece II. nolu istasyondan örnek alınmıştır. İkinci buzlu dönem olan 18.12.2009 ile 05.03.2010 arası tarihlerde kış şartlarının çok hafif seyretmesi ve dolayısı ile göl buz tabakasının üzerine çıkılamayacak kadar ince olmasından dolayı örnekleme yapılamamıştır. Gölün zooplankton faunasını Rotifera ve Arthropoda olmak üzere iki şubeye ait türler

oluşturmaktadır. Bu şubelere ait toplam 35 tür teşhis edilmiştir. Bu türlerin 5'i Rotifera şubesine, 30'u ise Arthropoda şubesine aittir. Tamamı Crustacea altşubesinde olan Arthropodlardan 20 tür Branchiopoda sınıfına, 10 tür ise Maxillopoda sınıfına aittir. Branchiopod türlerinin tamamı Cladocera alttakımının, Maxillopoda sınıfına ait türler ise Calanoida ve Cyclopoida takımlarının üyesidir. Gölün zooplankton faunası aşağıdaki listede verilmiştir.

Şube: Rotifera

Sınıf: Eurotatoria

Takım: Ploima

Aile: Brachionidae

Tür: *Keratella quadrata* (O. F. Müller, 1786)

Tür: *Keratella valga* (Ehrenberg, 1834)

Tür: *Keratella* sp. (Bory De Saint Vincent, 1822)

Takım: Flosculariacea

Aile: Trochosphaeridae

Tür: *Filinia terminalis* (Plate, 1886)

Aile: Hexarthridae

Tür: *Hexarthra mira* (Hudson, 1871)

Şube: Arthropoda

Alt Şube: Crustacea

Sınıf: Branchiopoda

Takım: Diplostraca

Alt Takım: Cladocera

Aile: Bosminidae

Tür: *Bosmina crassicornis* (Lilljeborg, 1887)

Tür: *Bosmina globosa* (Lilljeborg, 1901)

Tür: *Bosmina longispina* (Leydig, 1860)

Tür: *Bosmina* sp. (Baird 1846)

Aile: Daphniidae

Tür: *Ceriodaphnia dubia* (Richard, 1894)

Tür: *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine, 1820)

Tür: *Ceriodaphnia* sp. (Dana, 1853)

Tür: *Daphnia ambigua* (Scourfield, 1946)

Tür: *Daphnia galeata* (Sars, 1864)

Tür: *Daphnia hyalina* (Leydig, 1860)

Tür: *Daphnia longispina* (O. F. Muller, 1776)

Tür: *Daphnia magna* (Straus, 1820)

Tür: *Daphnia obtusa* (Kurz, 1875)

Tür: *Daphnia pulex* (Leydig, 1860)

Tür: *Daphnia* sp. (O. F. Müller, 1785)

Aile: Euryceridae

Tür: *Chydorus ovalis* (Kurz, 1875)

Tür: *Chydorus piger* (Sars, 1862)

Tür: *Alona* sp. (Baird, 1843)

Tür: *Alonopsis* sp. (Sars, 1862)

AltTakım: Laevicaudata

Aile: Lynceidae

Tür: *Lynceus* sp. (Müller, 1776)

Sınıf: Maxillopoda

Takım: Calanoida

Aile: Diaptomidae

Tür: *Arctodiaptomus similis* (Baird 1859)

Tür: *Diaptomus* sp. (Westwood, 1836)

Tür: *Metadiaptomus* sp. (Methuen, 1910)

Tür: *Allodiaptomus* sp. (Kiefer, 1936)

Takım: Cyclopoida

Aile: Cyclopinidae

Tür: *Cyclopina gracilis* (Claus, 1893)

Aile: Cyclopidae

Tür: *Cyclops* sp. (Müller, 1785)

Tür: *Eucyclops* sp. (Claus, 1893)

Tür: *Megacyclops* sp. (Kiefer, 1927)

Tür: *Paracyclops* sp. (Claus, 1893)

Tür: *Thermocyclops* sp. (Kiefer, 1937)

### 3.3.1. Zooplankton Gruplarının Mevsimsel Değişimi ve Yoğunluğu

Çalışma dönemi boyunca alınan zooplankton örneklerinin yapılan teşhis ve sayımları sonucu elde edilen nitel ve nicel verilerin sunumu her istasyon için ayrı ayrı sunulmuştur. zooplanktonik gruplarda sayısal olarak sunulan verilerde grubun 1 m<sup>3</sup> sudaki organizma sayıları ile toplam organizma içerisinde oluşturduğu yüzdeleri verilmiştir.

#### 3.3.1.1. Cladocera

Çalışma süresi içerisinde I. istasyonda Cladocera grubundaki birey sayısı 442-43679 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Cladocera grubunun birey sayısının en yüksek olduğu tarih 12.04.2010'dur. Bu tarihte 43679 organizma ile toplam organizmanın % 69,3'ünü oluşturmuştur.

Cladocera'nın m<sup>3</sup>'de birey sayısının en düşük olduğu tarih ise 11.03.2009'dur ve m<sup>3</sup>'de 442 organizma ile toplam organizma içerisinde % 5,7'lik bir kısmı oluşturmuştur.

Grupta organizma sayısı örnekleme dönemi başları olan 2008 yılı Ekim-Aralık ayları arasında 1155-8355 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. İstasyonda en düşük sayıda organizmanın (1155 org/m<sup>3</sup>) 04.12.2008 tarihinde, en yüksek (8355 org/m<sup>3</sup>) ise 11.10.2008 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte *Daphnia hyalina* grubu temsil eden tek tür olmuştur ve toplam organizmanın % 14,3'lük kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte ise *Daphnia hyalina*, *D. longispina* ve *Ceriodaphnia reticulata* türleri ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın, sırası ile % 22'lük, % 14,2 ve % 14' lük kısmını oluşturmuşlardır.

Grup üyelerine 31.10.2008 tarihinde yapılan örneklemede rastlanılamamıştır. Aralık ayı ortalarında göl yüzeyi tamamen buz ile kaplanmıştır. Buz kaplı dönem 2009 yılı Mart ayı başlarına kadar devam etmiştir.

2009 yılı Mart-Mayıs ayları arasında organizma sayısının 442-27250 org/m<sup>3</sup> arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (442 org/m<sup>3</sup>) 11.03.2009' tarihinde, en yüksek (27250 org/m<sup>3</sup>) ise 28.04.2009'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının düşük olduğu tarihte (Mart 2009) *Daphnia longispina* tarafından temsil edilmiştir ve toplam organizmanın % 5,7'lik kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde (Nisan 2009) organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte ise *Daphnia hyalina* ve

*Chydorus piger* türleri ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın, sırası ile % 65,7'lik ve % 1,5'lik kısmını oluşturmuşlardır.

2009 yılı yaz dönemi olan Haziran-Ağustos arası dönemde organizma sayısı 3287-12929 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde istasyonda gruba ait en düşük organizma sayısının (3287 org/m<sup>3</sup>) 11.08.2009 tarihinde, en yüksek (12929 org/m<sup>3</sup>) ise 28.07.2009'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Daphnia hyalina* ve *Chydorus ovalis* ile temsil edilmiştir ve bu türler toplam organizmanın sırası ile % 25'lik ve % 12,5'lik kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de *Daphnia hyalina* ve *Chydorus ovalis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 27,3 ve % 9,1' lik kısmını oluşturmuşlardır.

2009 yılı Eylül-Kasım ayları arasında organizma sayısı 808-43047 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu tarihler arasında en düşük organizma sayısı (808 org/m<sup>3</sup>) 15.11.2009 tarihinde, en yüksek (43047 org/m<sup>3</sup>) ise 02.09.2009 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Daphnia hyalina* ile temsil edilmiş ve toplam organizmanın % 12,5'lik kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Ceriodaphnia reticulata* ve *Chydorus ovalis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 54,5 ve % 21,2' lik kısmını oluşturmuşlardır.

Kış döneminde sadece Aralık ayında iki örnekleme yapılmıştır. Bu dönemde istasyonda organizma sayısı 1361-5835 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu tarihlerde istasyonda en düşük organizma sayısının (1361 org/m<sup>3</sup>) 18.12.2009 tarihinde, en yüksek (5835 org/m<sup>3</sup>) ise 02.12.2009'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Daphnia ambigua* ve *Ceriodaphnia reticulata* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 10 'arlık kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Daphnia hyalina* ve *Chydorus ovalis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın sırası ile % 30 ve % 5' lik kısmını oluşturmuşlardır.

I. istasyonda 2010 yılı Mart-Mayıs ayları arası örneklerde organizma sayısı 6709-43679 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısı (6709 org/m<sup>3</sup>) 03.05.2010 tarihinde, en yüksek (43679 org/m<sup>3</sup>) ise 12.04.2010'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Daphnia hyalina* ve *Chydorus ovalis* ile temsil edilmiştir ve bu türler toplam organizmanın sırası ile % 40 ve % 12'lik kısmını oluşturmuştur. Grup aynı

örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de *Daphnia hyalina* ve *Chydorus ovalis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 50,9 ve % 17,5' lik kısmını oluşturmuşlardır.

2010 yılı Haziran-Ağustos döneminde istasyonda organizma sayısı 5104-35060 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (5104 org/m<sup>3</sup>) 28.06.2010' tarihinde, en yüksek (35060 org/m<sup>3</sup>) ise 02.06.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Daphnia hyalina* ile temsil edilmiştir ve toplam organizmanın % 17,8'lik kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Daphnia hyalina* ve *Chydorus ovalis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 65,8 ve % 6,6' lik kısmını oluşturmuşlardır.

2010 yılı Sonbahar döneminde organizma sayısının 3860-23498 org/m<sup>3</sup> arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu dönemde I. istasyonda en düşük organizmanın (3860 org/m<sup>3</sup>) 07.10.2010 tarihinde, en yüksek (23498 org/m<sup>3</sup>) ise 15.11.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Ceriodaphnia reticulata* ve *Daphnia hyalina* ile temsil edilmiştir ve bu türler toplam organizmanın sırası ile % 33,3'lük ve % 11,1'lik kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Daphnia hyalina* ve *Chydorus piger* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 20,2 ve % 3,8' lik kısmını oluşturmuşlardır.

2010 yılı Aralık ayında göl buz ile kaplanmadan önce alına örnekte m<sup>3</sup>'te 2737 organizma olduğu belirlenmiştir. Bu tarihte grup *Daphnia hyalina* ile temsil edilmiş ve toplam organizmanın % 3,6'sını oluşturmuştur.

2011 yılı Mart-Mayıs ayları arasında yapılan örnekleme organizma sayısı 2654-22423 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu örnekleme döneminde en düşük organizmanın (2654 org/m<sup>3</sup>) 02.04.2011 tarihinde, en yüksek (22423 org/m<sup>3</sup>) ise 20.05.2011 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu dönemde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Daphnia hyalina* ile temsil edilmiştir ve bu tür toplam organizmanın % 30'unu oluşturmuştur. Aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte ise grup *Daphnia hyalina* ve *Ceriodaphnia reticulata* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın sırası ile % 40,7 ve % 5,5' lik kısmını oluşturmuşlardır.

2011 yılı Haziran ayında alınan örnekte m<sup>3</sup>'te 4313 organizma sayılmıştır. Bu tarihte *Daphnia hyalina* grubu temsil eden tek tür olmuş ve toplam organizmanın % 8,3'lük kısmını oluşturmuştur.

Bütün çalışma süresince II. istasyonda Cladocera grubundaki birey sayısı 200-44697 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Cladocera grubunun birey sayısının en yüksek olduğu tarih 02.06.2010'dur. Bu tarihte 44697 organizma ile toplam organizmanın % 61,4'ünü oluşturmuştur.

Cladocera'nın m<sup>3</sup>'de birey sayısının en düşük olduğu tarih ise 20.01.2009'dur ve m<sup>3</sup>'de 200 organizma ile toplam organizma içerisinde % 2,4'lik bir kısmı oluşturmuştur.

Grupta organizma sayısı örnekleme dönemi başları olan 2008 yılı Ekim-Aralık ayları arasında 811-4648 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu örnekleme döneminde istasyonda en düşük organizmanın (811 org/m<sup>3</sup>) 04.12.2008 tarihinde, en yüksek (4648 org/m<sup>3</sup>) ise 19.11.2008 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grubu *Daphnia hyalina* ve *Chydorus piger* temsil etmiştir. Toplam organizmanın sırası ile % 8,8 ve % 2,9'lük kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte ise *Ceriodaphnia* sp. ve *Daphnia hyalina* türleri ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın, sırası ile % 46'lık ve % 20'lik kısmını oluşturmuşlardır.

Aralık ayı ortalarında göl yüzeyi buz ile tamamen kaplanmıştır. Buz kaplı dönem 2009 yılı Mart ayı başlarına kadar devam etmiştir. Buz ile kaplı olan bu dönemde buz kırılarak 40 cm çapında bir delik açılmış ve örnekleme yapılmıştır. Buz kaplı olan bu dönemde organizma sayısı 200-2115 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu örnekleme döneminde istasyonda en düşük organizmanın (200 org/m<sup>3</sup>) 20.01.2009 tarihinde, en yüksek (2115 org/m<sup>3</sup>) ise 09.02.2009 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grubu *Chydorus piger* temsil etmiş ve toplam organizmanın % 2,4'lük kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte ise *Chydorus piger* ve *Daphnia hyalina* türleri ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın, sırası ile % 26,7'lik ve % 3,3 lük kısmını oluşturmuşlardır.

İstasyonda 2009 yılı Mart-Mayıs ayları arasında organizma sayısı 1180-31413 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (1180 org/m<sup>3</sup>) 13.05.2009' tarihinde, en yüksek (31413 org/m<sup>3</sup>) ise 28.04.2009'da olduğu belirlenmiştir. Grup bu dönemde organizma sayısının düşük olduğu belirlenen tarihte *Daphnia hyalina* ile temsil edilmiştir ve toplam organizmanın % 80'nini oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de *Daphnia hyalina* türü ile temsil edilmiştir. Bu tür toplam organizmanın % 76'lık kısmını oluşturmuştur.



2009 yılı yaz dönemi olan Haziran-Ağustos arası dönemde organizma sayısı 5563-35596 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde istasyonda gruba ait en düşük organizma sayısının (5563 org/m<sup>3</sup>) 30.06.2009' tarihinde, en yüksek (35596 org/m<sup>3</sup>) ise 15.07.2009'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Daphnia hyalina* ve *Chydorus piger* ile temsil edilmiştir ve bu türler toplam organizmanın sırası ile % 42,8'lik ve % 3,6'lık kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de *Daphnia hyalina* ve *Chydorus ovalis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 93 ve % 5,2' lik kısmını oluşturmuşlardır.

2009 yılı Eylül-Kasım ayları arasında organizma sayısı 2236-13921 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu tarihler arasında en düşük organizma sayısı (2236 org/m<sup>3</sup>) 15.11.2009 tarihinde, en yüksek (13921 org/m<sup>3</sup>) ise 25.10.2009 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Daphnia hyalina* ve *Chydorus piger* türleri ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın sırası ile % 18,8'lik ve % 6,6'lık kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Daphnia hyalina*, *Chydorus ovalis* ve *Ceriodaphnia reticulata* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 23,8, % 9,5 ve % 6,3' lük kısmını oluşturmuşlardır. Grup üyeleri 02.09.2009 tarihinde suda tespit edilememiştir.

Kış döneminde sadece Aralık ayında iki örnekleme yapılmıştır. Bu dönemde istasyonda organizma sayısı 2619-14130 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu tarihlerde istasyonda en düşük organizma sayısının (2619 org/m<sup>3</sup>) 18.12.2009 tarihinde, en yüksek (14130 org/m<sup>3</sup>) ise 02.12.2009'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Daphnia hyalina* ve *Chydorus ovalis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 21 'lik ve % 5,3'lük kısmını oluşturmuşlardır. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Daphnia hyalina* ve *Chydorus ovalis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın sırası ile % 37,3 ve % 7,8' lik kısmını oluşturmuşlardır.

II. istasyonda 2010 yılı Mart-Mayıs ayları arası örneklerde organizma sayısı 2281-37155 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (2281 org/m<sup>3</sup>) 18.05.2010 tarihinde, en yüksek (37155 org/m<sup>3</sup>) ise 12.04.2010'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Daphnia hyalina* ve *Bosmina* sp. ile temsil edilmiş ve bu türler toplam organizmanın sırası ile % 44,4 ve % 11,1'lik kısmını oluşturmuştur. Grup

aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de *Daphnia hyalina* ve *Chydorus ovalis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 69 ve % 3,4' lük kısmını oluşturmuşlardır.

2010 yılı Haziran-Ağustos döneminde istasyonda organizma sayısı 1504-44697 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (1504 org/m<sup>3</sup>) 25.08.2010' tarihinde, en yüksek (44697 org/m<sup>3</sup>) ise 02.06.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Daphnia hyalina* ile temsil edilmiştir ve toplam organizmanın % 11,7'lik kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Daphnia hyalina*, *Chydorus ovalis* ve *Ceriodaphnia reticulata* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 52,3'lük, % 7,8'lik ve % 1,3'lük kısmını oluşturmuşlardır.

2010 yılı Sonbahar döneminde organizma sayısının 2482-11390 org/m<sup>3</sup> arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu dönemde II. istasyonda en düşük organizmanın (2482 org/m<sup>3</sup>) 25.10.2010 tarihinde, en yüksek (11390 org/m<sup>3</sup>) ise 15.11.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Daphnia hyalina* ve *Ceriodaphnia reticulata* ile temsil edilmiştir ve bu türler toplam organizmanın sırası ile % 23'lük ve % 7,7'lik kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Daphnia hyalina* ve *Daphnia ambigua* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 29,8 ve % 3,5' lik kısmını oluşturmuşlardır.

2010 yıl Aralık ayında göl buz ile kaplanmadan önce alına örnekte m<sup>3</sup>'te 22558 organizma olduğu belirlenmiştir. Bu tarihte grupta *Daphnia hyalina* öne çıkan tür olmuştur ve toplam organizmanın % 18,2'sini oluşturmuştur.

2011 yılı Mart-Mayıs ayları arasında yapılan örneklemelelerde organizma sayısının 13168-21001 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu örneklemelelerde en düşük organizmanın (13168 org/m<sup>3</sup>) 20.05.2011 tarihinde, en yüksek (21001 org/m<sup>3</sup>) ise 02.04.2011 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu dönemde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Daphnia hyalina* ile temsil edilmiştir ve bu tür toplam organizmanın % 38,3'ünü oluşturmuştur. Aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte ise grup *Daphnia hyalina*, *Chydorus piger* ve *Daphnia ambigua* ile temsil edilmiştir. Bu türlerde *Daphnia hyalina* öne çıkan tür olmuş ve toplam organizmanın % 36,8'lik kısmını oluşturmuştur.

2011 yılı Haziran ayında alınan örnekte m<sup>3</sup>'te 12285 organizma sayılmıştır. Bu tarihte *Daphnia hyalina* ve *Ceriodaphnia reticulata* grubu temsil eden türler olmuşlardır ve toplam organizmanın sırası ile % 6,3'lük ve % 2,3'lük kısmını oluşturmuşlardır.

Bütün çalışma süresince III. istasyonda Cladocera grubundaki birey sayısı 358-36592 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Cladocera grubunun birey sayısının en yüksek olduğu tarih 02.04.2011'dur. Bu tarihte 36592 organizma ile toplam organizmanın % 25'ini oluşturmuştur. Cladocera'nın m<sup>3</sup>'de birey sayısının en düşük olduğu tarih ise 07.04.2009'dur ve m<sup>3</sup>'de 358 organizma ile toplam organizma içerisinde % 4,8'lik bir kısmı oluşturmuştur.

Grupta organizma sayısı örnekleme dönemi başları olan 2008 yılı Ekim-Aralık ayları arasında 1583-7833 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. İstasyonda en düşük organizmanın (1583 org/m<sup>3</sup>) 04.12.2008 tarihinde, en yüksek (7833 org/m<sup>3</sup>) ise 11.10.2008 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grubu *Daphnia hyalina* ve *Chydorus piger* temsil etmiştir ve toplam organizmanın % 30,1'lük ve % 23,1'lik kısmını oluşturmuşlardır. Aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte ise grupta, *Ceriodaphnia dubia* ve *Chydorus ovalis* türleri önemli olmuşlardır. Bu türler toplam organizmanın, sırası ile % 17,2'lik ve % 7,7 lik kısmını oluşturmuşlardır.

Aralık ayı ortalarında göl yüzeyi buz ile tamamen kaplanmıştır. Buz kaplı dönem 2009 yılı Mart ayı başlarına kadar devam etmiştir.

2009 yılı Mart-Mayıs ayları arasında organizma sayısı 3286-48268 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (3268 org/m<sup>3</sup>) 27.03.2009 tarihinde, en yüksek (48268 org/m<sup>3</sup>) ise 13.05.2009'da olduğu belirlenmiştir. Organizma sayısının düşük olduğu belirlenen bu örnekleme döneminde *Daphnia hyalina* tarafından temsil edilmiş ve toplam organizmanın % 21,9'unu oluşturmuştur. Grupta aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de *Daphnia hyalina* göze çarpan tür oluştururken, toplam organizmanın % 44,4'lük kısmını oluşturmuştur.

2009 yılı yaz dönemi olan Haziran-Ağustos arası dönemde organizma sayısı 10480-23222 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde istasyonda gruba ait en düşük organizma sayısının (10480 org/m<sup>3</sup>) 15.07.2009' tarihinde, en yüksek (23222 org/m<sup>3</sup>) ise 28.07.2009'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Daphnia hyalina*, *Chydorus ovalis*, *Chydorus piger* ve *Daphnia longispina* türleri ile temsil edilmiştir. Grupta *Daphnia hyalina* göze

çarpan tür olmuştur ve toplam organizmanın % 21,7'lik kısmını oluşturmuştur. Grupta aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de *Daphnia hyalina* öne çıkan tür olmuş ve toplam organizmanın % 32,8'lik kısmını oluşturmuştur.

2009 yılı Eylül-Kasım ayları arasında organizma sayısı 2133-12496 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu tarihler arasında en düşük organizma sayısının (2133 org/m<sup>3</sup>) 15.11.2009 tarihinde, en yüksek (12496 org/m<sup>3</sup>) ise 14.09.2009 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Daphnia hyalina* ile temsil edilmiştir ve toplam organizmanın % 50'sini oluşturmuştur. Grupta aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Ceriodaphnia reticulata* ve *Chydorus ovalis* göze çarpan türler olmuşlardır. Bu türler toplam organizmanın sırasıyla % 47,1 ve % 17,6'lık kısmını oluşturmuşlardır.

2009 yılı kış döneminde sadece Aralık ayında iki örnekleme yapılmıştır. 18.12.2009 tarihinde yapılan örneklemede grup üyelerine rastlanılmamıştır. 02.12.2009 tarihinde ise 10505 org/m<sup>3</sup> olduğu belirlenmiştir. Grupta *Chydorus ovalis* ve *Daphnia hyalina* önemli olan türler olmuşlardır. Bu türler toplam organizmanın % 25'lik ve % 16'lık kısmını oluşturmuşlardır.

III. istasyonda 2010 yılı Mart-Mayıs ayları arası alınan örneklerde organizma sayısı 2166-23388 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (2166 org/m<sup>3</sup>) 19.03.2010 tarihinde, en yüksek (23388 org/m<sup>3</sup>) ise 03.05.2010'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte *Chydorus ovalis* öne çıkan tür olmuştur. Bu tür toplam organizmanın % 10,3'lük kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de *Daphnia hyalina* ile temsil edilmiş ve toplam organizmanın % 52,7'lik kısmını oluşturmuştur.

2010 yılı Haziran-Ağustos döneminde istasyonda organizma sayısı 9554-29451 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (9554 org/m<sup>3</sup>) 28.06.2010 tarihinde, en yüksek (29451 org/m<sup>3</sup>) ise 02.06.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Daphnia hyalina* ve *Ceriodaphnia reticulata* ile temsil edilmiştir ve toplam organizmanın sırası ile % 33,3'lük, % 11,1'lik kısmını oluşturmuşlardır. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Daphnia hyalina* ve *Chydorus ovalis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 19,5 ve % 18'lik kısmını oluşturmuşlardır.

2010 yılı Sonbahar döneminde organizma sayısı 3752-16136 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde III. istasyonda en düşük sayıda organizmanın (3752 org/m<sup>3</sup>) 15.09.2010 tarihinde, en yüksek (16136 org/m<sup>3</sup>) ise 15.11.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grupta *Daphnia hyalina* göze çarpan tür olmuştur ve toplam organizmanın % 36,4'lük kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Daphnia hyalina* ve *Chydorus piger* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 32,6 ve % 4,3'lük kısmını oluşturmuşlardır.

2010 yılı Aralık ayında göl buz ile kaplanmadan önce alına örnekte m<sup>3</sup>'te 1880 organizma olduğu belirlenmiştir. Bu tarihte grup *Chydorus piger* ile temsil edilmiş ve toplam organizmanın % 28,5'ini oluşturmuştur.

2011 yılı Mart-Mayıs ayları arasında yapılan örnekleme döneminde organizma sayısı 7593-36592 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu örnekleme döneminde en düşük organizmanın (7593 org/m<sup>3</sup>) 16.03.2011 tarihinde, en yüksek (36592 org/m<sup>3</sup>) ise 02.04.2011 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu dönemde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup içerisinde *Daphnia hyalina* göze çarpan tür olmuştur. Bu tür toplam organizmanın % 12'ini oluşturmuştur. Organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de *Daphnia hyalina* ile temsil edilmiştir. Bu tür toplam organizmanın % 22,5'lik kısmını oluşturmuştur.

2011 yılı Haziran ayında alınan örnekte m<sup>3</sup>'te 8525 organizma sayılmıştır. Bu tarihte *Daphnia hyalina*, *Chydorus piger* ve *Ceriodaphnia reticulata* grubu temsil eden türler olmuşlardır ve toplam organizmanın sırası ile % 9,1 ve % 4,5'lik kısmını oluşturmuşlardır.

Tüm çalışma boyunca IV. istasyonda Cladocera grubundaki birey sayısı 230-32309 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Cladocera grubunun birey sayısının en yüksek olduğu tarih 02.04.2011'dur. Bu tarihte 32309 organizma ile toplam organizmanın % 52,5'ini oluşturmuştur. Cladocera'nın m<sup>3</sup>'de birey sayısının en düşük olduğu tarih ise 11.03.2009'dur ve m<sup>3</sup>'de 230 organizma ile toplam organizma içerisinde % 6,3'lük kısmı oluşturmuştur.

Grupta organizma sayısı örnekleme dönemi başları olan 2008 yılı Ekim-Aralık ayları arasında 749-1701 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. İstasyonda en düşük organizmanın (749 org/m<sup>3</sup>) 19.11.2008 tarihinde, en yüksek (1701 org/m<sup>3</sup>) ise 11.10.2008 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grubu *Daphnia hyalina* temsil etmiştir ve toplam organizmanın % 11,1'lik kısmını oluşturmuştur. Aynı örnekleme döneminde organizma

sayısının en yüksek olduğu tarihte ise grupta, *Ceriodaphnia* sp. önemli olmuştur. Bu tür toplam organizmanın % 33,3'lük kısmını oluşturmuştur.

Aralık ayı ortalarında göl yüzeyi buz ile tamamen kaplanmıştır. Buz kaplı dönem 2009 yılı Mart ayı başlarına kadar devam etmiştir.

2009 yılı Mart-Mayıs ayları arasında organizma sayısı 230-22608 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (230 org/m<sup>3</sup>) 11.03.2009' tarihinde, en yüksek (22608 org/m<sup>3</sup>) ise 28.04.2009'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının düşük olduğu belirlenen tarihte grup *Daphnia hyalina* tarafından temsil edilmiştir ve toplam organizmanın % 6,25'ini oluşturmuştur. Grupta aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de *Daphnia hyalina* göze çarpan tür oluştururken, toplam organizmanın % 43,2'lik kısmını oluşturmuştur.

2009 yılı yaz dönemi olan Haziran-Ağustos arası dönemde organizma sayısı 4901-11943 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde istasyonda gruba ait en düşük organizma sayısının (4901 org/m<sup>3</sup>) 30.06.2009' tarihinde, en yüksek (11943 org/m<sup>3</sup>) ise 15.07.2009'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grupta *Daphnia hyalina* öne çıkan tür olmuştur ve toplam organizmanın % 53,6'sını oluşturmuştur. Grup içinde aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Daphnia hyalina*, *Chydorus ovalis* ve *C. piger* öne çıkan türler olmuşlardır. Toplam organizmanın sırası ile % 50'lik ve % 11'erlik kısımlarını oluşturmuştur.

2009 yılı Eylül-Kasım ayları arasında organizma sayısı 1645-29359 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu tarihler arasında en düşük organizma sayısı (1645 org/m<sup>3</sup>) 02.09.2009 tarihinde, en yüksek (23259 org/m<sup>3</sup>) ise 05.10.2009 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Ceriodaphnia reticulata* ile temsil edilmiştir ve toplam organizmanın % 25'ini oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Daphnia hyalina*, *Ceriodaphnia reticulata* ve *Chydorus ovalis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın sırası ile % 66,7 ve % 27 ve % 5,6'lık kısmını oluşturmuşlardır.

2009 yılı kış döneminde sadece Aralık ayında iki örnekleme yapılmıştır. 18.12.2009 tarihinde yapılan örneklemede grup üyelerine rastlanılmamıştır. 02.12.2009 tarihinde ise 18511 org/m<sup>3</sup> olduğu belirlenmiştir. Grup *Daphnia hyalina*, *Chydorus*

*ovalis* ve *D. Pulex* türleri ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın sırası ile % 41,7'lik % 8,3'lük ve % 6,3'lük kısmını oluşturmuşlardır.

IV. istasyonda 2010 yılı Mart-Mayıs ayları arası alınan örneklerde organizma sayısı 5959-32105 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (5959 org/m<sup>3</sup>) 18.05.2010 tarihinde, en yüksek (32105 org/m<sup>3</sup>) ise 03.05.2010'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte *Daphnia hyalina* ve *Chydorus ovalis* öne çıkan türler olmuştur. Bu türlerin ikisinde toplam organizmanın %22,7'lik kısmını oluşturmuşlardır. Grupta aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Daphnia hyalina*'nın grup içerisinde baskınlığı göze çarpmaktadır ve toplam organizmanın % 70,1' lik kısmını oluşturmuştur.

2010 yılı Haziran-Ağustos döneminde istasyonda organizma sayısı 5776-36946 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (5776 org/m<sup>3</sup>) 18.07.2010' tarihinde, en yüksek (36946 org/m<sup>3</sup>) ise 25.08.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Daphnia hyalina* ve *Chydorus ovalis* ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın sırası ile % 12,2'lik ve % 4,9'luk kısmını oluşturmuşlardır. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de *Daphnia hyalina* ve *Chydorus ovalis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 65,9 ve % 9,8' lik kısmını oluşturmuşlardır.

2010 yılı Sonbahar döneminde organizma sayısı 1565-24046 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde IV. istasyonda en düşük organizmanın (1565 org/m<sup>3</sup>) 07.10.2010 tarihinde, en yüksek (24046 org/m<sup>3</sup>) ise 15.11.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Ceriodaphnia reticulata* ile temsil edilmiş ve toplam organizmanın % 40'lık kısmını oluşturmuştur. Grupta aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Daphnia hyalina* önemli tür olmuştur. Bu tür toplam organizmanın % 42,2'lik kısmını oluşturmuştur.

2010 yıl Aralık ayında göl buz ile kaplanmadan önce alınan örnekte m<sup>3</sup>'te 9495 organizma olduğu belirlenmiştir. Bu tarihte grup *Daphnia hyalina* ile temsil edilmiş ve toplam organizmanın % 45,2'ini oluşturmuştur.

2011 yılı Mart-Mayıs ayları arasında yapılan örneklemelelerde organizma sayısı 4423-32309 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu örneklemelelerde en düşük organizmanın (4423 org/m<sup>3</sup>) 16.03.2011 tarihinde, en yüksek (32309 org/m<sup>3</sup>) ise 02.04.2011 tarihinde

olduğu belirlenmiştir. Bu dönemde organizma sayısının en dşuk olduğu tarihte grup içerisinde *Daphnia hyalina* ve *Chydorus piger* göze çarpan türler olmuştur. Bu türler toplam organizmanın % 9,4'lk ve %2,3'lk kısmını oluşturmuştur. Organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Daphnia hyalina* grup içerisindeki tek tür olmuştur. Bu tür toplam organizmanın % 52,5'lik kısmını oluşturmuştur.

2011 yılı Haziran ayında alınan örnekte m<sup>3</sup>'te 9289 organizma sayılmıştır. Bu tarihte *Daphnia hyalina*, *D. Ambigua* ve *Chydorus ovalis* grubu temsil eden türler olmuşlardır. Toplam organizmanın sırası ile % 4,2'lik, % 4,2'lik ve % 2,1'lik kısmını oluşturmuşlardır.

Tüm alışma boyunca V. istasyonda Cladocera grubundaki birey sayısı 705-114650 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Cladocera grubunun birey sayısının en yüksek olduğu tarih 12.04.2010'dur. Bu tarihte 114650 organizma ile toplam organizmanın % 83,5'ini oluşturmuştur. Cladocera'nın m<sup>3</sup>'de birey sayısının en dşuk olduğu tarih ise 11.03.2009'dur ve m<sup>3</sup>'de 705 organizma ile toplam organizma içerisinde % 9,4'lk kısmı oluşturmuştur.

Grupta organizma sayısı örnekleme dönemi başları olan 2008 yılı Ekim-Aralık ayları arasında 1074-1896 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. İstasyonda en dşuk organizmanın (1074 org/m<sup>3</sup>) 11.10.2008 tarihinde, en yüksek (1896 org/m<sup>3</sup>) ise 04.12.2008 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Grup yelerine 31.10.2008 ve 19.11.2008 tarihinde rastlanılamamıştır. Bu rnekleme döneminde organizma sayısının en dşuk olduğu tarihte grubu *Chydorus piger* temsil etmiştir ve bu tür toplam organizmanın tamamını oluşturmuştur. Aynı rnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte ise grup *Chydorus piger*, *Daphnia hyalina* ve *Daphnia* sp. türleri ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın sırası ile % 9,5 ve % 4,8'lik kısımlarını oluşturmuşlardır.

Aralık ayı ortalarında gl yüzeyi buz ile tamamen kaplanmıştır. Buz kaplı dönem 2009 yılı Mart ayı başlarına kadar devam etmiştir.

2009 yılı Mart-Mayıs ayları arasında organizma sayısı 705-31039 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde istasyonda en dşuk organizma sayısının (705 org/m<sup>3</sup>) 11.03.2009' tarihinde, en yüksek (31039 org/m<sup>3</sup>) ise 18.04.2009'da olduğu belirlenmiştir. Bu rnekleme döneminde organizma sayısının dşuk olduğu belirlenen tarihte grup *Daphnia hyalina* ve *Chydorus piger* tarafından temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 66,7'sini ve % 33,3'n oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Daphnia hyalina*, *Chydorus*



*piger* ve *C. Ovalis* ile temsil edilmiştir. Grup içerisinde *Daphnia hyalina*'nın baskınlığı söz konusudur. Bu tür toplam organizmanın % 47,4'lük kısmını oluşturmuştur.

2009 yılı yaz dönemi olan Haziran-Ağustos arası dönemde organizma sayısı 9289-13368 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde istasyonda gruba ait en düşük organizma sayısının (9289 org/m<sup>3</sup>) 30.06.2009' tarihinde, en yüksek (13368 org/m<sup>3</sup>) ise 16.06.2009'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Daphnia hyalina*, *Chydorus piger*, *C. ovalis* ve *Alona* sp. türleri ile temsil edilmiştir. Bu türlerden *Daphnia hyalina* grup içinde önemli olmuştur. Toplam organizmanın % 64,3'ünü oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Daphnia hyalina*, *D. Longispina* ve *Chydorus piger* ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın sırası ile % 41,9'lık, % 6,5'lik ve % 3,2'lik kısmını oluşturmuştur.

2009 yılı Eylül-Kasım ayları arasında organizma sayısı 3373-14691 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu tarihler arasında en düşük organizma sayısı (3373 org/m<sup>3</sup>) 02.09.2009 tarihinde, en yüksek (14961 org/m<sup>3</sup>) ise 15.11.2009 tarihinde olduğu belirlenmiştir. 14.09.2009 tarihinde grup üyelerine rastlanılamamıştır. Örnekleme döneminin organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Chydorus ovalis* ile temsil edilmiştir ve toplam organizmanın tamamını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Daphnia hyalina* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın tamamını oluşturmuştur.

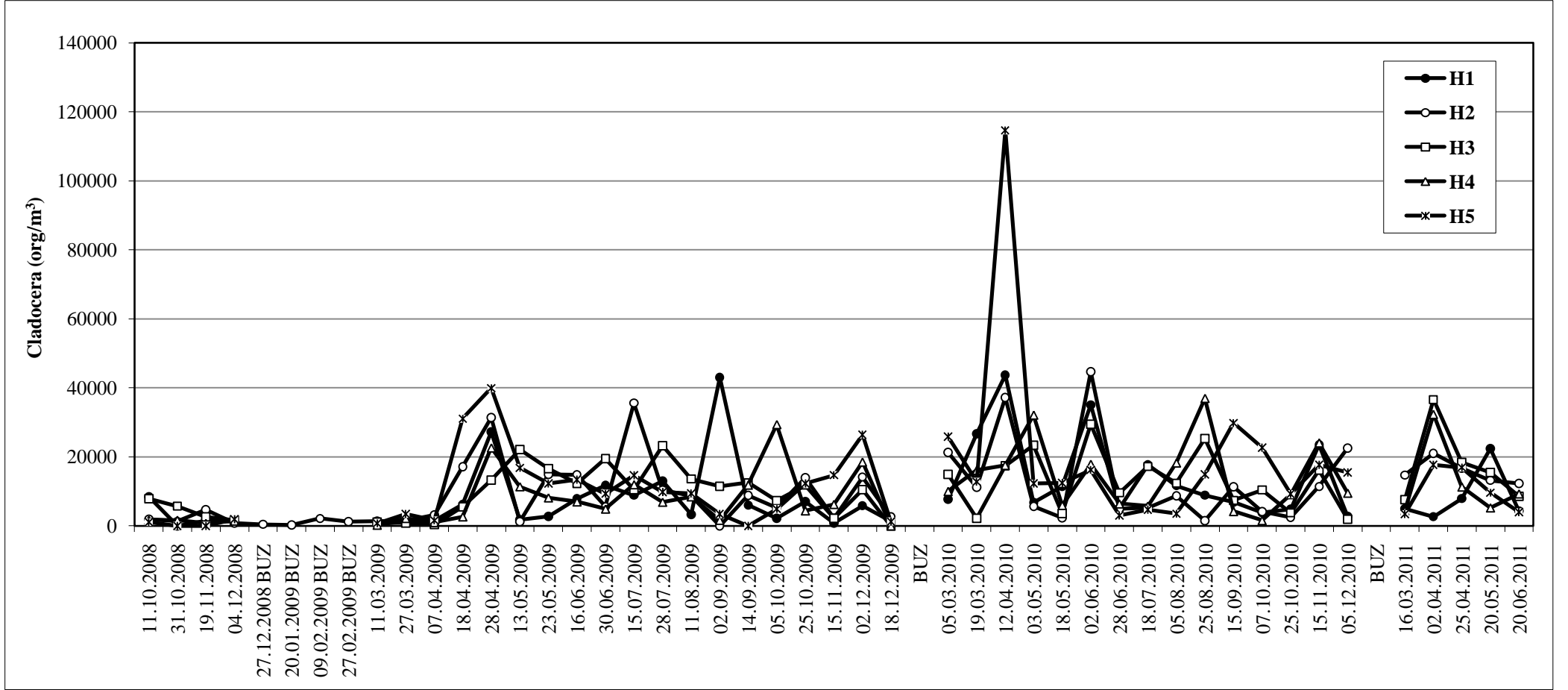
2009 yılı kış döneminde sadece Aralık ayında iki örnekleme yapılmıştır. Bu örnekleme döneminde organizma sayısı 1244-26415 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Grup her iki tarihte de *Daphnia hyalina* ile temsil edilmiştir. Bu tür 02.12.2009 tarihinde toplam organizmanın % 41,7'sini, 18.12.2009 tarihinde ise % 7,7'lik kısmını oluşturmuştur.

V. istasyonda 2010 yılı Mart-Mayıs ayları arası alınan örneklerde organizma sayısı 12415-114650 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (12415 org/m<sup>3</sup>) 18.05.2010 tarihinde, en yüksek (114650 org/m<sup>3</sup>) ise 12.04.2010'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte *Daphnia hyalina* ve *Chydorus ovalis* ile temsil edilmiştir. Sırası ile toplam organizmanın % 54,5'lik ve % 4,5'lik kısmını oluşturmuşlardır. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de aynı türler tarafından temsil edilmiştir. *Daphnia hyalina* toplam organizmanın % 94,4' lük kısmını oluşturmuştur.

2010 yılı Haziran-Ağustos döneminde istasyonda organizma sayısı 2970-16218 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (2970 org/m<sup>3</sup>) 28.06.2010' tarihinde, en yüksek (16218 org/m<sup>3</sup>) ise 25.08.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Daphnia hyalina* ile temsil edilmiştir ve toplam organizmanın % 13,3'lük kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Chydorus ovalis*, *Daphnia hyalina*, *D. Ambigua* ve *Ceriodaphnia reticulata* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın sırası ile % 47,8'li, % 26,1'lik, % 8,7'lik ve % 4,3'lük kısmını oluşturmuşlardır.

2010 yılı Sonbahar döneminde organizma sayısı 9200-29801 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde V. istasyonda en düşük organizmanın (9200 org/m<sup>3</sup>) 25.10.2010 tarihinde, en yüksek (29801 org/m<sup>3</sup>) ise 15.09.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Daphnia hyalina*, *Chydorus piger* ve *Ceriodaphnia reticulata* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın sırası ile % 41,7'lik, % 16,7'lik ve % 8,3'lük kısmını oluşturmuşlardır. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Daphnia hyalina* ve *Ceriodaphnia reticulata* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 81,8'lik ve % 18,2'lik kısmını oluşturmuştur.

2010 yılı Aralık ayında göl buz ile kaplanmadan önce alınan örnekte m<sup>3</sup>'te 15441 organizma olduğu belirlenirken grupta *Daphnia hyalina*, *D. ambigua* ve *Chydorus piger* göze çarpan türler olmuşlar fakat grup içerisinde *Daphnia hyalina*'nın baskınlığı gözlenmiş ve toplam organizmanın % 53,8'ini oluşturmuştur. 2011 yılı Mart-Mayıs ayları arasında yapılan örnekleme organizma sayısı 3417-17693 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu örnekleme en düşük organizmanın (3417 org/m<sup>3</sup>) 16.03.2011 tarihinde, en yüksek (17693 org/m<sup>3</sup>) ise 02.04.2011 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu dönemde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup içerisinde *Daphnia hyalina* ve *Ceriodaphnia reticulata* göze çarpan türler olmuştur. Bu türler toplam organizmanın % 83,3'lük ve % 16,7'lik kısmını oluşturmuştur. Grubu organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Daphnia hyalina* toplam organizmanın % 17,7'sini ve *Chydorus piger* % 4,4'lük kısmını kapsayarak temsil etmişlerdir. 2011 yılı Haziran ayında alınan örnekte m<sup>3</sup>'te 3944 organizma sayılmıştır. Bu tarihte *Daphnia hyalina* grubu temsil eden tek tür olarak toplam organizmanın % 3,8'ini oluşturmuştur. Hafik Gölünde Cladocera grubunun araştırma süresi içinde mevsimsel değişimi Şekil 3.3.1.1.1'deki grafikte verilmiştir.



Şekil.3.3.1.1.1. Örneklem istasyonlarında Cladocera bölümüne ait organizmaların mevsimsel değişimi.

### 3.3.1.2. Calanoida

Tüm çalışma boyunca I. istasyonda Calanoida grubundaki birey sayısı 637-60156 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Calanoida grubunun birey sayısının en yüksek olduğu tarih 15.11.2010'dur. Bu tarihte 60156 organizma ile toplam zooplanktonun % 61,5'ini oluşturmuştur. Calanoida'nın m<sup>3</sup>'de birey sayısının en düşük olduğu tarih ise 18.05.2010'dur ve m<sup>3</sup>'de 637 organizma ile toplam zooplanktonun % 5'lik kısmı oluşturmuştur.

Grupta organizma sayısı örnekleme dönemi başları olan 2008 yılı Ekim-Aralık ayları arasında 4479-10597 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. İstasyonda en düşük organizmanın (4479 org/m<sup>3</sup>) 19.11.2008 tarihinde, en yüksek (10597 org/m<sup>3</sup>) ise 31.10.2008 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grubu *Arctodiaptomus similis* temsil etmiştir ve bu tür toplam organizmanın % 56,3'ünü oluşturmuştur. Aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de *Arctodiaptomus similis* ile temsil ederken toplam organizmanın tamamını (% 100) oluşturmuştur.

Aralık ayı ortalarında göl yüzeyi buz ile tamamen kaplanmış ve buz kaplı dönem 2009 yılı Mart ayı başlarına kadar devam etmiştir.

2009 yılı Mart- Mayıs ayları arasında alınan örneklerdeki organizma sayısı 4504-13322 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (4504 org/m<sup>3</sup>) 18.04.2009' tarihinde, en yüksek (13322 org/m<sup>3</sup>) ise 28.04.2009'da olduğu belirlenmiştir. Organizma sayısının düşük olduğu örnekleme döneminde grup *Arctodiaptomus similis* ve *Diaptomus* sp. tarafından temsil edilmiş ve toplam organizmanın % 18,4 ve % 8,2'ini oluşturmuşlardır. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilirken toplam organizmanın % 32,8'lik kısmını oluşturmuştur.

2009 yılı yaz dönemi olan Haziran-Ağustos arası dönemde organizma sayısı 3287-22626 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde istasyonda gruba ait en düşük organizma sayısı (3287 org/m<sup>3</sup>) 11.08.2009' tarihinde, en yüksek organizma sayısı 22626 org/m<sup>3</sup> ile 28.07.2009'da saptanmıştır. Bu örnekleme döneminde grup organizma sayısının en düşük olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiş ve toplam organizmanın % 37,5'lik oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilirken toplam organizma içinde sırası ile % 61,2 ve % 2,3'lük kısmı işgal etmişlerdir.

2009 yılı Eylül-Kasım ayları arasında organizma sayısı 3262-14086 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu tarihler arasında en düşük organizma sayısının (3262 org/m<sup>3</sup>) 05.10.2009 tarihinde, en yüksek (14086 org/m<sup>3</sup>) ise 25.10.2009 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Örnekleme döneminin organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiş ve toplam organizmanın % 60'ını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 55,6'lık ve % 11,1'lik kısmını oluşturmuşlardır.

2009 yılı kış döneminde sadece Aralık ayında iki örnekleme yapılmıştır. Bu örnekleme döneminde organizma sayısı 5444-10837 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Grup her iki tarihte de *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Bu türlerden *Diaptomus* sp. grup içerisinde göze çarpan tür ve 02.12.2009 tarihinde toplam organizmanın % 40'ını, 18.12.2009 tarihinde ise % 70'lik kısmını oluşturmuştur.

I. istasyonda 2010 yılı Mart-Mayıs ayları arası alınan örneklerde organizma sayısı 637-16034 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (637 org/m<sup>3</sup>) 18.05.2010 tarihinde, en yüksek (16034 org/m<sup>3</sup>) ise 12.04.2010'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiş ve toplam organizmanın % 5'lik kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* tarafından temsil edilmiş ve toplam organizmanın sırası ile % 14'lük ve % 11,4'lük kısmını oluşturmuşlardır.

2010 yılı Haziran-Ağustos döneminde istasyonda organizma sayısı 2956-20415 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (2956 org/m<sup>3</sup>) 25.08.2010' tarihinde, en yüksek (20415 org/m<sup>3</sup>) ise 28.06.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 23,1'lik kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın sırası ile % 53,1'lik, % 21,9'lük, kısmını oluşturmuşlardır.

2010 yılı Sonbahar döneminde organizma sayısı 2895-60156 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde I. istasyonda en düşük organizmanın (2895 org/m<sup>3</sup>) 07.10.2010 tarihinde, en yüksek (60156 org/m<sup>3</sup>) ise 15.11.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte

grup *Diaptomus* sp. ile edilmiştir. Bu tür toplam organizmanın % 33,3'lük, kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 44,2'lik ve % 17,3'lük kısmını oluşturmuştur.

2010 yıl Aralık ayında göl buz ile kaplanmadan kısa bir süre önce alınan örneklerde m<sup>3</sup>'te 13684 zooplanktonik organizma olduğu belirlenmiştir. Bu tarihte grupta *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* göze çarpan türlerdir. Toplam organizmanın sırası ile % 36,4'lük ve % 31,8'lik kısmını oluşturmuşlardır.

2011 yılı Mart-Mayıs ayları arasında yapılan örneklemelerde organizma sayısı 663-34335 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu örneklemelerde en düşük organizmanın (663 org/m<sup>3</sup>) 02.04.2011 tarihinde, en yüksek (34335 org/m<sup>3</sup>) ise 16.03.2011 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu dönemde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup içerisinde *Diaptomus* sp. göze çarpan tür olmuştur. Bu tür toplam organizmanın % 7,7'lik kısmını oluşturmuştur. Grubu organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* temsil etmiştir. Bu türlerden *Diaptomus* sp. Toplam organizmanın % 45,5'ini *Arctodiaptomus similis* ise % 18,4'lük kısmını oluşturmuştur.

2011 yılı Haziran ayında alınan örnekte m<sup>3</sup>'te 47439 organizma sayılmıştır. Bu tarihte *Diaptomus* sp. grup içerisinde öne çıkan tür olmuştur. Toplam organizmanın % 88,9'unu oluşturmuştur.

Tüm çalışma boyunca II. istasyonda Calanoida grubundaki birey sayısı 295-83599 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Calanoida grubunun birey sayısının en yüksek olduğu tarih 05.12.2010'dur. Bu tarihte 83599 organizma ile toplam organizmanın % 74,1'ini oluşturmuştur. Calanoida'nın m<sup>3</sup>'de birey sayısının en düşük olduğu tarih ise 13.05.2009'dur ve m<sup>3</sup>'de 295 organizma ile toplam organizma içerisinde % 20'lik kısmı oluşturmuştur.

Grupta organizma sayısı örnekleme dönemi başları olan Ekim-Aralık 2008'de 358-14191 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. İstasyonda en düşük organizmanın (358 org/m<sup>3</sup>) 19.11.2008 tarihinde, en yüksek ise 31.10.2008 tarihinde olduğu belirlenirken (14191 org/m<sup>3</sup>) sırasıyla organizma sayısının en düşük ve en yüksek olduğu tarihlerde grubu *Arctodiaptomus similis* % 6,7 ve % 91,7 ile temsil etmiştir.

Aralık ayı ortalarında göl yüzeyi buz ile tamamen kaplanmıştır ve bu durum 2009 yılı Mart ayı başlarına kadar devam etmiştir. Buz ile kaplı olan bu dönemde buz kırılarak 40 cm çapında bir delik açılarak yapılan örneklemede organizma sayısının

2654-8017 org/m<sup>3</sup> arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Bu örnekleme döneminde istasyonda en düşük organizmanın (2654 org/m<sup>3</sup>) 27.02.2009 tarihinde, en yüksek (8017 org/m<sup>3</sup>) ise 20.01.2009 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grubu *Arctodiaptomus similis* ve *Diaptomus* sp. temsil etmiş ve toplam organizmanın sırası ile % 37,5'lik ve % 29,7'lik kısmını oluşturmuşlardır. Aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte ise grupta sadece *Arctodiaptomus similis* toplam organizmada% 97,6'lık bir oranla göze çarpmaktadır.

2009 yılı Mart-Mayıs ayları arasında organizma sayısı 295-20052 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (295 org/m<sup>3</sup>) 13.05.2009' tarihinde, en yüksek (20052 org/m<sup>3</sup>) ise 18.04.2009'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının düşük olduğu belirlenen tarihte *Diaptomus* sp. tarafından temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 20'lik kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Arctodiaptomus similis* ve *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın sırası ile % 21,3'lük ve % 16,9'luk kısmını oluşturmuştur.

2009 yılı yaz dönemi olan Haziran-Ağustos arası dönemde organizma sayısı 5511-37437 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde istasyonda gruba ait en düşük organizma sayısının (5511 org/m<sup>3</sup>) 16.06.2009' tarihinde, en yüksek (37437 org/m<sup>3</sup>) ise 15.07.2009'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 27,1'lik oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın sırası ile % 44,2 ve % 6,7'lik kısmını oluşturmuşlardır.

2009 yılı Eylül-Kasım ayları arasında organizma sayısı 2543-19276 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu tarihler arasında en düşük organizma sayısı (2543 org/m<sup>3</sup>) 02.09.2009 tarihinde, en yüksek (19276 org/m<sup>3</sup>) ise 25.10.2009 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Örnekleme döneminin organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiştir ve toplam organizmanın % 100'ünü oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 47,6'lık ve % 9,5'lik kısmını oluşturmuştur.

2009 yılı kış döneminde sadece Aralık ayında iki örnekleme yapılmıştır. Bu örnekleme döneminde organizma sayısı 6286-17201 org/m<sup>3</sup> arasında değişim

göstermiştir. Grup her iki tarihte de *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Bu türlerden *Diaptomus* sp. grup içerisinde göze çarpan tür ve 02.12.2009 tarihinde toplam organizmanın % 45'ini, 18.12.2009 tarihinde ise % 42'lik kısmını oluşturmuştur.

II. istasyonda 2010 yılı Mart-Mayıs ayları arası alınan örneklerde organizma sayısı 1825-13649 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (1825 org/m<sup>3</sup>) 18.05.2010 tarihinde, en yüksek (13649 org/m<sup>3</sup>) ise 05.03.2010'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın sırası ile %33,3'lük ve %11,1'lik kısmını oluşturmuşlardır. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* tarafından temsil edilmiştir. Toplam organizmanın sırası ile % 29,9'luk ve % 7,2'lik kısmını oluşturmuşlardır.

2010 yılı Haziran-Ağustos döneminde istasyonda organizma sayısı 2561-26152 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (2561 org/m<sup>3</sup>) 05.08.2010 tarihinde, en yüksek (26152 org/m<sup>3</sup>) ise 02.06.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 18,2'lik ve % 4,5'lik kısımlarını oluşturmuşlardır. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın sırası ile % 29,4'lük ve % 6,5'lik, kısmını oluşturmuşlardır.

2010 yılı Sonbahar döneminde organizma sayısı 2115-15586 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde II. istasyonda en düşük organizmanın (2115 org/m<sup>3</sup>) 15.09.2010 tarihinde, en yüksek (15586 org/m<sup>3</sup>) ise 15.11.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Arctodiaptomus similis* ve *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 10,5'lik ve % 5,3'lük kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Arctodiaptomus similis* ve *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 31,6'lık ve % 14'lük kısmını oluşturmuştur.

2010 yıl Aralık ayında göl buz ile kaplanmadan önce alınan örnekte m<sup>3</sup>'te 83599 organizma olduğu belirlenmiştir. Bu tarihte grupta *Arctodiaptomus similis* ve



*Diaptomus* sp. göze çarpan türlerdir. Toplam organizmanın sırası ile % 41,2'lik ve % 32,9'luk kısmını oluşturmuşlardır.

2011 yılı Mart-Mayıs ayları arasında yapılan örneklemelelerde organizma sayısı 7846-18288 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu örneklemelelerde en düşük organizmanın (7846 org/m<sup>3</sup>) 25.04.2011 tarihinde, en yüksek (18288 org/m<sup>3</sup>) ise 20.05.2011 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu dönemde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 20,7'lik ve % 6,9'luk kısmını oluşturmuştur. Grubu organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* temsil etmiştir. Bu türlerden *Diaptomus* sp. toplam organizmanın % 46,7'sini *Arctodiaptomus similis* ise % 6,4'lük kısmını oluşturmuştur.

2011 yılı Haziran ayında alınan örnekte m<sup>3</sup>'te 81531 organizma sayılmıştır. Bu tarihte *Diaptomus* sp. grup içerisinde öne çıkan tür olmuştur. Toplam organizmanın % 54,7'sini oluşturmuştur.

Tüm çalışma boyunca III. istasyonda Calanoida grubundaki birey sayısı 725-67957 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Calanoida grubunun birey sayısının en yüksek olduğu tarih 02.04.2011'dur. Bu tarihte 67957 organizma ile toplam organizmanın % 46,4'ünü oluşturmuştur. Calanoida'nın m<sup>3</sup>'de birey sayısının en düşük olduğu tarih ise 05.10.2009'dur ve m<sup>3</sup>'de 725 organizma ile toplam organizma içerisinde % 5,6'lık kısmı oluşturmuştur.

Grupta organizma sayısı örnekleme dönemi başları olan 2008 yılı Ekim-Aralık ayları arasında 1357-15666 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. İstasyonda en düşük organizmanın (1357 org/m<sup>3</sup>) 04.12.2008 tarihinde, en yüksek (15666 org/m<sup>3</sup>) ise 11.10.2008 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grubu *Arctodiaptomus similis* temsil etmiştir ve bu tür toplam organizmanın % 46,2'sini oluşturmuştur. Aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 65,4'lük kısmını oluşturmuştur.

Aralık ayı ortalarında göl yüzeyi buz ile tamamen kaplanmıştır. Buz kaplı dönem 2009 yılı Mart ayı başlarına kadar devam etmiştir. 2009 yılı Mart- Mayıs ayları arasında organizma sayısı 2567-26145 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (2567 org/m<sup>3</sup>) 27.03.2009' tarihinde, en yüksek (26145 org/m<sup>3</sup>) ise 13.05.2009'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının düşük olduğu belirlenen tarihte *Diaptomus* sp. ve

*Arctodiaptomus similis* tarafından temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 43,75 ve % 34,4'ünü oluşturmuşlardır. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın sırası ile % 37,5'lik ve % 16,7'lik kısmını oluşturmuştur.

2009 yılı yaz dönemi olan Haziran-Ağustos arası dönemde organizma sayısı 5359-38703 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde istasyonda gruba ait en düşük organizma sayısının (5359 org/m<sup>3</sup>) 16.06.2009' tarihinde, en yüksek (38703 org/m<sup>3</sup>) ise 28.07.2009'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 29,2'lik kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın sırası ile % 59,4 ve % 3,1'lik kısmını oluşturmuşlardır.

2009 yılı Eylül-Kasım ayları arasında organizma sayısı 725-16311 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu tarihler arasında en düşük organizma sayısı (725 org/m<sup>3</sup>) 05.10.2009 tarihinde, en yüksek (16311 org/m<sup>3</sup>) ise 02.09.2009 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Örnekleme döneminin organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir ve toplam organizmanın % 5,5'ini oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiştir. Bu tür toplam organizmanın % 55,6'lık kısmını oluşturmuştur.

2009 yılı kış döneminde sadece Aralık ayında iki örnekleme yapılmıştır. Bu örnekleme döneminde organizma sayısı 1469-13657 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Grup 02.12.2009 tarihinde *Arctodiaptomus similis* ve *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın sırası ile % 29,2 ve % 25'lik kısmını oluşturmuşlardır. 18.12.2009 ise *Diaptomus* sp. grup içerisinde göze çarpan tür olmuştur ve toplam organizmanın % 66,7'sini oluşturmuştur.

III. istasyonda 2010 yılı Mart-Mayıs ayları arası alınan örneklerde organizma sayısı 2035-15072 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (2035 org/m<sup>3</sup>) 18.05.2010 tarihinde, en yüksek (15072 org/m<sup>3</sup>) ise 03.05.2010'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiş ve toplam organizmanın % 25'lik kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek

olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* tarafından temsil edilmiştir. Toplam organizmanın sırası ile % 31,1'lik ve % 8,1'lik kısmını oluşturmuşlardır.

2010 yılı Haziran-Ağustos döneminde istasyonda organizma sayısı 7238-43311 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (7238 org/m<sup>3</sup>) 25.08.2010' tarihinde, en yüksek (43311 org/m<sup>3</sup>) ise 02.06.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın sırası ile % 18,9'luk ve % 2,7'lik kısmını oluşturmuşlardır. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın sırası ile % 41,4'lük ve % 17,2'lik kısmını oluşturmuşlardır.

2010 yılı Sonbahar döneminde organizma sayısı 1299-15186 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde III. istasyonda en düşük organizmanın (1299 org/m<sup>3</sup>) 07.10.2010 tarihinde, en yüksek (15186 org/m<sup>3</sup>) ise 15.11.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Diaptomus* sp. ile edilmiştir. Bu tür toplam organizmanın % 8,3'lük kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 56,3'lük ve % 43,8'lik kısmını oluşturmuştur.

2010 yılı Aralık ayında göl buz ile kaplanmadan önce alınan örnekte m<sup>3</sup>'te 2820 organizma olduğu belirlenmiştir. Bu tarihte grupta *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* göze çarpan türlerdir. Toplam organizmanın sırası ile % 28,6'lık ve % 5,5'lik kısmını oluşturmuşlardır.

2011 yılı Mart-Mayıs ayları arasında yapılan örneklemelelerde organizma sayısının 9753-67957 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu örneklemelelerde en düşük organizmanın (9753 org/m<sup>3</sup>) 25.04.2011 tarihinde, en yüksek (67957 org/m<sup>3</sup>) ise 02.04.2011 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu dönemde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup içerisinde *Diaptomus* sp. göze çarpan tür olmuştur. Bu türler toplam organizmanın % 17,6'lık kısmını oluşturmuştur. Grubu organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* temsil etmiştir. Bu türlerden *Diaptomus* sp. toplam organizmanın % 28,5'ini *Arctodiaptomus similis* ise % 17,8'ini oluşturmuştur. 2011 yılı Haziran ayında alınan örnekte m<sup>3</sup>'te 34099 organizma sayılmıştır. Bu tarihte grubu *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* temsil etmiştir. Bu türler toplam organizmanın sırası ile % 63,6 ve % 9,1'lik kısımlarını oluşturmuşlardır.

Tüm çalışma boyunca IV. istasyonda Calanoida grubundaki birey sayısı 663-28053 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Calanoida grubunun birey sayısının en yüksek olduğu tarih 18.07.2010'dur. Bu tarihte 28053 organizma ile toplam organizmanın % 82,9'unu oluşturmuştur. Calanoida'nın m<sup>3</sup>'de birey sayısının en düşük olduğu tarih ise 18.12.2009'dur ve m<sup>3</sup>'de 663 organizma ile toplam organizma içerisinde % 100'lük kısmı oluşturmuştur.

Grupta organizma sayısı örnekleme dönemi başları olan 2008 yılı Ekim-Aralık ayları arasında 1191-8421 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. İstasyonda en düşük organizmanın (1191 org/m<sup>3</sup>) 04.12.2008 tarihinde, en yüksek (8421 org/m<sup>3</sup>) ise 31.10.2008 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grubu *Arctodiaptomus similis* temsil etmiştir ve bu tür toplam organizmanın % 45,5'ini oluşturmuştur. Aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 80'lik kısmını oluşturmuştur.

Aralık ayı ortalarında göl yüzeyi buz ile tamamen kaplanmıştır. Buz kaplı dönem 2009 yılı Mart ayı başlarına kadar devam etmiştir.

2009 yılı Mart-Mayıs ayları arasında organizma sayısı 1659-25999 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (1659 org/m<sup>3</sup>) 07.04.2009' tarihinde, en yüksek (25999 org/m<sup>3</sup>) ise 28.04.2009'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının düşük olduğu belirlenen tarihte *Arctodiaptomus similis* ve *Diaptomus* sp. tarafından temsil edilmiştir. Toplam organizmanın sırası ile % 28,6 ve % 7,1'ini oluşturmuşlardır. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de *Arctodiaptomus similis* ve *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın sırası ile % 50'lik ve % 2,2'lik kısmını oluşturmuştur.

2009 yılı yaz dönemi olan Haziran-Ağustos arası dönemde organizma sayısı 2654-16875 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde istasyonda gruba ait en düşük organizma sayısının (2654 org/m<sup>3</sup>) 15.07.2009' tarihinde, en yüksek (16875 org/m<sup>3</sup>) ise 11.08.2009'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Arctodiaptomus similis* ve *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 13,6'lık ve % 4,5'lik kısmını oluşturmuşlardır. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 63,6'lık kısmını oluşturmuştur.

2009 yılı Eylül-Kasım ayları arasında organizma sayısı 4158-18611 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu tarihler arasında en düşük organizma sayısının (4158 org/m<sup>3</sup>) 15.11.2009 tarihinde, en yüksek (18611 org/m<sup>3</sup>) ise 25.10.2009 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Örnekleme döneminin organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir ve toplam organizmanın % 26,6'sını ve % 13,3'ünü oluşturmuşlardır. Grubu aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Metadiaptomus* sp. ve *Diaptomus* sp. temsil etmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 52,4'lık ve % 28,6'lık kısmını oluşturmuşlardır. Bu örnekleme dönemi içinde yer alan 05.10.2009 tarihinde grup üyelerine alınan örnekte ratlanılamamıştır.

2009 yılı kış döneminde sadece Aralık ayında iki örnekleme yapılmıştır. Bu örnekleme döneminde organizma sayısı 663-13712 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Grup 02.12.2009 tarihinde *Arctodiaptomus similis* ve *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiştir. Her iki organizmada toplam organizmanın % 20,8'erlik kısmını oluşturmuşlardır. 18.12.2009 ise *Diaptomus* sp. grup içerisinde göze çarpan tür olmuştur ve toplam organizmanın % 100'ünü oluşturmuştur.

IV. istasyonda 2010 yılı Mart- Mayıs ayları arası alınan örneklerde organizma sayısı 2013-9104 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (2013 org/m<sup>3</sup>) 19.03.2010 tarihinde, en yüksek (9140 org/m<sup>3</sup>) ise 03.05.2010'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 10,8'lik kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* tarafından temsil edilmiştir. Toplam organizmanın sırası ile % 13,8'lik ve % 8,1'lik kısmını oluşturmuşlardır.

2010 yılı Haziran-Ağustos döneminde istasyonda organizma sayısı 1216-28053 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (1216 org/m<sup>3</sup>) 05.08.2010' tarihinde, en yüksek (28053 org/m<sup>3</sup>) ise 18.07.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın sırası ile % 6,3'lük kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 15,4'erlik kısmını oluşturmuşlardır.

2010 yılı Sonbahar döneminde organizma sayısı 1650-18819 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde IV. istasyonda en düşük organizmanın (1650 org/m<sup>3</sup>) 25.10.2010 tarihinde, en yüksek (18819 org/m<sup>3</sup>) ise 15.11.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Arctodiaptomus similis* ile edilmiştir. Bu tür toplam organizmanın % 14,3'lük kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 28,9'luk ve % 11,1'lik kısmını oluşturmuştur.

2010 yılı Aralık ayında göl buz ile kaplanmadan önce alınan örnekte m<sup>3</sup>'te 6782 organizma olduğu belirlenmiştir. Bu tarihte grupta *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* göze çarpan türlerdir. Toplam organizmanın sırası ile % 16,1'lik ve % 16,2'lik kısmını oluşturmuşlardır.

2011 yılı Mart-Mayıs ayları arasında yapılan örnekleme döneminde organizma sayısının 9023-15714 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu örnekleme döneminde en düşük organizmanın (9023 org/m<sup>3</sup>) 25.04.2011 tarihinde, en yüksek (15714 org/m<sup>3</sup>) ise 20.05.2011 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu dönemde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 30,4'lük ve % 4,3'lük kısmını oluşturmuşlardır. Organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de grup *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* temsil etmiştir. Bu türlerden *Diaptomus* sp. toplam organizmanın %50'sini *Arctodiaptomus similis* ise % 12,5'ini oluşturmuştur.

2011 yılı Haziran ayında alınan örnekte m<sup>3</sup>'te 24151 organizma sayılmıştır. Bu tarihte grubu *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* temsil etmiştir. Bu türler toplam organizmanın sırası ile % 22,9 ve % 4,2'lik kısımlarını oluşturmuşlardır.

Tüm çalışma boyunca V. istasyonda Calanoida grubundaki birey sayısı 811-86769 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Calanoida grubunun birey sayısının en yüksek olduğu tarih 20.06.2011'dur. Bu tarihte 86769 organizma ile toplam organizmanın % 84,6'sını oluşturmuştur. Calanoida'nın m<sup>3</sup>'de birey sayısının en düşük olduğu tarih ise 02.06.2010'dur ve m<sup>3</sup>'de 811 organizma ile toplam organizma içerisinde % 4,3'lük kısmı oluşturmuştur.

Grupta organizma sayısı örnekleme dönemi başları olan 2008 yılı Ekim-Aralık ayları arasında 3223-8057 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. İstasyonda en düşük organizmanın (3223 org/m<sup>3</sup>) 19.11.2008 tarihinde, en yüksek (8057 org/m<sup>3</sup>) ise 04.12.2008 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma

sayısının en düşük olduğu tarihte grubu *Arctodiaptomus similis* temsil etmiştir ve bu tür toplam organizmanın % 100'ünü oluşturmuştur. Aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 80,9'luk kısmını oluşturmuştur.

Aralık ayı ortalarında göl yüzeyi buz ile tamamen kaplanmıştır. Buz kaplı dönem 2009 yılı Mart ayı başlarına kadar devam etmiştir.

2009 yılı Mart- Mayıs ayları arasında organizma sayısı 5308-16655 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (5308 org/m<sup>3</sup>) 07.04.2009' tarihinde, en yüksek (16655 org/m<sup>3</sup>) ise 18.04.2009'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının düşük olduğu belirlenen tarihte *Arctodiaptomus similis* ve *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın sırası ile % 45,2 ve % 11,9'unu oluşturmuşlardır. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de *Arctodiaptomus similis* ve *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın sırası ile % 16,6'lık ve % 11,5'lik kısmını oluşturmuştur.

2009 yılı yaz dönemi olan Haziran-Ağustos arası dönemde organizma sayısı 7298-43790 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde istasyonda gruba ait en düşük organizma sayısının (7298 org/m<sup>3</sup>) 30.06.2009' tarihinde, en yüksek (43790 org/m<sup>3</sup>) ise 15.07.2009'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 30'luk ve % 6,7'lik kısmını oluşturmuşlardır. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 71,1'lik ve % 2,2'lik kısmını oluşturmuşlardır.

2009 yılı Eylül-Kasım ayları arasında organizma sayısı 2256-24604 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu tarihler arasında en düşük organizma sayısı (2256 org/m<sup>3</sup>) 14.09.2009 tarihinde, en yüksek (24604 org/m<sup>3</sup>) ise 25.10.2009 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Örnekleme döneminin organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiştir ve toplam organizmanın % 50'sini oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Diaptomus* sp. temsil edilmiştir. Bu tür toplam organizmanın % 66,7'lik kısmını oluşturmuştur. Bu örnekleme dönemi içinde yer alan 02.09.2009 tarihinde grup üyelerine alınan örnekte ratlanılamamıştır.

2009 yılı kış döneminde sadece Aralık ayında iki örnekleme yapılmıştır. Bu örnekleme döneminde organizma sayısı 12440-32704 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Grup 02.12.2009 tarihinde *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın sırası ile % 41,7 ve % 12,5'lik kısmını oluşturmuşlardır. Grup 18.12.2009 tarihinde de *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Her iki tür de toplam organizmanın % 50'şerlik kısmını oluşturmuştur.

V. istasyonda 2010 yılı Mart-Mayıs ayları arası alınan örneklerde organizma sayısı 7640-22558 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (7640 org/m<sup>3</sup>) 18.05.2010 tarihinde, en yüksek (22558 org/m<sup>3</sup>) ise 05.03.2010'da olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte *Diaptomus* sp. öne çıkan tür olmuştur. Toplam organizmanın % 27,3'lük kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Arctodiaptomus similis* grup içerisinde baskın olan tür olmuştur. Toplam organizmanın sırası ile % 37,3'lük kısmını oluşturmuştur.

2010 yılı Haziran-Ağustos döneminde istasyonda organizma sayısı 811-17819 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde istasyonda en düşük organizma sayısının (811 org/m<sup>3</sup>) 02.06.2010' tarihinde, en yüksek (17819 org/m<sup>3</sup>) ise 28.06.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 4,3'lük kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 38,1'lik ve % 23,8'lik kısmını oluşturmuşlardır.

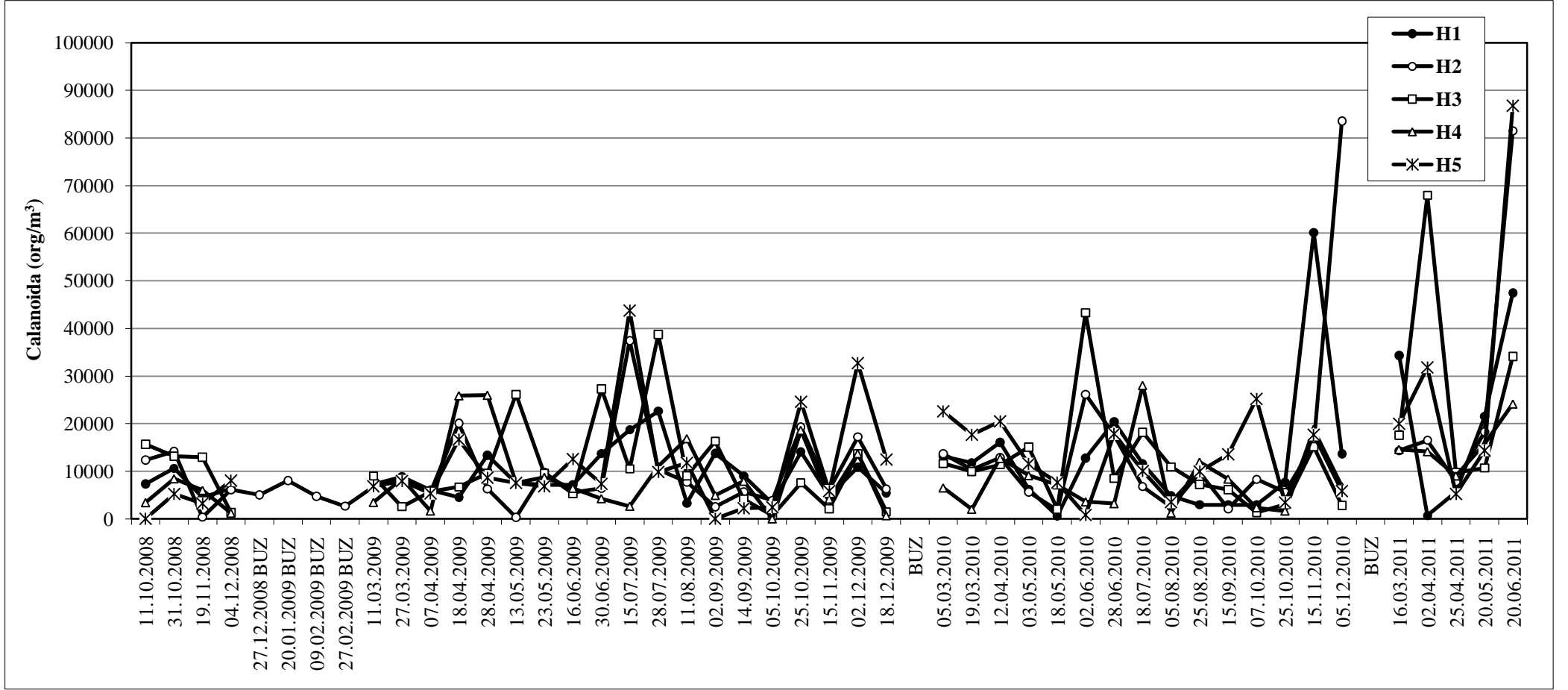
2010 yılı Sonbahar döneminde organizma sayısı 3450-25157 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu dönemde V. istasyonda en düşük organizmanın (3450 org/m<sup>3</sup>) 25.10.2010 tarihinde, en yüksek (25157 org/m<sup>3</sup>) ise 07.10.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu örnekleme döneminde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Arctodiaptomus similis* ve *Diaptomus* sp ile edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 16,7'lik ve % 8,3'lük kısmını oluşturmuştur. Grup aynı örnekleme döneminde organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte *Arctodiaptomus similis* ve *Diaptomus* sp. ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 31,6'lık ve % 21,1'lik kısmını oluşturmuştur.

2010 yıl Aralık ayında göl buz ile kaplanmadan önce alınan örnekte m<sup>3</sup>'te 5790 organizma olduğu belirlenmiştir. Bu tarihte grupta *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus*



*similis* göze çarpan türlerdir. Toplam organizmanın % 11,5'erlik kısmını oluşturmuşlardır.

2011 yılı Mart-Mayıs ayları arasında yapılan örneklemelelerde organizma sayısının 5024-31847 org/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Bu örneklemelelerde en düşük organizmanın (5024 org/m<sup>3</sup>) 25.04.2011 tarihinde, en yüksek (31847 org/m<sup>3</sup>) ise 02.04.2011 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Bu dönemde organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* ile temsil edilmiştir. Bu türler toplam organizmanın % 16,7'lik ve % 5,6'lık kısmını oluşturmuşlardır. Organizma sayısının en yüksek olduğu tarihte de grup *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* temsil etmiştir. Bu türlerden *Diaptomus* sp. toplam organizmanın % 35,6'sını, *Arctodiaptomus similis* ise % 4,4'ünü oluşturmuştur. 2011 yılı Haziran ayında alınan örnekte m<sup>3</sup>'te 86769 organizma sayılmıştır. Bu tarihte grubu *Diaptomus* sp. ve *Arctodiaptomus similis* temsil etmiştir. Bu türlerden *Diaptomus* sp. grup içerisinde öne çıkan tür olmuş ve toplam organizmanın % 76,9'luk kısmını oluşturmuştur. Hafik Gölünde Calanoida grubunun araştırma süresi içinde mevsimsel değişimi Şekil 3.3.1.2.1'deki grafikte verilmiştir.



Şekil.3.3.1.2.1. Örneklem istasyonlarında Calanoida bölümüne ait organizmaların mevsimsel değişimi

### 3.3.1.3. Cyclopoida

Çalışma süresince gölde grup üyelerine çoğu örnekleme tarihinde rastlanılmamıştır. Buldukları tarihlerde ise nispi yoğunlukları ve toplam organizmaya katkıları önemli olmamıştır. Bundan dolayı örnekleme istasyonlarındaki, en yüksek, en düşük organizma sayıları ile tarihleri verilmiştir.

I. istasyonda gruba ait organizma sayısı 110-14099 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. İstasyonda en düşük sayıda organizmaya 11.03.2009 tarihinde, en yüksek ise 15.11.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Cyclopina gracilis* tarafından temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 1,4'ünü oluşturmuştur. En yüksek olduğu tarihte ise grup *Cyclops* sp. ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 12,5'ini oluşturmuştur.

II. istasyonda gruba ait organizma sayısı 166-5395 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. İstasyonda en düşük sayıda organizmaya 27.02.2009 tarihinde, en yüksek ise 15.11.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Thermocyclops* sp. tarafından temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 4,1'ini oluşturmuştur. En yüksek olduğu tarihte ise grup *Cyclops* sp. ve *Megacyclops* sp. ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın sırası ile % 12,2'ini ve % 3,5'ini oluşturmuşlardır.

III. istasyonda gruba ait organizma sayısı 163-6644 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. İstasyonda en düşük sayıda organizmaya 11.03.2009 tarihinde, en yüksek ise 15.11.2009 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Cyclopina gracilis* tarafından temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 1,5'ini oluşturmuştur. En yüksek olduğu tarihte ise grup *Cyclops* sp. ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 15'ini oluşturmuştur.

IV. istasyonda gruba ait organizma sayısı 686-2713 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. İstasyonda en düşük sayıda organizmaya 02.12.2009 tarihinde, en yüksek ise 05.12.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Cyclops* sp. tarafından temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 2,1'ini oluşturmuştur. En yüksek olduğu tarihte de grup *Cyclops* sp. ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 12,9'unu oluşturmuştur.

V. istasyonda gruba ait organizma sayısı 868-4423 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. İstasyonda en düşük sayıda organizmaya 28.04.2009 tarihinde, en

yüksek ise 15.11.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Cyclops* sp. tarafından temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 1,7'sini oluşturmuştur. En yüksek olduğu tarihte de grup *Cyclops* sp. ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 10,8'ini oluşturmuştur.

#### **3.3.1.4. Rotifera**

Gölde grup üyelerine çoğu örnekleme dönemlerinde rastlanılamamakla beraber bazı istasyonlarda son örnekleme döneminde yüksek sayılarda olduğu belirlenmiştir.

I. istasyonda gruba ait organizma sayısı 577-10947 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. İstasyonda en düşük sayıda organizmaya 04.12.2008 tarihinde, en yüksek ise 16.03.2011 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Keratella* sp. tarafından temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 7,1'ini oluşturmuştur. En yüksek olduğu tarihte grup *Keratella quadrata* ve *Filinia terminalis* ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın sırası ile % 20'sini ve % 0,9'unu oluşturmuşlardır.

II. istasyonda gruba ait organizma sayısı 282-30962 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. İstasyonda en düşük sayıda organizmaya 07.04.2009 tarihinde, en yüksek ise 16.03.2011 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Filinia terminalis* tarafından temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 3,1'ini oluşturmuştur. En yüksek olduğu tarihte grup *Keratella quadrata* ve *Filinia terminalis* ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın sırası ile % 45,5'ini ve % 5,8'ini oluşturmuşlardır.

III. istasyonda gruba ait organizma sayısı 636-39206 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. İstasyonda en düşük sayıda organizmaya 23.05.2009 tarihinde, en yüksek ise 02.04.2011 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Filinia terminalis* tarafından temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 2,3'ünü oluşturmuştur. En yüksek olduğu tarihte grup *Keratella quadrata* ve *Filinia terminalis* ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın sırası ile % 22,5'ini ve % 2,9'unu oluşturmuşlardır.

IV. istasyonda gruba ait organizma sayısı 421-55732 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. İstasyonda en düşük sayıda organizmaya 31.10.2008 tarihinde, en yüksek ise 20.06.2011 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Organizma sayısının en düşük

olduğu tarihte grup *Keratella quadrata* tarafından temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 4'ünü oluşturmuştur. En yüksek olduğu tarihte grup *Hexarthra mira* ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 62,5'ini ve oluşturmuştur.

V. istasyonda gruba ait organizma sayısı 655-26539 org/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. İstasyonda en düşük sayıda organizmaya 18.05.2010 tarihinde, en yüksek ise 02.04.2011 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Organizma sayısının en düşük olduğu tarihte grup *Keratella quadrata* tarafından temsil edilmiştir. Toplam organizmanın % 4,5'ini oluşturmuştur. En yüksek olduğu tarihte grup *Keratella quadrata* ve *Filinia terminalis* ile temsil edilmiştir. Toplam organizmanın sırası ile % 28,9'unu ve % 4,4'ünü oluşturmuştur.

### 3.4. Hafik gölü Su içi ve Kıyı Florası

Gölün kıyı kesimi yer yer genişliği 200 m'ye ulaşan *Phragmites australis* (Kamış) ile kaplıdır. Kamışlık alan içerisinde seyrek olarak *Typha angustifolia* (Saz) türü mevcuttur. Su içerisinde batık olarak yaşayan sadece *Potamogeton pectinatus* bulunmaktadır. Bu tür gölün sadece kuzey kesiminde kıyıya yakın bir kısımda yaklaşık 10x25 m'lik dar bir alanda bulunmaktadır. Göl çevresinde seyrek olarak yüksek boylu ağaç formu bulunmaktadır. Ayrıca göl çevresinde Pteridophyta'ya ait 2, Spermatophyta grubundan Magnolopsida'ya ait 42 ve Liliopsida'ya ait 16 olmak üzere toplam 59 tür tanımlanmıştır. Bu gruplara ait türlerin listesi Çizelge 3.4' de verilmiştir.

#### Çizelge 3.4.1. Göl içi ve çevresine ait flora'nın tür listesi

<b>PTERIDOPHYTA</b>
<b>Equisetaceae</b>
<i>Equisetum ramosissimum</i> Desfontaines
<i>E. variegatum</i> Schleich. ex F. Weber & D. Mohr
<b>SPERMATOPHYTA</b>
<b>MAGNOLIOPSIDA</b>
<b>Ranunculaceae</b>
<i>Ranunculus</i> sp.
<b>Brassicaceae</b>
<i>Isatis glauca</i> Boiss.

<i>Isatis</i> sp.
<i>Chrysocamela noeana</i> (Boiss.) Boiss.
<b>Resedaceae</b>
<i>Reseda</i> sp.
<b>Caryophyllaceae</b>
<i>Gypsophila perfoliata</i> L.
<i>G. eriocalyx</i> Boiss.
<b>Polygonaceae</b>
<i>Rumex angustifolius</i> Campd.
<b>Chenopodiaceae</b>
<i>Chenopodium album</i> L.
<b>Malvaceae</b>
<i>Malva neglecta</i> Wallr.
<b>Geraniaceae</b>
<i>Geranium tuberosum</i> L.
<b>Fabaceae</b>
<i>Vicia</i> sp.
<b>Lythraceae</b>
<i>Lythrum salicaria</i> L.
<b>Onagraceae</b>
<i>Epilobium angustifolium</i> L.
<b>Apiaceae</b>
<i>Eryngium billardieri</i> Delar.
<i>Daucus carota</i> L.
<b>Asteraceae</b>
<i>Achillea biebersteinii</i> Afan.
<i>Artemisia austriaca</i> Jacq.
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.
<i>C. echinus</i> (M.Bieb.) Hand.-Mazz
<i>C. elodes</i> M.Bieb.

<i>Centaurea cardiuformis</i> DC.
<i>Cichorium intybus</i> L.
<i>Trogopogon aureus</i> Boiss.
<i>Trogopogon</i> sp.
<i>Taraxacum</i> sp.
<b>Convolvulaceae</b>
<i>Convolvulus arvensis</i> L.
<b>Boraginaceae</b>
<i>Nonea stenosolen</i> Boiss.&Bal.
<b>Scrophulariaceae</b>
<i>Verbascum</i> sp.
<i>Veronica polita</i> L.
<i>V. anagallis-aquatica</i> L.
<i>V. multifida</i> L.
<b>Globulariaceae</b>
<i>Globularia trichosantha</i> Fisch. & C.A.Mey
<b>Lamiaceae</b>
<i>Thymus pectinatus</i> Fisch. & C.A.Mey
<i>Mentha longifolia</i> (L.) L.
<i>Salvia</i> sp.
<b>Plantaginaceae</b>
<i>Plantago major</i> L.
<i>P. lanceolata</i> L.
<b>Euphorbiaceae</b>
<i>Euphorbia herniariifolia</i> Willd.
<i>E. macroclada</i> Boiss.
<b>Urticaceae</b>
<i>Urtica</i> sp.
<b>Rubiaceae</b>
<i>Galium</i> sp.
<b>LILIOPSIDA</b>

<b>Potamogetonaceae</b>
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.
<b>Araceae</b>
<i>Arum elongatum</i> subsp. <i>detruncatum</i> (C.A.Mey. ex Schott) Riedl
<b>Liliaceae</b>
<i>Allium sivasicum</i> Özhatay&Kollmann.
<i>Ornithogalum</i> sp.
<i>Muscari neglectum</i> Guss. ex Ten.
<i>Gagea</i> sp.
<i>Colchicum szovitsii</i> Fisch. & C.A.Mey.
<b>Typhaceae</b>
<i>Typha angustifolia</i> L.
<b>Hydrocharitaceae</b>
<i>Najas marina</i> L.
<b>Juncaceae</b>
<i>Juncus compressus</i> Jacq.
<i>J. gerardii</i> Loisel.
<b>Cyperaceae</b>
<i>Carex</i> sp.
<b>Poaceae</b>
<i>Bromus tomentellus</i> Boiss.
<i>Koeleria cristata</i> (L.) Pers.
<i>Poa bulbosa</i> L.
<i>Dactylis glomerata</i> L.
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.

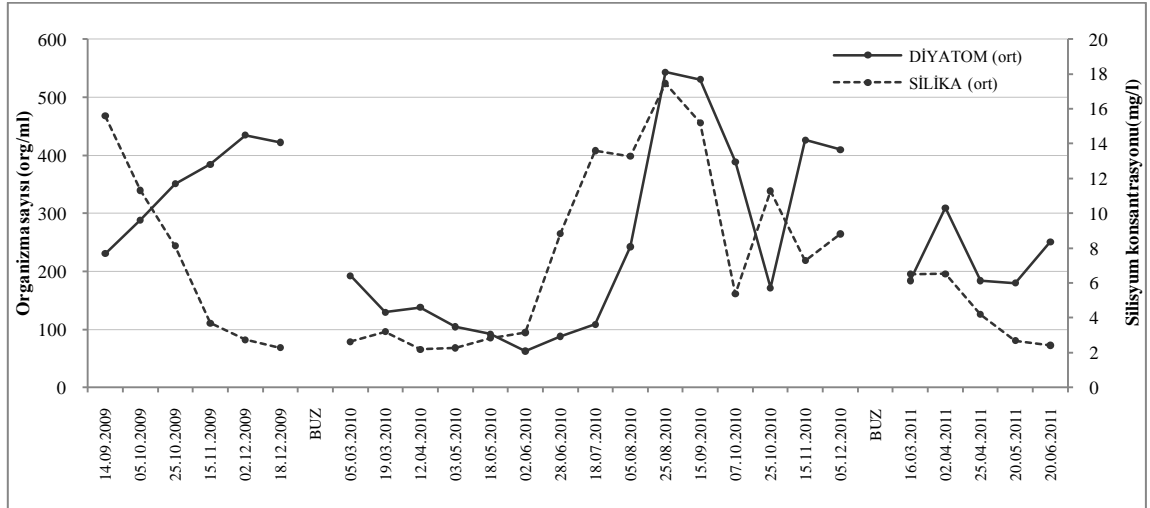


## 4. TARTIŞMA ve SONUÇ

### 4.1. Su Kimyası

#### 4.1.1. Silika

Gölde diyatomelerin gelişimi için sınırlayıcı besin elementi olan silika konsantrasyonu 1,97- 18,23 mg/l arasında değişim göstermiş ve yıllık ortalama değeri 7,06 mg/l olmuştur. Diyatomeler için sınırlayıcı etkisi olduğu belirtilen silikanın, çoğu sucul sistemlerde yeterli miktarlarda bulunduğu, diyatomelerin hızlı gelişim dönemlerinde sistemde miktarının azaldığı (Wetzel, 2001; Round, 1984; Reynolds, 1984) ve diyatome birlikleri için düzenleyici rolü olduğunu belirtilmiştir (Wetzel, 2001). Silika değerleri Hafik gölünde hiç bir örnekleme döneminde sınırlayıcı seviyeye düşmemiştir. Diyatomeler için sınırlayıcı değerinin 500 µg/l olduğu (Pearsal, 1932; Crul, 1995) belirtilen silisyum ile Hafik gölü diyatomları arasında yukarıda belirtildiği gibi zıt bir ilişki gözlenmemiştir (Şekil 4.1.1.1). Bunun nedeni silisyum konsantrasyonunun bütün mevsimlerde diyatome gelişimini sağlayacak ideal konsantrasyonun çok üzerinde olması (yıllık ortalama 7,06 mg/l) olabilir.



Şekil. 4.1.1.1. Silisyum - Diatom Değişim Grafiği

Gölde silika konsantrasyonu ile toplam alkalinite ve çözülmüş oksijen arasında negatif korelasyon bulunmuştur ( $r=-0,606$ ;  $P<0,01$ ;  $r=-0,490$ ,  $P<0,05$ ). Bu

negatif korelasyon durumu, gelişiminde silikaya ihtiyaç duyan diyatomelerin fotosentez için sistemden karbondioksit çekerek alkaliniteyi artırması ve fotosentez sonucu ortama oksijen vermesi ile açıklanabilir.

#### **4.1.2. Mangan**

Mangan sucul sistemlerde bitki ve hayvanlar için gerekli esas mikrobeseleyici elementtir (Coughlan, 1971; Cole, 1983). Mikrobesein elementi olan mangana gereksinim çok düşük olmakla birlikte düşük konsantrasyonlarda bile oldukça reaktiftir. Nitrat asimilasyonunda (Verstrete ve ark., 1980), fotosentezin Hill reaksiyonunda (Wetzel, 2001) fonksiyonel olarak görev yapan mangan, göllerin trofojenik bölgesinde belirli şartlar altında fotosentetik üretkenliği sınırlayabilmektedir (Wetzel, 2001).

Yüzey sularında 0,3-140 µg/l arasında değişim gösterdiği belirtilen manganın göllerde ortalama değeri 35 µg/l'dir (Wetzel, 2001). Yaptığımız çalışmada ise mangan'ın konsantrasyonu 0,015-0,248 mg/l (15-248 µg/l) arasında değişim göstermiştir. Yıllık ortalama değerinin 0,100 mg/l (100 µg/l) olduğu hesaplanmıştır. Bu değer ile göllerdeki verilmiş olan değerler arasında bulunmakla birlikte ortalama değerin üzerindedir.

Manganın düşük konsantrasyonlarında Cyanobacterilerin, 40 µg/l'den yüksek konsantrasyonlarda diyatomların baskın (Patrick ve ark.,1969) oldukları, çok yüksek konsantrasyonlarda ise (> 1mg/l) Cyanobacteriler ve Chlorophytlerin gelişiminin engellendiği (Gerloff ve Skoog, 1957; Patrick ve ark., 1969; Lorch, 1978) belirtilmiştir. Hafik gölünde mangan konsantrasyonu hiçbir zaman alglerin gelişimini engelleyici konsantrasyona ulaşmamış ve alg gelişiminde manganın bu etkisi gözlenmemiştir. Mangan gelişimi engelleyici yüksek konsantrasyonlara ulaşmış olsa dahi göldeki yüksek kalsiyum konsantrasyonunun bu engelleyici durumu bertaraf etmesi mümkün görülmektedir. Keza sularda yüksek kalsiyum konsantrasyonunun manganın yüksek inhibitör etkisini indirgediği belirtilmiştir (Wetzel, 2001).

### 4.1.3. Toplam Demir

Demir birçok organizmanın özellikle alglerin gelişmesinde önemli rol oynar. Suyun oksijenleşme derecesine bağlı olarak 1-3 mg/l demir alg gelişimini artırır ve klorofil molekülünün yapısına katılmadığı halde, sentezi için katalizör görevi yapar (Cirik ve Cirik 1999).

Oligotrofik temiz sulu göllerde demir, azot ve fosfor ile birlikte birincil üretimi sınırlayan önemli bir faktördür. Kalkerli sert sularda, elde edilebilir demirin düşük olduğu konsantrasyonlarda fitoplanktonik üretim sınırlıdır (Vrede ve Tranvik, 2006). Ortama demir eklenmesi Cyanobacteria artışında uyarıcı etki yapar. Çünkü fotosentetik hücrelerde azot fiksasyonunda, nitrat asimilasyonunda, fotosentez ile solunumda elektron taşımada demire gereksinim vardır ve azot fiksasyonu ile ilişkili olan enzimlerin temelini oluşturur (Hyenstrand ve ark., 1999). Sert sulu göllerde anoksik koşullar haricinde demir ve fosfor, karbonatlar ile beraber sedimente çökerek immobilize (hareketsiz) hale gelir (Schelske ve ark., 1962). Çok sert su (ortalama 164 Fr) özelliğine sahip Hafik gölünde bu mekanizma ile sedimente çökmesi muhtemel olan demir Hafik Gölü'nde 0,005-0,091 mg/l arasında değişim göstermiştir. Yıllık ortalaması 0,035 mg/l olan demir konsantrasyonu gölde alglerin gelişimini artırıcı olduğu belirtilen konsantrasyona (1-3 mg/l) çıkmamıştır.

### 4.1.4. Klorür

Sularda bulunan toplam çözülmüş katı madde içinde genellikle en önemli bileşeni oluşturan klorür iyonları, yüzeysel sulara doğal olarak sedimanter yapıda kayaların aşınması ile, denizel aerosollerin atmosferik çökelmeleriyle; antropojenik olarak endüstriyel ve evsel atık sular, tarımsal drenaj suları ve kış aylarında buzlanmayı önlemek için yollara dökülen fazla miktardaki tuzların taşınmalarıyla girer. Doğal sularda bulunan klorür anyonu suyun temasta olduğu jeolojik formasyonlardan kaynaklanmaktadır. Karayoluna uzak, çevresinde yerleşim yeri ve endüstriyel faaliyet bulunmayan Hafik gölüne klorür iyonları, göl çevresindeki tarım arazilerinde kullanılan azotlu gübrelerin bileşiminde bulunan klorürün yıkanma yolu ile göle karışmasından kaynaklanmış olabilir.

Gölde örnekleme dönemlerinde klorür değerleri fazla değişim göstermemekle birlikte konsantrasyonu yağışlı dönem olan bahar aylarında düşük bulunmuştur (44,2-

53,1 mg/l). Yaz aylarında yükselmeye başlayan klorür konsantrasyonunun özellikle sonbahar döneminde en yüksek seviyeye ulaştığı belirlenmiştir (61,9-79,6 mg/l). Baharla beraber artan yağış miktarına bağlı olarak su seviyesinin artması göl suyunun seyrelmesine ve dolayısı ile klorür konsantrasyonunun azalmasına yol açmıştır. Yaz ve sonbahar dönemlerinde ise buharlaşmaya bağlı olarak göl suyunda klorür iyon konsantrasyonu artmıştır.

Sularda klorürün varlığı mineral içeriğinin fazla olması anlamına gelir ve 250 mg/l' den yüksek konsantrasyonlarda tuz tadı oluşturur ve suyun iletkenliğini artırır (Ünlü ve ark. 2008). Klorür değerlerinin yüksek oluşu, tuzluluğun ve buna bağlı olarak elektriksel iletkenliğinin de yüksek değerlerde olduğunun göstergesidir (Sezen, 2008). Elektriksel iletkenliği 2,24 mS olan gölde klorürün yıllık ortalama değeri 55,4 mg/l'dir. Hafik gölünde klorür konsantrasyonu ile su seviyesi arasında negatif korelasyon ( $r=-0,688$ ;  $P<0,01$ ), EC,  $SO_4$ , toplam sertlik ve kalsiyum arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir ( $r=0,882$ ,  $r=0,841$ ,  $r=0,8821$ ,  $r=0,761$ ;  $P<0,01$ ). Su seviyesinin azaldığı dönemlerde klorür konsantrasyonu elektriksel iletkenlik, sülfat ve kalsiyum konsantrasyon değerleri yağışın olmaması ve buharlaşma kaynaklı olarak artış göstermiştir.

Sucul ekosistemlerde klorür bulunmakla birlikte genelde konsantrasyonunun düşük olduğu, ancak evsel ve endüstriyel atıkların karıştığı sularda yüksek olabileceği (Anonim, 1981; Chapman ve Kimstach, 1996), su ve atık sularda rastlanan en önemli anorganik anyon olduğu belirtilmiştir (Şengül ve Türkman, 1998). Tuzlu su girişinin ve kirlenmenin olmadığı sularda klorür konsantrasyonunun 20 mg/l civarında bulunması kirlilik göstergesi olarak kabul edilmektedir (Nisbet ve Verneaux, 1970; Ekmekçi ve Erk'akan, 1989). Evsel-endüstriyel atıkların karışmadığı ve tuzlu su girişinin olmadığı gölde ortalama klorür miktarı 55,4 mg/l'dir ve klorür açısından kirli olduğu görülmektedir.

Sularda katyon ve anyonların varlığı aynı zamanda alglerin büyüme ve gelişmesinde sınırlayıcı faktör olarak önemli olduğu, özellikle klorür yoğunluğunun fazla olması halinde tatlı su alglerinin ortadan kalktığı belirtilmiştir (Morgan ve ark., 1995). Hafik Gölü'nde klorür konsantrasyonunun örnekleme dönemlerinde hiçbir zaman tatlı su alglerinin gelişimini engelleyecek seviyeye ulaşmamıştır.

#### 4.1.5. Sülfat

Anaerobik koşullar altında sülfatı hidrojen sülfüre çeviren bakteriler tarafından oksijen kaynağı olarak kullanılan sülfat, yüzeysel sulara doğal olarak denizel, atmosferik çökelmelerle, sülfür bileşiklerinin yıkanmasıyla, sedimanter kayaların yıpranması ile alçıtaşı gibi sülfat mineralleri ile pirit gibi sülfür mineralleri; antropojenik olarak ise evsel ve endüstriyel atık sularla girer. Bunların dışında sulardaki sülfatın kaynağını, sülfatlı ve sodalı kayalar, fabrika atıklarındaki sülfatlı kimyasal bileşikler ve sülfatlı gübrelerin karışması oluşturur (Atay ve Bulut, 2005). Hafik gölü çevresinde yerleşim olmadığından dolayı evsel ve endüstriyel kirlenmelerin tehdidi altında değildir. Sülfat miktarı yağışın artış gösterdiği ilkbahar mevsiminde azalmış, buharlaşma ile su seviyesinin azaldığı sonbahar döneminde (Eylül - Ekim) ise artmıştır.

Sularda birkaç mg/l'den birkaç yüz mg/l'ye kadar değişen konsantrasyon aralığında bulunduğu belirtilen (Şengül ve Türkman, 1991) sülfatın doğal göllerde değerlerinin 3-30 mg/l arasında olduğu belirtilmektedir. (Chapman ve Kimstach, 1996; Atıcı ve Obalı 1999; Atıcı, ve ark., 2005). Endüstriyel deşarj yapılan bölgelerde, alçıtaşı (jips) gibi sülfat minerallerince zengin bölgelerde ve kurak bölgelerde 1000 mg/l'nin üzerine çıkabildiği belirtilmiştir (Chapman ve Kimstach, 1996). Hafik gölünde sülfat değerleri 687-1894 mg/l arasında değişim göstermiş ve yıllık ortalama değeri 1425 mg/l olmuştur. Bu değerler doğal sulara bulunan değerden oldukça yüksektir. Bu durum gölün bulunduğu alanın jeolojik formasyonundan kaynaklanmaktadır. Keza gölün bulunduğu alan miyosen yaşlı kumtaşı, konglomera, kireçtaşı, jips, marn ve çamurtaşı tabakalarından oluşmaktadır. Hafik gölünün doğal iç sulara görülenin çok üzerinde konsantrasyonlarda sülfata sahip olmasında, gölün jipsli formasyona sahip arazi üzerinde bulunmasının önemli bir faktör olduğu düşünülmektedir.

Doğal sulara sülfatın ortamda yeterince bulunmaması fitoplankton gelişimini engeller ve bitkilerin büyümesini yavaşlatır (Elmacı ve ark., 2010). Afrika'da Viktoria gölünde yapılan çalışma sonucunda düşük sülfat konsantrasyonlarının algal üretimi sınırladığı ileri sürülmüş (Beauchamp, 1953) ancak son zamanlarda yapılan çalışmalar ile sülfatın bu tür bir etkisinin olmadığı gösterilmiştir (Evans, 1961, 1962). Goldman ve Horne (1983) sülfat yoğunluğunun alg gelişimine etkisinin çok

nadir olduğu belirtmişlerdir. Yapılan çalışma da diğer çalışmaları paralel sonuçlar vermiş ve Hafik gölünde sonbahar döneminde yüksek konsantrasyonda diğer dönemlerde ise sonbahar dönemine göre daha düşük konsantrasyonlarda olan sülfatın alg gelişimi üzerinde sınırlayıcı ya da engelyeci etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

#### **4.1.6. Kalsiyum**

pH değişimini tamponlayan (Goldman ve Horne, 1983) tatlısu ekosistemlerinde pek çok canlının büyümesini farklı yollardan etkileyen kalsiyum doğal sularda en yaygın ve bol olarak bulunan iki alkali toprak metalinden (Ca, Mg) biridir.

Birçok gölde üretimi sınırlayıcı etkisi olmadığı belirtilen (Goldman ve Horne, 1983) ve fitoplankton metabolizmasında gerekli olan kalsiyum birçok canlı iskeletinin temelini oluşturduğu için biyolojik açıdan önemlidir. Diğer taraftan suyun sertliğini oluşturan başlıca elementlerdendir ve suda önemli bir kalite faktörünü oluşturur (Taş, 2006). Doğal sularda normal sınırı 1-150 mg/l olan kalsiyum (Şen ve ark., 1994) yüksek konsantrasyonlarda suların, içme suyu, endüstriyel kullanım ve sulama suyu olarak kullanımını kısıtlamaktadır (Dişli ve ark., 2004). Hafik gölünde örnekleme dönemlerinde 437-913 mg/l arasında değişim gösteren kalsiyumun yıllık ortalama değeri 625 mg/l olduğu ölçülmüştür. Bu değer doğal sular için belirtilmiş olan sınırın oldukça üzerindedir. Hafik gölünde yüksek miktarda olduğu belirlenen kalsiyumun ilkbahardaki konsantrasyonu (473-575 mg/l) sonbahar dönemine kıyasla daha düşük (712-760 mg/l) seviyededir. Kalsiyum konsantrasyonu özellikle yaz dönemi sonlarında yüksek konsantrasyona sahiptir. pH'yi tamponlama özelliği de olan kalsiyum (Goldman ve Horne, 1983) aynı zamanda yüksek konsantrasyonlarda suya bazik özellik katmaktadır (Şengül ve Türkman, 1991).

Doğal sularda sertliğin ana unsuru olduğu belirtilen (Taş, 2006) kalsiyum ile toplam sertlik, elektriksel iletkenlik ve sülfat arasında pozitif, su seviyesi ile negatif korelasyon olduğu belirlenmiştir ( $r=0,831$ ,  $r=0,810$ ,  $r=0,786$ ,  $r= -0,753$ ;  $P<0,01$ ). Sularda çözülebilir madde miktarı ve tuzlar ile elektriksel iletkenlik arasında ilişki olduğu bunların artışına paralel olarak arttığı belirtilmiştir (Barlas, 1995). Doğal olarak gölde kalsiyum miktarının artışı iletkenliğin artışına neden olmuştur. Yaz sonları ve sonbahar döneminde yağışın olmayışı ve buharlaşma ile gölden su kaybı

su seviyesinde önemli bir azalmaya dolayısı ile kalsiyum konsantrasyonunun artışına neden olmuştur. Bu durum su seviyesi ile kalsiyum arasındaki negatif korelasyonu açıklar niteliktedir.

#### **4.1.7. Toplam Sertlik**

Sularda sertliğinin büyük bir kısmını kalsiyum, magnezyum iyonları ve az miktarda da diğer metal iyonları oluşturur (Küçük, 2007). Sertliğe neden olan tuzların niteliklerine göre geçici ve kalıcı sertlik olmak üzere ikiye ayrılır. Kalsiyum ve Magnezyum bikarbonatların neden olduğu sertliklere geçici sertlik denir. Bu tür sertlikler suyun belirli bir süre kaynatılmasıyla giderilebilir.  $\text{CaCl}_2$  ve  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{PO}_4^{-3}$  veya silikat tuzlarından meydana gelen sertliğe ise kalıcı sertlik adı verilir. Bu tür sertlikler kaynatılmayla giderilemez.

Hafik gölü jeolojik formasyonu miyosen yaşlı kumtaşı, konglomera, kireçtaşı, jips, marn ve çamurtaşı tabakalarından oluşmaktadır (İlker ve Özyeğin,1971). Gölün bulunduğu havzada yoğun şekilde bulunan ve suda çözünürlüğü oldukça yüksek olan jipsli ( $\text{CaSO}_4$ ) kayaçların bulunmasından dolayı göl suyu sertliği oldukça yüksektir. Suların sertliği 0-50  $\text{CaCO}_3/\text{l}$  arasında olduğunda yumuşak su özelliği taşımaktadır (Uslu ve Türkman, 1987). Gölde çalışma süresince 20,8-202,2 Fr arasında değişim gösteren göl suyunun yıllık ortalama değeri 164 Fr olup bu değer ile çok sert su sınıfına girmektedir (Yaramaz, 1992; Egemen ve Sunlu, 1996, WHO).

Toplam sertlik ile sülfat, kalsiyum, klorür ve su seviyesi arasında güçlü pozitif korelasyon su seviyesi ile güçlü negatif korelasyon mevcuttur ( $r=0,845$ ,  $r=0,831$ ,  $r=0,821$ ,  $r=-0,875$ ;  $P<0,01$ ). Göl çevresinin jipsli olması bu güçlü pozitif korelasyonu açıklamaktadır. Yağışlı bahar dönemlerinde sertliğin su seviyesinin artmasına bağlı olarak derişiminin azalması, yaz ve sonbahar dönemlerinde ise tam tersi olarak buharlaşma ile su kaybının artması dolayısı ile derişimin artması su seviyesi ile sertlik arasındaki güçlü negatif ilişkiyi açıklamaktadır.

#### **4.1.8. Alkalinite**

Bir suyun alkalinitesi onun asit tutma kapasitesini gösterir. Ani asidik veya bazik durumlar olduğunda pH değişimini önlemede tampon görevi yapan alkalinite su toplama havzasının jeolojisi ile yakından ilişkilidir. Çoğu sularda karbonat ve bikarbonat sulara alkali karakter kazandırır. Suların sertliği ise kalsiyum ve

magnezyum iyonlarından kaynaklanır. Kireçli topraklar üzerinde bulunan göletler orta ve yüksek seviyelerde toplam alkalinite ve sertlik değerlerine sahip olup çoğu zaman bu iki parametre yaklaşık olarak birbirine eşittir (Boyd, 1990).

Alkalinite sulara pH'yı alkali tarafa iten bileşiklerin miktarı ve çeşididir. İçsulara alkalinite çoğunlukla karbonat, bikarbonat ve hidroksitlerden, çok az miktarda borat, silikat ve fosfatların varlığında oluşur (Wetzel, 2001).

Suyun asit nötralize etme kapasitesi olarak tanımlanan alkalinite, Sucul ortamlarda konsantrasyonu 20-300 mg/l CaCO<sub>3</sub> aralığında değişim göstermektedir (Egemen ve Sunlu, 1996). Alkaliliği 20 mg/l'den az olan sulara düşük alkali sular, 300 mg/l 'den fazla olan sular yüksek alkali sular olarak tanımlanmaktadır ve yüksek alkalinite karbondioksitin kullanılabilirliğini sınırladığından fotosentetik üretkenliği olumsuz yönde etkilerler (Egemen ve Sunlu, 1996). Genelde üretkenliği düşük olan suların alkalinitesinin 25 mg/l'nin altında, üretkenliği yüksek olan sulara ise bu değerlerin 100-250 mg/l arasında bulunduğu belirtilmiştir (Nisbet ve Vernaux, 1970; Ekmekçi, 1989). Sucul ekosistemlerde fitoplankton üretkenliğini etkileyen faktörler arasında bikarbonat ve karbonat bulunmaktadır. Fitoplankton inorganik karbon kaynağı olarak serbest karbondioksit, bikarbonat ve karbonatı kullanmaktadır. Bu nedenle fotosentetik aktivitenin arttığı dönemlerde ortamdaki karbondioksitin kullanması nedeniyle alkalinite artmaktadır (Wetzel, 2001). Hafik Gölü'nde alkalinite değeri 25-140 mg CaCO<sub>3</sub>/l aralığında değişim göstermektedir. Orta alkali değerinde olan gölde yıllık ortalama değer 83,2 mg CaCO<sub>3</sub>/l'dir. Gölde alkalinite ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde artış göstermiş, yaz döneminde ise azalmıştır. Alkalinitedeki bu dalgalanmalarda fitoplanktonun etkisi bulunduğu düşünülmektedir.

Toplam alkalinite ile su sıcaklığı ve pH arasında negatif, çözülmüş oksijen ile pozitif korelasyon tespit edilmiştir ( $r=-0,674$ ,  $r=-0,657$ ,  $r=0,583$ ;  $P<0,01$ ). Çözülmüş oksijen ile arasındaki pozitif korelasyon, fitoplankton ile dipte çok bol ve yaygın olarak bulunan *Chara*'ların fotosentetik aktivitesi ile ortama oksijen sağlanmasıyla yakından ilişkili olabilir.

#### **4.1.9. pH**

pH suyun asitlik özelliğinin bir göstergesidir (Taş, 2006). Havzanın jeolojik yapısı pH değerini etkileyen en önemli faktördür. Birçok madde suyun alkalinitesine



katkıda bulunmakla beraber, doğal sularda alkalinitenin en önemli kısmı; hidroksitler, karbonatlar ve bikarbonatlardan ileri gelmektedir (Ünlü ve ark., 2008). Kalkerli ve kireçli bölgelerde çözülmüş bikarbonat ve karbonatlar pH'yı yükseltir (Goldman ve Horne, 1983; Wetzel, 2001). Kireçli bölgelerdeki göllerde çözülmüş karbonatın gölün suyunun pH'sını 9 dolayına çıkarabileceği bildirmiştir (Wetzel, 2001; Gökmen, 2007). Ülkemizde çeşitli göllerde yapılan araştırmalarda, toprak ve kaya yapısının genellikle kireçli olmasından dolayı, ölçülen pH değerleri, göllerinin genel olarak hafif alkali özellikte olduğunu göstermektedir (Anonim, 2004a).

Sucul sistemlerde pH genelde 2 ile 12 arasında değişim göstermektedir. Volkanik karakterli bölgelerdeki sularda pH genelde 4'ün altındadır. Organik madde açısından zengin ya da kirlenmiş göllerde de pH asidik karakterdedir. Bikarbonat bakımından zengin göllerin büyük bir kısmında ise pH 6-8 arasında değişim göstermektedir (Wetzel, 2001). Herhangi bir şekilde kirlenmemiş olan göl sularında pH'ın optimum değeri 6-9 arasında değişir (EPA, 1979; Goldman ve Horne, 1983; Şişli, 1999; Tanyolaç, 2000; Wetzel 2001, Gökmen 2007). Aynı zamanda pH değeri gölde bulunan inorganik karbon konsantrasyonu ile de yakından ilişkilidir. (Wetzel, 2001). Hafik gölünde yıllık ortalaması 8,4 olan pH çalışma süresince 7,28-9,60 arasında değişmiştir. Optimum değerler arasında bulunan Hafik gölü suyu hafif alkali karakterdedir.

Sularda havza jeolojisi dışında, pH'yi doğrudan etkileyen iki önemli parametre olduğu belirtilmiştir. Bunlardan ilki sudaki aşırı alg artışına bağlı karbondioksit kullanımı diğeri ise yağışlardır (Tüfekçi ve ark., 2003). Alg hücreleri, karbon kaynağı olarak öncelikle CO<sub>2</sub>, sonra HCO<sub>3</sub> ve en son CO<sub>3</sub>'dan yararlanır (Reynolds, 1993). Göllerde fotosentetik aktivitenin yüksek olduğu gündüz saatlerinde su sütunundaki CO<sub>2</sub> azalırken pH nin artış gösterdiği (Wetzel, 2001; Palmer, 1980; Boyd, 1990; Tepe, 2009), fotosentezin azaldığı ve solunumla karbondioksit çıkışının olduğu saatlerde ise pH'nin düştüğü belirtmiştir (Palmer, 1980). Sularada pH'nin azalmasında bir diğer etken de sedimentte biriken organik maddenin parçalanması sonucu CO<sub>2</sub> ve organik asitlerin açığa çıkmasıdır (Wetzel, 2001).

Hafik gölünde sıcaklığın yüksek olduğu yaz ve sonbahar aylarında pH değerlerinin yüksek, kış aylarında ise düşük olması fotosentetik aktivite ile uyumlu

olmuştur. Gölde özellikle pH değişiminde yaz ve sonbahar aylarında önemli artış gösteren Cyanobacteria grubunun etkisi önemlidir. Sedimentte biriken organik maddenin parçalanması sonucu CO<sub>2</sub> açığa çıkmaktadır (Wetzel, 2001). Gölde kış aylarına doğru pH'nin azalması sıcaklığın düşüşü ile birlikte fitoplantonik organizma sayısının düşmesi ve karışım sonucu dip sularında bulunan çözünmüş karbondioksitin yukarı doğru çıkması olası neden olarak görülmektedir.

pH su kalitesi değerlendirmelerinde en önemli parametrelerden biri olup, sudaki birçok kimyasal ve biyolojik süreci etkiler. Her canlı türünün yaşayabileceği bir pH aralığı vardır (O'Sullivan ve Reynolds 2004, Cirik ve Cirik 1991, Gökmen 2007). Sucul canlılar için, en uygun pH değeri 6.5-8.5 arasındadır. Bu değerlerden daha yüksek veya daha düşük değere sahip sulardaki canlılar için yaşam, giderek zorlaşmaktadır. pH değeri aynı zamanda, besin tuzlarının suda bulunuşunda ve organizma tarafından alınışında çok önemli rol oynar (Harper, 1992). pH'nin, bitkisel organizmaların karbondioksit alımında etkisi 8'i aşmadıkça önemli değildir (Goldman ve Horne, 1983). Göllerde, pH değeri 8,8'i geçtikten sonra özümleme etkinliği önemli oranda azalmakta ya da sınırlanmaktadır.

pH su sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir (Chapman ve Kimstach, 1996). Hafik gölünde pH değerleri ile sıcaklık arasında pozitif korelasyon saptanmıştır ( $r=0,743;p<0,01$ ). Bu duruma sıcaklık artışına bağlı olarak artış gösteren *Chara* ve planktonik alglerin fotosentezi sonucu sudan karbondioksiti çekmesi etkili olmuş olabilir. Keza yapılan çalışmalarda sucul sistemlerde fotosentez faaliyetinin pH artışına neden olduğu belirtilmiştir (Wetzel, 2001; Palmer, 1980; Boyd, 1990)

#### **4.1.10. Elektriksel iletkenlik (EC)**

Sularda bulunan çözünmüş mineral maddelerin ve çözünmüş tuzların etkisi ile EC oluşmaktadır (Yağcı, 2008). Elektriksel iletkenlik suyun elektrik akımına gösterdiği dirençliliğin ölçüsüdür. Sudaki iyon konsantrasyonunun artmasıyla suyun elektrik akımına gösterdiği direnç azalır. Bu nedenle elektriksel iletkenlik göllerde iyon konsantrasyonunda meydana gelen değişimlerin bir göstergesidir. (Wetzel, 2001). Suyun elektrik akımını iletebilmesinin bir göstergesi olan iletkenlik aynı zamanda suda bulunan tuzların veya çözünebilir madde miktarının bir ölçüsü ve sonucudur (Cole, 1983; Ünlü ve ark. 2008). EC değerlerinin yüksek olması suyun tuz içeriği

bakımından zengin olduğunun göstergesidir (Taş, 2006) ve sıcaklığa bağlı olarak değişim gösterir (Barlas, 1995). Sıcaklık sudaki anyon ve katyon) miktarını artırmakta dolayısı ile EC’de artmaktadır. Elektriksel iletkenlik değerleri ile sülfat, toplam sertlik, kalsiyum, klorür ve göl su seviyesi arasında güçlü pozitif korelasyon belirlenmiştir (sırası ile  $r=0,758$ ,  $r=0,932$ ,  $r=0,810$ ,  $r=0,860$ ;  $P<0,01$ ).

Sıcaklığın doğrudan etkisi dışında, göle karışan derelerin taşıdığı maddenin özelliği, sedimandan suya geçen partiküllerin etkisi gibi faktörler de EC değerlerinin değişiminde önemli rol oynamaktadır.

Doğal sular için EC 20-1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (0,02-1,5 mS) arasındadır (Boyd, 1979). Yağışlı dönemlerde göle su girişinin artması ile EC azaltmakta, sıcak ve kurak dönemlerde ise buharlaşma ile artan iyon konsantrasyonuna bağlı olarak EC değerleri artmaktadır (Wetzel, 2001). Hafik gölünde EC değerleri 1810-2600  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (1,81-2,6 mS) arasında değişim göstermiş ve yıllık ortalaması 2239  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (2,23 mS) olmuştur. *In situ* ölçümler gölde iletkenlik değerlerinin yağışlar ve karların erimesiyle göle su girişinin fazla olduğu ilkbahar aylarında düşük, yaz sonu ve sonbahar aylarında ise ilkbahara kıyasla daha yüksek olduğu göstermiştir.

Sucul sistemlerde katyon ve anyonların konsantrasyonu alglerin büyüme ve gelişmesinde sınırlayıcı faktör olarak önemlidir. Nisbet ve Verneaux (1970) İyi bir fitoplanktonik üretim için elektriksel iletkenliğin tatlı sularda 100-150  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (0,1-0,15 mS) arasında olmasının uygun bir durum olacağını kaydetmişlerdir. Su canlıları açısından kabul edilebilir EC değeri Küçükıılmaz ve arkadaşları (2010) tarafından 250-500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (0,25-0,5 mS) olarak verilmekle birlikte, Yücel (1990)’in yaptığı çalışmada en fazla 2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (2 mS) olabileceği bildirilmiştir. Hafik gölünde ölçülen iletkenlik değerleri (1810-2600  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) alglerin büyüme ve gelişmesi için yukarıda verilen değerlerin oldukça üzerindedir. Dolayısı ile Hafik gölünün sahip olduğu yüksek EC değerlerinin gölde alg gelişiminde sınırlayıcı bir faktör olabileceğini düşündürmektedir. Hafik gölü sahip olduğu EC değerleri ile IV. sınıf su kalite grubuna girmektedir (Uslu ve Türkman, 1987).

#### **4.1.11. Sıcaklık**

Yüzey sularının kalitesi ve içinde yaşayan canlılar ile madde ve enerji döngüsü açısından sıcaklık önemli bir çevresel faktördür. Sıcaklık, ortamda gerçekleşen

birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayları doğrudan etkiler. Bu etkileme, çözünmüş oksijen (ÇO) ve biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) gibi birçok kalite parametresinin değerinde de belirleyici rol oynar (Barlas, 2002). Bir su kütlesinin limnolojik karakterini belirleyen temel parametrelerin en önemlilerinden biri olan su sıcaklığı (Morkoç, 1991) aynı zamanda biyolojik aktivite hızını ve oksijen doygunluğunu etkileyen önemli bir iklimsel faktördür (Reinert ve Hroncich, 1994). Doğal koşullar altında yüzeysel suların sıcaklığı, meteorolojik etkenlerce belirlenir (Uslu ve Türkman, 1987). Göllerde su sıcaklığı gölün coğrafik konumuna, mevsimlere, derinliğine, alanına, içinde bulunan çözünmüş madde miktarına ve soğurduğu güneş enerjisine bağlı olarak değişiklik gösterir (Goldman ve Horne, 1983). Su sıcaklığı ekosistemde iletkenlik, çözünmüş oksijen ve pH gibi fiziksel koşullar üzerinde rol oynadığı gibi ekosistemde yer alan canlıların dağılımı ve gelişimi üzerinde de etkilidir. Sıcaklık artışı oksijenin sudaki çözünürlüğünün azalmasına, kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonların hızlanmasına neden olmaktadır (Wetzel, 2001). Sıcaklık su kaynağındaki biyolojik ve kimyasal işlemleri etkilediğinden pek çok parametrenin konsantrasyonu değişmektedir (Ünlü ve ark. 2008). Sıcaklıkla birlikte ortamdaki organizmaların metabolik hızı ve dolayısı ile solunum hızı yükselir böylece oksijen tüketimi artar.

Ilıman kuşak yüzey sularında sıcaklık 0-30 °C arasında değişir. Kışın veya yağışlı dönemlerde düşük, yazın ve kurak periyotlarda yüksek değerlere ulaşır (Chapman ve Kimstach, 1996).

Hafik gölünde su sıcaklıkları örnekleme süresince 0,3-24,4 °C arasında değişim göstermiştir. Sığ bir göl olan Hafik gölünde yıllık sıcaklık ortalaması 12,6 °C'dir. Sıcaklığın mevsimsel değişimine paralel olarak en düşük değerler kış döneminde (0,3 °C Aralık 2008), en yüksek değerler ise yaz döneminde (24,4 °C, Haziran 2010) kaydedilmiştir. Gölde su sıcaklığı ile çözünmüş oksijen arasında negatif korelasyon ( $r=-0,613$ ;  $p<0,01$ ), pH ve klorofil-*a* arasında pozitif korelasyon olduğu ( $r=0,743$ ,  $r=0,512$ ;  $p<0,01$ ) belirlenmiştir. Sıcaklığın düşük olduğu dönemlerde çözünmüş oksijen konsantrasyonu yüksek, sıcaklığın yüksek olduğu dönemlerde ise çözünmüş oksijen değerleri düşük olmuştur. Sıcaklık ortamdaki organizmaların metabolik hızını dolayısı ile solunum hızını yükseltir böylece oksijen tüketimini artırır. Bunun yanısıra oksijenin sudaki çözünürlüğünü azaltan önemli bir iklimsel faktördür

(Taş, 2006). Bu durum oksijen ile sıcaklık arasındaki negatif ilişkiyi açıklamaktadır. Karbon kaynağı olarak alglerin öncelikle CO<sub>2</sub>'den yararlanması (Reynolds, 1993), göllerde fotosentetik aktivitelerinin yüksek olduğu gündüz saatlerinde su sütunundaki CO<sub>2</sub>'in azalmasına, dolayısı ile pH artışına (Wetzel, 2001; Palmer, 1980; Boyd, 1990; Tepe, 2009) neden olmaktadır. Bu durum ise sıcaklık ile pH'nin arasındaki pozitif korelasyonu açıklar niteliktedir. Doğal olarak fotosentetik faaliyetin fazla olması algal organizmaların varlığına işaret etmektedir. Diğer taraftan fotosentetik faaliyetin fazlalığı alg artışı ve dolayısı ile klorofil-*a* miktarındaki artışı açıklar niteliktedir.

#### **4.1.12. Çözünmüş oksijen**

Sudaki çözünmüş oksijen miktarı suyun sıcaklığına, günün saatine, atmosferin kısmi basıncına, suyun içerdiği tuz miktarına (Cirik ve Cirik, 1999), kirlenme derecesine, biyolojik olaylara (Taş, 2006; Atasoy, 2012), bitkilerin fotosentez hızına ve göllerin trofi düzeyine bağlı olarak farklılık gösterir (Moss, 1988; Akbulut ve Yıldız, 2001).

Hafik Gölü'nde ölçülen çözünmüş oksijen değerlerinde belirgin mevsimsel farklılıklar ortaya çıkmıştır. Yaz aylarında su sıcaklığın artmasına bağlı olarak çözünmüş oksijen değeri azalmış, su sıcaklığının düştüğü kış aylarında ise sıcaklığın azalmasıyla artmıştır. Bu durum, oksijenin suda çözünürlüğü ve sıcaklık arasındaki tipik bir ilişkidir (Wetzel, 2001; Goldman ve Horne, 1983; Round, 1984; O'Sullivan ve Reynolds, 2004; Gökmen 2007). Organik maddelerin varlığı oksijen konsantrasyonunun düşmesinde etken faktörlerden biridir (Atasoy, 2012). Çöken organik maddelerin parçalanma ve ayrışma aktivitelerinin bir sonucu olarak sediment-su arayüzünde anaerobik koşullar meydana gelebilir (Chapman ve Kimstach, 1996). Hafik gölünde yaz aylarında çözünmüş oksijenin azalmasında sıcaklığın yanısıra canlıların solunumu ve dipte biriken organik maddelerin oksidasyonu (Demirezen, 2002) sudaki oksijenin azalmasında etken faktör olabilir.

Hafik gölünde çözünmüş oksijen ile sıcaklık, sülfat ve toplam sertlik arasında negatif korelasyon ( $r = -0,613$ ;  $r = -0,573$ ;  $P < 0,01$ ;  $r = 0,431$   $P < 0,05$ ), alkalinite ile pozitif korelasyon belirlenmiştir ( $r = -0,583$ ;  $P < 0,01$ ). Sularda sertliğe yol açan sülfat aynı zamanda tuzluluğa da neden olmaktadır. Sularda tuz yoğunluğu çözünen oksijen miktarını da azaltmaktadır (Cirik ve Cirik, 1999; Tanyolaç, 2000). Bu durum çözünmüş oksijen ile sertlik ve sülfat arasındaki negatif korelasyonu açıklamaktadır.

Alkalinite ile olan pozitif korelasyon ise fotosentetik aktivitenin bir sonucudur ve aynı zamanda ortama oksijen verilmesinden kaynaklanmaktadır.

Çözünmüş oksijen su kütlelerinin genel durumunu tanımlayan en önemli belirteçtir (Wang ve ark., 2002). Çözünmüş oksijen konsantrasyonu suyun kirlenme derecesini, sudaki organik madde konsantrasyonunun ve suyun kendi kendini ne derecede temizleyebileceğini ifade eder (Ünlü ve ark., 2008). Su kalitesinin en önemli göstergelerinden biri olup, ortamdaki metabolik olayların düzenleyicisidir (Wetzel, 2001). Çözünmüş oksijenin sudaki varlığı sucul hayatın devamı ve suyun estetik kalitesi açısından temel öneme sahiptir (Elmacı ve ark., 2010). Kirlenmemiş doğal sularda oksijen konsantrasyonu genellikle 10 mg/l dolayındadır (Anonim, 1998a). Hafik gölünde çözünmüş oksijen değerleri ise 4,6-13,6 mg/l arasında değişim göstermiş olup yıllık ortalama 8,98 mg/l'dir. Bu değerler ile göl SKKY kriterlerine göre (Anonim, 2004b) I. Kalite su sınıfına girmektedir.

#### **4.1.13. Nitrit azotu**

Sucul canlılar için toksik etkiye sahip ve sularda sürekli bulunması durumunda sucul organizmalar için sakıncalı olan nitrit (Wetzel, 2001; Stevens ve Laughlin, 1994) temiz sularda ya bulunmaz ya da eser miktarda bulunur (Girgin ve Kazancı, 1994). Doğal sularda çok düşük derişime sahip olan nitrit değerleri 0-0.01 mg/l arasında değişim gösterir (Wetzel, 2001). Oksijenin varlığında nitrata dönüşen nitrit (Horne ve Goldman, 1997) değerleri tatlı sularda genellikle 0,01 mg/l'nin altındadır, nadiren 1 mg/l'ye ulaşır (Chapman ve Kimstach, 1996). Sulardaki nitrit ve nitratın asıl kaynağını doğadaki bazı mineraller, organik maddeler ve kimyasal gübreler oluşturmaktadır (Egemen ve Sunlu, 1996; Yağcı, 2008). Kararsız bir bileşik olan nitrit azotunun sürekli olarak bulunması evsel veya endüstriyel bir atık su karışımının göstergesidir. Nitrit bileşiği son derece kararsız bir azot formu olup, ortamda nitrifikasyon veya denitrifikasyon reaksiyonlarının gerçekleşmekte olduğunu gösterir. Nitrit, nitrifikasyon reaksiyonlarında bir ara ürün olması nedeniyle (Gökmen, 2007), yüzey sularında amonyak ve nitrata göre daha düşük derişimlerde bulunur (Horne ve Goldman, 1997). Sucul ortamlarda nitrit ya yükseltgenerek nitrata dönüşmekte ya da indirgenerek amonyağa dönüşmektedir. Ancak nitrifikasyona

uğramamış atık suların alıcı ortama verilmesi halinde, bu ortamlarda çok yüksek nitrit değerlerine rastlanması mümkündür (Uslu ve Türkman, 1987).

Protein içeren maddelerin bozunması sonucunda ya da evsel atık sularda bulunan amonyaklı bileşiklerin nitrifikasyonu ile ortaya çıkan nitrit (Şengül ve Türkman, 1991) sucul sistemlerde kirlenmenin en önemli göstergesi olarak kabul edilir (Yaramaz, 1992).

Hafik gölünde çalışma süresince göl suyunda nitrit azotu miktarı 0-0,02 mg/l arasında değişim göstermiştir. Nitrit azotunun göldeki en yüksek konsantrasyonu 19 Mart 2010'de (0,02 mg/l) ölçülmüştür. Kış aylarından yeni çıkıldığı bu dönemde biyolojik faaliyetin minimum olması nedeni ile azot türevlerinin kullanımının en az düzeyde olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitritin yüksek olmasında düşük su sıcaklığı ve yüksek pH da etkili olmuş olabilir. Nitrifikasyon-denitrifikasyon bu iki parametreden etkilenir (Nitrifikasyon olayı optimum 1-37 °C ve ~ nötr pH'de gerçekleşir (Wetzel, 2001)). Bu süreçlerin yavaşlaması suda nitrit birikimine yol açabilir. Zira gölde yıllık ortalama nitrit konsantrasyonu 0,004 mg/l'dir. Tatlı su sistemlerinde bulunduğu değerler ile karşılaştırıldığında (0,01 mg/l) gölde nitrit konsantrasyonunun oldukça düşük olduğu görülmektedir. Göz ardı edilebilecek miktarlarda evsel atık dışında (göl çevresinde bulunan üç gazinodan gelen) kirlenici kaynak karışımı olmayan Hafik gölünde bu değer normal görülmektedir.

#### **4.1.14. Nitrat azotu**

Doğal sularda azot, gaz halinde, organik bileşiklerde, çözülmüş veya asılı organik bileşik ve mineral formda bulunabilir (Wetzel, 2001). Çoğu fotosentetik ototroflar için önemli bir besin tuzu olan nitrat, algal büyümeyi artırabilen veya sınırlayabilen önemli bir faktördür (Lehmann ve Lachananne, 1999). Genel olarak azot için sınırlayıcı limit 15-20 µg/l'dir (Jones-Lee ve Lee, 2005).

Fitoplanktonun yoğun bir şekilde gelişmesi için vazgeçilmez bir element olan nitrat azotunun yüzey sularındaki konsantrasyonu mevsimsel olarak değişkenlik göstermekle birlikte, tatlı sularda, belirlenemeyecek kadar düşük seviyeden, 10 mg/l'ye kadar değişebilir (Cirik ve Cirik, 1995; Wetzel, 2001; Akbulut ve Yıldız, 2001; WHO).

Asıl kaynağı atmosferdeki % 78 oranında bulunan gaz formunda olan azot (Atasoy, 2012), oksijen açısından zengin sularda en yaygın olarak nitrat formunda bulunur ve nitrifikasyonun son ürünüdür (Wetzel, 2001; Egemen ve Sunlu, 1996) ve doğadaki bazı mineraller, organik maddeler ve kimyasal gübreler de nitrat azotunun diğer kaynağını oluşturmaktadır (Egemen ve Sunlu, 1996; Yağcı, 2008). Yüzey sularında nitratın belirgin biçimde görülmesi, o suyun daha önceden amonyum ve organik azot içeren evsel-endüstriyel atık sularla kirlendiğini veya o suya henüz yeni biçimde doğrudan nitrat deşarjının yapıldığını ifade eder. Doğrudan nitrat deşarjları, ya nitratlı bileşiklerin kullanıldığı ya da üretildiği endüstrilere ait atık sular veya tarım alanlarında kullanılan nitratlı gübrelerin yağmur suları ile taşınmasından kaynaklanmaktadır.

Nitrat ve amonyum doğal sularda az miktarlarda bulunur. Nitrit ise oksijen varlığında bakteriler tarafından nitrata dönüştürüldüğünden sucul sistemlerde çok düşük miktarlarda bulunmaktadır (Horne ve Goldman, 1997). Çevresinde evsel ve endüstriyel yerleşim olmayan Hafik gölünde nitrat konsantrasyonu bahar dönemi başlangıcı (Mart, 2010-2011) ve sonbahar dönemi ortasında (Ekim, 2009) diğer dönemlere göre daha yüksek bulunmuştur. Bu duruma yağışlar ile göl çevresinde bulunan tarım arazilerinden sisteme yıkanma yolu ile nitrat girdisi yol açmış olabilir. Bu dönemlerden sonra fitoplanktonik artış ile birlikte nitrat miktarında azalma meydana gelmiştir. Harper (1992), ılıman bölge göllerinde kış ve ilkbahar başında, biyolojik aktivite başlayıncaya kadar besleyici elementlerin biriktiğini, ışık ve sıcaklığın artışı ile birlikte biyolojik aktivitenin de artması sonucunda besleyici element miktarında azalma olacağını belirtmiştir.

Hafik gölü Nitrat azotu konsantrasyonları örnekleme süresince 0,006-0,517 mg/l ve yıllık ortalama olarak 0,11 mg/l olarak ölçülmüştür. Gölde nitrat konsantrasyonu genel olarak algal gelişimi sınırlayıcı seviyelerde olmamıştır. Bu değerler ile Hafik gölü “kıtaçi su kaynakları kalite kriterlerine” göre I. Kalite su sınıfına girmektedir.

#### **4.1.15. Amonyum azotu**

Amonyum, yüzey sularında, toprakta ve suda bulunan azotlu inorganik ve organik maddelerin, bitki artıklarının ve azot gazının sudaki mikroorganizmalar tarafından



indirgenmesi ile atmosferik gaz değişimleri sonucu meydana gelir. İnsan kaynaklı olarak ise, amonyum temelli endüstrilerin atık suları, evsel ve endüstriyel atık suların değarjı ile tarımda kullanılan gübrelerin yüzey sularına ulaşması sonucu sulara girer (Chapman ve Kimstach, 1996).

Amonyum iyonu sucul canlıların atık maddesi olarak da açığa çıkar ve tekrar organizmalar (bitkiler ve mikroorganizmalar) tarafından alınarak (Cirik ve Cirik, 1995) organik maddelere katılır. Nitrifikasyon süreci boyunca önce nitrite sonra nitrate indirgenen (Gabor ve ark. 2004) amonyum, yüzey sularında 0,1 mg/l den azdır (Mutluay ve Demirak, 1996; Elmacı ve ark., 2010). Amonyumun tatlı sulardaki dağılımı; bölgesel, mevsimsel, göl üretkenliği ve organik kirlilik içeriğine bağlı olarak önemli değişiklik gösterir. Üretken olmayan oligotrofik karakterli göllerde ve iyi oksijenlenmiş sularda amonyum iyonu çoğunlukla düşüktür (Wetzel, 2001; Cirik ve Cirik, 1999). Birçok gölde fitoplankton için çok önemli bir azot kaynağı olan amonyum algler tarafından hızlı bir şekilde asimile edilir (Liao ve Lean, 1978; Wetzel, 2001). Amonyaklaşma sürecinde oluşan amonyum iyonları bitkiler tarafından da besleyici tuz olarak tüketilir. Kirlenmemiş yüzey sularında 0-5 mg/l arasında değişir (Wetzel, 2001). Organik kirliliğin olduğu ve oksijenin düşük olduğu yerlerde yüksek konsantrasyonlara ulaşabilir (Egemen ve Sunlu, 1996).

Sucul sistemlerde amonyum azalması iki nedenle olabilmektedir. Birincisi alglerin yoğun olarak amonyum azotunu tüketmesi, ikincisi ise suda gerek fitoplankton tarafından fotosentez sonucu sentezlenen ve yüzeyden dalga hareketleriyle oksijence zenginleşen su içerisinde, amonyumun oksijenle tepkimeye girerek nitrite ve nitritin tekrar oksijenle tepkimeye girerek hızlı bir şekilde nitrate dönüşmesinden kaynaklanabilmektedir.

Amonyum azotu, yüzey sularında amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ) ve amonyum hidroksit ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) formunda bulunmaktadır. Amonyum hidroksit birçok organizma için (Ünlü ve ark., 2008) özellikle balıklarda oldukça toksik bir bileşiktir (Trussel, 1972; Wetzel, 2001).

Hafik gölünde amonyum konsantrasyonu 0,004-0,747 mg/l arasında değişim göstermiştir. Gölde yıllık ortalaması 0,17 mg/l olan amonyumun Ekim-Kasım 2010 döneminde yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu duruma dipteki yoğun olarak bulunan makrofitlerin ölümüne bağlı olarak bozunma devresinde oksijenin

hızlı bir şekilde tüketilmesi ve ortaya çıkan oksijensiz ortamda amonyum miktarının artması neden olmuş olabilir. Amonyum konsantrasyonu açısından kirlenmemiş yüzey suyu kategorisinde bulunan Hafik gölü aynı zamanda bu değerler ile oligotrofik özellik göstermektedir. Kıta içi su kaynakları kalite kriterlerine göre yıllık ortalama değeri 0,17 mg/l olan Hafik gölü suyu I. Kalite su sınıfına girmektedir.

#### **4.1.16. Askıda katı madde (AKM)**

Askıda katı maddeler suların estetik, içme, endüstriyel kullanım gibi çeşitli amaçlar için yararlanılmasını doğrudan etkiler. Doğal sularda ışık geçirgenliğini azaltıp dip birikintilerine yol açarak sucul yaşama zarar verir. Güneş ışınlarının su bitkilerine ulaşmasını engelleyerek fotosentezi etkiler, dolayısı ile sudaki çözülmüş oksijenin azalmasına neden olur. Ayrıca sedimantasyon ile bentik canlıların yaşam ortamlarını olumsuz etkiler (Ünlü ve ark., 2008). Işık geçirgenliği genel anlamda göllerin beslenme seviyelerinin ölçülmesinde kullanılan bir parametre olup göldeki trofik seviyenin yoğunluğunun tespit edilmesinde kullanılmaktadır (Ünlü ve ark., 2008). Sularda ışık geçirgenliği üzerinde AKM' nin önemli bir katkısı bulunmaktadır. AKM organik ya da inorganik kaynaklı olabilmektedir. Genel olarak organik kısmı planktonlardan inorganik kısmı ise sistemde asılı olan cansız partiküllerden meydana gelmektedir. İnorganik kaynaklı katı maddelere bahar sirkülasyonu ve rüzgar ile göle çevre araziden gelen partiküller yol açmaktadır (Temponeras ve ark., 2000).

Gölde askıda katı madde miktarı çalışma süresince 1,4-13,2 mg/l arasında değişmiş, bahar ve yaz dönemlerinde artış göstermiştir. Bahar dönemlerindeki artışta fitoplanktonik artış etkili olmuştur. Özellikle Ekim 2009'da Cyanobacteria grubu, Mayıs-Haziran 2010 döneminde Cyanobacteria ve Chlorophyta grubu, Ağustos 2010'da Bacillariophyta grubu AKM miktarı artışında etkili olmuşlardır. Mart 2010 ve Mart 2011 bahar dönemi artışında ise su karışımının etkili olduğu yapılan laboratuvar ölçümleri ile de örtüşmektedir.

Bentivor balıkların yiyecek ararken dip çamurunu karıştırmaları nedeniyle askıda katı madde miktarı ve besin tuzu yoğunluğu önemli ölçüde değişiklik gösterebilir. Diğer taraftan göl tabanında yaygın olarak makrofitlerin bulunması (Carpenter ve Lodge, 1986), dalga kuvvetini azaltarak sedimantasyonu artırır ve

sedimanın tekrar yüzer duruma geçmesini önler. Hafik gölü tabanında *Chara* oldukça geniş yastıklar şeklinde büyük alanları kaplamaktadır. Gölde AKM miktarının düşük olması *Chara* yataklarının AKM üzerinde etkisinin büyük olduğunu göstermektedir.

Hafik gölünde yıllık ortalaması 6,1 mg/l olan AKM nin, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY) ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri (5-15 mg/l) arasında olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2004b).

#### **4.1.17. Bulanıklık**

Bulanıklık, sularda asılı (süsponde) halde bulunan maddelerin miktarını belirten bir parametredir. Suların bulanıklığı içinden geçen ışığı askıda maddelerin engellemesi nedeniyle. Göllerde ışık geçirgenliğini etkileyen bulanıklık, plankton yoğunluğu, su içindeki çözünmüş organik ve inorganik maddeler, suyun kimyasal yapısı, ışığın gelme açısı ve dalga boyu, su yüzeyinin durumu, bulutluluk durumu gibi birçok faktör tarafından etkilenir (Goldman ve Horne, 1983; Round, 1984; Cirik ve Cirik, 1991; O'Sullivan ve Reynolds, 2004; Cirik ve Gökpmar, 2006; Gökmen, 2007). Bulanıklık su içinde askıda bulunan kil, silis, organik maddeler, mikroskobik organizmalar, çökebilir haldeki kalsiyum karbonat, alüminyum hidroksit, demir hidroksit veya benzeri maddelerden ileri gelir. Bunlar, kolloid büyüklüğünden, iri taneciklere kadar değişik tane büyüklüklerinde olabilir (Samsunlu, 1999).

Hafik gölü'nde araştırma süresince yapılan analizler sonucunda bulanıklık değerlerinin 1,10-14,40 NTU arasında değiştiği belirlenmiştir. Gölde bulanıklık bahar sonu yaz ayları başlangıcı ile sonbahar dönemlerinde artış göstermiştir (Mayıs-Haziran 2010; Ağustos-Eylül 2010 ve Nisan 2011).

Bulanıklığın artış gösterdiği dönemler fiziksel ve biyolojik olayların ikisinin birlikte faaliyetinin bir sonucudur. Özellikle Nisan 2011' deki bulanıklık artışında rüzgarın etkisi ile su içi karışım etkili olmuştur. Rüzgarın hem su karışımı hem de çevre araziden erozyon ile partikülleri göle taşınması yolu ile katkısı önemli derecededir (Temponeras ve ark., 2000). Ancak Hafik gölünde Mayıs-Haziran 2010 tarihinde Cyanobacteria ve Chlorophyta grubunda, Ağustos-Eylül 2010 döneminde ise Bacillorophyta grubunda görülen artışlar bulanıklık artışında etkili olmuştur. Zira birçok araştırma ile gösterildiği gibi, plankton yoğunluğu bulanıklık üzerindeki etkili

faktörlerden birisidir (Goldman ve Horne, 1983; Round, 1984; Cirik ve Cirik, 1991; O'Sullivan ve Reynolds, 2004; Cirik ve Gökpinar 2006; Gökmen 2007).

Çalışmada bulanıklık ile AKM ve Klo-*a* arasında pozitif korelasyon olduğu belirlenmiştir ( $r=0,681$ ;  $p<0,01$ ;  $r=0,426$ ;  $p<0,05$ ). Yukarıda belirtilmiş olan karışım ve planktonik yoğunluğun olduğu dönemlerde bulanıklığın artış göstermesi bu ilişkiyi doğrular niteliktedir.

#### **4.1.18. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ<sub>5</sub>)**

KOİ sudaki yükseltgenbilir maddelerin kimyasal yolla oksitlenmeleri için gerekli oksijen miktarıdır. Evsel ve endüstriyel atık suların (özellikle endüstriyel) kirlilik derecesini belirlemede kullanılan en önemli parametrelerden biridir. KOİ parametresi, BOİ' ye benzer ancak ondan farklı olarak organik maddenin biyokimyasal reaksiyonlarla değil redoks reaksiyonlarıyla oksitlenmesi esasına dayanır (Elmacı ve ark., 2010). KOİ, BOİ'den farklı olarak biyolojik yollarla ayrılmayan bazı maddeleri de içerdiğinden, her zaman BOİ'den büyüktür. Kimyasal oksijen ihtiyacı suyun içindeki karbon miktarının (konsantrasyon) dolaylı bir ölçüsü olur.

BOİ, aerobik şartlar altında suda bulunan mikroorganizmalar tarafından organik maddelerin parçalanmasında kullanılmak üzere gerekli olan oksijen miktarı olarak tanımlanır ve sularda organik kirlenmenin bir ölçüsü olarak kullanılır (Egemen ve Sunlu, 1996; Usha ve ark., 2006).

Hafik gölünde çalışma süresi içerisinde KOİ konsantrasyonu 8,8-97,7 mg/l, BOİ<sub>5</sub> ise 6-66 mg/l arasında değişim göstermiştir. KOİ'nin yıllık ortalama değerinin 44 BOİ<sub>5</sub>'nin ise 42 mg/l olduğu belirlenmiştir. Toksik maddelerin olmadığı ve sadece kolaylıkla ayrışabilecek organik maddelerin bulunduğu ortamlarda KOİ değeri, yaklaşık olarak nihai BOİ (karbonlu) değerine eşit çıkmaktadır. Yani göl suyunda bulunan oksitlenebilen maddelerin tamamı biyolojik olarak parçalanabilmektedir. Etrafında yerleşim birimi ve sanayi kuruluşu olmayan Hafik gölünde KOİ ile BOİ<sub>5</sub> konsantrasyonunun yakın çıkması normal görülmektedir. Oluşan KOİ ve BOİ<sub>5</sub> konsantrasyonlarının göl çevresinde bulunan tarım arazilerinden olan sızıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Gölde KOİ ve BOİ<sub>5</sub> değerlerinin özellikle bahar (Mart 2010) ve kış aylarında (Aralık 2009) diğer aylara oranla yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni yağışlar ile çevre arazide mevcut organik maddenin yüzey akışı ile göle taşınmasından kaynaklanmış olabilir (Karakoç ve ark., 2003; Tepe, 2009).

Çalışmada belirlenmiş olan yıllık ortalama KOİ ve BOİ<sub>5</sub>'ye göre göl suyunun; KOİ açısından I-II. Sınıf arası, BOİ<sub>5</sub> açısından ise IV. sınıf su olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2004b).

#### **4.1.19. Fosfor**

Tatlı sularda fosfor fitoplankton gelişimini sınırlayıcı elementlerden biridir (Schindler, 1977; Kalf ve Knoechel, 1978; Goldman ve Horne, 1983; Lehmann ve Lachananne, 1999; Wetzel, 2001; Romero ve ark., 2002). Sucul sistemlerde fosfor, mevcut olan çok yönlü karmaşık, kimyasal ve biyokimyasal dengelerin anahtar elemanlarından biridir. Fitoplanktonik organizmaların yoğunluğunu etkileyen en önemli faktörler arasında bulunmaktadır (Henry ve ark., 1984; Uslu ve Türkman, 1987; Wetzel, 2001). Sularda ölçülen fosfor için başlıca kaynak orto-fosfattır (Uslu ve Türkman, 1987) ve sularda çok düşük konsantrasyonlarda bulunsa bile (<1 µg/l) fitoplankton tarafından kullanılabilir (Reynolds, 1984). Fosfor sucul sistemlerde çeşitli formlarda bulunur. Sulardaki fosfor, çözülmüş fosfor, organik fosfor, algal ve bakteriyel fosfor ile askıdaki partikülat fosforu içermektedir (Gabor ve ark., 2004). Doğal su ortamlarında fosforun çoğunlukla inorganik formu olan orto-fosfat (O-PO<sub>4</sub>) önemlidir (Henderson-Sellers ve Markland, 1987; Wetzel, 2001). Planktonik algler fosfordan orto-fosfat şeklinde yararlanabilmektedir (Wetzel, 2001; Cirik ve Gökpınar, 1993). Birçok mineralin yapısında bulunmasına rağmen, alkali topraklardaki çözünürlüğünün az olması nedeniyle sudaki miktarı sınırlıdır. Kirlenmemiş doğal tatlı sulardaki konsantrasyonu 1 µg/l'den 200 mg/l'ye kadar değişen (Wetzel, 2001; Yazıcı ve Gönüloğlu, 1994) fosforun göllerdeki mevsimsel dağılımı havzanın yapısına, çevre toprağının kimyasal içeriğine ve yıllık döngüsüne bağlıdır (Harper, 1992). Asıl kaynağı fosfatlı kayalar olduğu bilinen fosfor, yapay gübrelerden ve endüstriyel atıklardan da geçebilir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Hafik gölünde çözünebilir reaktif fosfat konsantrasyonu Eylül-Aralık 2009 tarihi ile Mayıs 2010 tarihinde diğer dönemlere kıyasla yüksek konsantrasyona

sahiptir (Eylül 2009; 0,030-0,049 mg/l, Aralık 2009; 0,028-0,045 mg/l, Mayıs 2010; 0,024-0,042 mg/l). Bahar döneminde fosfordaki bu artış çevre tarım arazilerden yağışlarla ve eriyen kar suları ile yıkanarak gelen gübrelerden kaynaklanmış olabilir. Diğer dönemlerde (Bahar sonu, yaz ayları ve sonbahar dönemi) fosfor konsantrasyonunun düşük olması dipte yoğun bir şekilde bulunan *Chara*' lardan ya da algal büyümede kullanılmasından kaynaklanmış olabilir. Sığ göllerde tampon görevi görebilen su içi bitkileri, sedimentten mekanik olarak fosfor salınımını engelleyebildiği gibi kendi kullanımları sonucu fosforu azaltabilmektedirler. Aynı şekilde algal büyüme dönemlerinde fosfor miktarında azalma, tersi olarak algal büyümenin yavaşladığı dönemlerde ise artışı görülmektedir. Zira göldeki fosfat değerleri, Eylül 2009'da yüksek iken Ekim ayında ani bir düşüş göstermiştir. Bu dönemlerde fitoplanktonda özellikle Cyanobacteria ve Cryptophyta grubunda artış olduğu gözlenmiştir.

Alg gelişimi için fosforun eşik değerinin,  $PO_4\text{-P} > 0,01$  mg/l olduğu belirtilmektedir (Reynolds, 1993). Ancak göldeki fosfor değerleri ( $PO_4\text{-P}= 0,016$  mg/l) algal gelişimi desteklememiştir. Bunun nedeni gölde yüksek kalsiyum içeriğinden dolayı fosfatın geri dönüşümsüz olarak bağlanmış ve çöktürülmüş olması olabilir. Çünkü  $Ca^{++}$  konsantrasyonunun 100 mg/l' den fazla olduğu sularda fosfat  $Ca$  iyonlarına bağlanmakta ve apatit'in oluşmasına neden olmaktadır (Wetzel, 1972; Wetzel, 2001). Doğal sularda normal sınırı 1-150 mg/l olduğu belirtilen kalsiyumun (Şen ve ark.,1994) Hafik gölündeki yıllık konsantrasyonu 625 mg/l'dir. Yüksek kalsiyum konsantrasyonuna sahip olan Hafik gölü'nde özellikle  $PO_4\text{-P}$  nin bu mekanizma ile çökeldiği ve fitoplanktonun büyüme ve üremesinin bu şekilde sınırlandığı düşünülmektedir.

Fitoplankton yoğunluğu bakımından zengin olmayan Hafik gölünde toplam fosfat konsantrasyonu 0,055 mg/l, kullanılabilir olan çözülebilir fosfat ise (ÇRF) 0,016 mg/l'dir. Bu konsantrasyonlar ile kirlenmemiş doğal su sınıfına girmektedir. Zira kirlenmemiş doğal suların toplam fosfat konsantrasyonunun 0,001-0,2 mg/l, arasında ve kontamine olmamış çoğu yüzey sularının ise toplam fosfat konsantrasyonunun 10-50  $\mu\text{g/l}$  arasında değiştiği belirtilmektedir (Wetzel, 2001).

#### 4.1.20. Klorofil -a

Bütün alg grupları Klorofil-*a*, ihtiva etmektedir. Dolayısı ile klorofil-*a* ölçümü ile sucul sistemde alg yoğunluğu hakkında dolaylı yoldan bir fikir edinilebilmektedir (Round, 1981; Voros ve Padisak, 1991). Bunun dışında sucul ortamlardaki biyolojik verimliliğin belirlenmesinde de klorofil-*a* ölçümünden sıklıkla yararlanılmaktadır. Sucul ortamlarda klorofil-*a* ile besin tuzu konsantrasyonu arasında zıt, bitkisel organizma sayısı ile doğrusal bir ilişki bulunduğu bilinmektedir. Besin tuzu artışı, bitkisel gelişimi ve buna paralel olarak klorofil-*a* artışını teşvik eder ancak sürekli bitkisel artış nedeni ile besin tuzunun sürekli kullanımı bir süre sonra besin tuzunun azalmasına neden olur. Sistemde besin tuzu konsantrasyonu artışı bitkisel organizmaların ve dolayısı ile klorofil-*a* konsantrasyonunun artmasına neden olmaktadır. Klorofil-*a* miktarı ise fitoplankton biyomasının ölçümünde dolaylı olarak kullanılmaktadır.

Gölde klorofil-*a* değerleri Ekim-Kasım 2009, Eylül-Ekim 2010 tarihlerinde ve Nisan-Mayıs 2010-2011 tarihlerinde gözle görülür bir şekilde artış göstermiştir. Ekim 2009 tarihindeki klorofil-*a* artışında Cyanobacteria grubu, Mayıs 2010 ve Mayıs 2011 tarihindeki artışta ise Chlorophyta grubundaki sayısal artış etkili olmuştur. 2010 sonbahar (Eylül-Ekim 2010) dönemindeki artışta Bacillariophyta, Cyanobacteria ve Cryptophyta grubunun artışları katkı sağlamıştır. Bu artışta Cryptophyta grubunun katkısı diğer belirtilen alg gruplarına kıyasla daha fazladır. Klorofil-*a* konsantrasyonları; Ekim- Kasım 2009'da 0,11-1,23 µg/l; Eylül-Ekim 2010'da 0,64-1,69 µg/l; ve Nisan-Mayıs 2010' da 0,18-1,94 µg/l ve Nisan-Mayıs 2011'de ise 0,23-1,10 µg/l arasında değişim göstermiştir.

Hücre tipine, ekolojik ve fizyolojik şartlara göre değişim gösteren Klorofil-*a* yoğunluğu tek başına trofik durumu belirlemede yeterli olmasa da (Aykulu ve Obalı, 1981) bir gölün trofik durumu hakkında genel anlamda bilgi verebilmektedir. Oligotrofik göller için klorofil-*a* değerinin 0.3-3 µg/l, mesotrofik göller için 2-15 µg/l, ötrofik göller içinse 10-500 µg/l olduğunu bildirmiştir (Wetzel, 2001). Vollenweider'a göre klorofil-*a* değer aralıkları; oligotrof göller için 0,3-4,5 µg/l, mezotrof göller için 3-11 µg/l, ötrof göller için 3-78 µg/l, hiperötrof göller için 100-150 µg/l'dir. OECD ise (1982) ortalama klorofil-*a* değerlerini oligotrofik göller

için  $< 2.5 \mu\text{g/l}$ ; mezotrofik göller için  $2.5-8 \mu\text{g/l}$ ; ötrofik göller için  $8-25 \mu\text{g/l}$  ve hipertrofik göller için ise  $>25 \mu\text{g/l}$  olarak kabul etmiştir.

Hafik gölünde klorofil-*a* konsantrasyonu  $0,03-1,94 \mu\text{g/l}$  arasında değişim göstermektedir ve yıllık ortalama  $0,46 \mu\text{g/l}$ 'dir. Bu değerler ışığında klorofil-*a* açısından trofi durumuna bakıldığında gölün oligotrofik özellik taşıdığı görülmektedir.

#### **4.1.21. Hafik Gölü su kalitesi**

Hafik gölü su kalitesi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından 31.12.2004 tarihli resmi gazetede yayımlanan yönetmelik çerçevesinde "SKKY Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Anonim, 2004b)" ne göre değerlendirilmiştir. Kıta içi sular bu yönetmelik dahilinde çok sayıda kimyasal parametre değerleri dikkate alınarak sınıflara ayrılmaktadır. Hafik gölü su kalitesi bu yönetmelikteki bazı parametrelere göre değerlendirilmiştir. Su kalite değerlendirmesinde parametrelerin yıllık ortalamaları esas alınmıştır. Bu yönetmelikteki Kıta içi yüzeysel sular için yapılan sınıflama aşağıdaki gibidir ve kalite parametrelerinin değer aralıkları Çizelge 4.1.21.1'de verilmiştir.

**Sınıf I:** Yüksek Kaliteli Su,

**Sınıf II:** Az Kirlenmiş Su,

**Sınıf III:** Kirlenmiş Su,

**Sınıf IV:** Çok Kirlenmiş Su



**Çizelge 4.1.21.1.** Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Anonim, 2004b) ile Hafik gölü'nde ölçülen bazı fiziko-kimyasal değerlerin karşılaştırılması (Anonim, 2004b)

SKKY. KİTAİÇİ SU KAYNAKLARININ SINIFLARINA GÖRE KALİTE KRİTERLERİ					HAFİK GÖLÜ DEĞERLERİ
SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI				
	I	II	III	IV	
<b>A) Fiziksel ve inorganik-kimyasal Parametreler</b>					
1) Sıcaklık (°C)	25	25	30	>30	<b>24</b>
2) pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında	<b>7.28-9.60</b>
3) Çözünmüş oksijen (mg O <sub>2</sub> /l) <sup>a</sup>	8	6	3	<3	<b>8.98</b>
4) Oksijen doygunluğu (%) <sup>a</sup>	90	70	40	<40	-
5) Klorür iyonu (mg Cl/l)	25	200	400 <sup>b</sup>	>400	<b>55.4</b>
6) Sülfat iyonu (mg SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> /l)	200	200	400	>400	<b>1425</b>
7) Amonyum azotu (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N/l)	0.2 <sup>c</sup>	1 <sup>c</sup>	2 <sup>c</sup>	>2	<b>0.17</b>
8) Nitrit azotu (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N/l)	0.002	0.01	0.05	>0.05	<b>0.004</b>
9) Nitrat azotu (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/l)	5	10	20	>20	<b>0.11</b>
10) Toplam fosfor (mg P/l)	0.02	0.16	0.65	>0.65	<b>0.055</b>
<b>B) Organik parametreler</b>					
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/l)	25	50	70	>70	<b>44</b>
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/l)	4	8	20	>20	<b>42</b>
<b>C) İnorganik kirlenme parametreleri<sup>d</sup></b>					
15) Demir (µg Fe/l)	300	1000	5000	>5000	<b>35</b>
16) Mangan (µg Mn/l)	100	500	3000	>3000	<b>100</b>

(a) Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.

(b) Klorüre karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsantrasyon limitini düşürmek gerekebilir.

(c) pH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu 0.02 mg NH<sub>3</sub>-N/l değerini geçmemelidir.

(d) Bu gruptaki kriterler parametreleri oluşturan kimyasal türlerin toplam konsantrasyonlarını vermektedir.

Yüzey sularının kalitesi açısından sıcaklık, çok önemli bir fiziksel parametredir. Su sıcaklığı ortamda gerçekleşen birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreci etkiler. Araştırma süresince gölde su sıcaklığı 0,3-24,4 °C arasında değişim göstermiştir. Yıllık ortalaması 12,6 °C'dir. Sıcaklık açısından SKKY'ne göre I. sınıf su özelliği göstermektedir.

pH su kalitesi değerlendirmelerinde kullanılan diğer önemli parametre arasında yer almaktadır. Sudaki birçok süreci etkiler. Kirlenmemiş sularda pH prensip olarak, karbondioksit, karbonat ve bikarbonat iyonları ile humik asit, fulvik asit gibi doğal bileşikler arasındaki denge tarafından kontrol edilir. pH sıcaklığa bağlıdır, suyun sıcaklığı pH değerinin doğru olarak belirlenmesi için önemlidir (Chapman ve Kimstach, 1996). Gölde pH 7,28-9,60 arasında değişim göstermiştir. Yıllık ortalaması 8,4' tür. SKKY'ye göre I. sınıf su özelliği göstermektedir.

Sudaki çözünmüş oksijen, sucul yaşam üzerinde çok önemli etkilere sahiptir. Sucul canlıların ortamda dağılımları ve bulunuşları oksijene bağlı olarak değişir. Kirlenmemiş doğal sulardaki konsantrasyonu 10 mg/l dolayında olduğu belirtilen çözünmüş oksijen (Anonim, 1998a) Hafik gölünde 4,6-13,6 mg/l arasında değişim göstermiştir. Yıllık ortalaması 8,98 mg/l' dir. SKKY'ye göre I. sınıf su özelliği göstermektedir.

Çözünmüş katı madde içinde genellikle en önemli bileşeni oluşturan klorür iyonları Hafik gölünde 35,4-79,6 mg/l arasında değişim göstermiştir. Klorür'ün yıllık ortalaması 55,4 mg/l'dir. Göl bu klorür konsantrasyonu ile SKKY'ne göre II. sınıf su kalitesine sahiptir.

Sularda birkaç mg/l'den birkaç yüz mg/l'ye kadar değiştiği belirtilen sülfat konsantrasyonu (Şengül ve Türkman, 1991) çalışma alanında 686-1894 mg/l arasında değişim göstermiştir. Yıllık ortalaması 1425 mg/l olan sülfat bu konsantrasyonu ile SKKY'ne göre IV. sınıf su kalitesine sahiptir.

Amonyum sulara çoğunlukla evsel deşarjlar veya organik azotlu bileşiklerin parçalanması yoluyla girer. Yüzey sularında 0,1 mg/l' küçük olduğu belirtilen (Mutluay ve Demirak, 1996; Elmacı ve ark., 2010) amonyum Hafik gölünde 0,004-0,747 mg/l arasında değişim göstermiştir. Evsel atıkların karışmadığı gölde yıllık ortalaması 0,17 mg/l'dir. Göl suyu SKKY'ne göre I. sınıf su kalitesine sahiptir.

Nitrifikasyonun son ürünü ve oksijen açısından zengin sularda azotun çok yaygın görülen mineral şekli olan nitratın (Egemen ve Sunlu, 1996; Wetzel, 2001) gölde konsantrasyonu 0,006-0,517 mg/l arasında değişim göstermiştir. Yıllık ortalaması 0,11 mg/l'dir ve bu değer ile SKKY'ne göre I. sınıf su kalitesine sahiptir.

Temiz sularda ya hiç bulunmayan ya da eser miktarda bulunan (Girgin ve Kazancı,1994) ve doğal sularda 0-0.01 mg/l arasında değişim gösterdiği (Wetzel,

2001) belirtilen nitrit konsantrasyonu Hafik gölünde 0-0,02 mg/l arasında değişim göstermiştir. Yıllık ortalama değeri 0,004 mg/l olan nitrit bu konsantrasyonu ile SKKY'ne göre I. - II. sınıf su kalitesine sahiptir.

Kirlenmemiş doğal tatlı sulardaki konsantrasyonu 1 µg/l'den 200 mg/l'ye kadar değişen (Yazıcı ve Gönülol, 1994; Wetzel, 2001) toplam fosfor, fitoplanktonik organizmaların yoğunluğunu etkileyen en önemli faktörler arasındadır (Henry ve ark., 1984; Uslu ve Türkman 1987; Wetzel, 2001) ve Hafik gölündeki çalışmada 0,006-0,301 mg/l arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Toplam fosfor'un yıllık ortalaması 0,055 mg/l'dir. Göl suyu toplam fosfor konsantrasyonu açısından SKKY'ne göre I. sınıf su kalitesine sahiptir.

Gölde KOİ 8,8-97,7 mg/l arasında değişim göstermiştir. KOİ'nin yıllık ortalaması 44 mg/l'dir. Bu KOİ değeri ile göl suyu SKKY'ne göre II. sınıf su kalitesine sahiptir.

Gölde BOİ<sub>5</sub> 6-66 mg/l arasında değişim göstermiştir. BOİ<sub>5</sub>'in yıllık ortalaması 42 mg/l'dir. BOİ<sub>5</sub> değeri açısından Hafik Gölü SKKY'ne göre IV. sınıf su kalitesine sahiptir.

Gölde demir konsantrasyonu 0,005-0,091 mg/l (5-91 µg/l) arasında değişim göstermiştir. Demir'in yıllık ortalaması 0,035 mg/l'dir (35µg/l). Göl suyu SKKY'ne göre I. sınıf su kalitesine sahiptir.

Mangan konsantrasyonu çalışma boyunca 0,015-0,248 mg/l (15-248 µg/l) arasında değişim göstermiştir. Mangan'ın yıllık ortalaması 0,1 mg/l'dir (100 µg/l). Göl suyu SKKY'ne göre I. sınıf su kalitesine sahiptir.

Çalışmada elektriksel iletkenlik değerleri 1,81-2,60 mS arasında değişim göstermiştir. EC' nin yıllık ortalaması 2,23 mS'dir. Göl suyu "sulama suyu sınıflandırması çizelge 4" e göre IV. sınıf su kalitesine sahiptir (Anonim, 1991).

Sular sertlik açısından sınıflandırıldığında sertliği 5 Fr ve daha altında olan sular çok yumuşak, 5-11 Fr olan sular yumuşak, 11-18 Fr olan sular az yumuşak, 18-28 Fr olan sular az sert, 27-45 Fr olan sular sert ve 45 Fr'den yüksek olan sular çok sert su olarak tanımlanmaktadır (Uslu ve Türkman, 1987). Çalışılan göl suyunun toplam sertlik değerleri 136,7-202,2 Fr arasında değişim göstermiştir. Gölde toplam sertliğin yıllık ortalaması 164 Fr'dir. Göl suyu, su sertliği açısından "çok sert su" sınıfına girmektedir.

Hafik gölünde Kalsiyum konsantrasyonu 436-913 mg/l arasında değişim göstermiştir. Kalsiyum'un yıllık ortalaması 625 mg/l'dir. Göl suyu ortalama kalsiyum değeri SÜY (Su Ürünleri Yönetmeliği) Ek-5' e göre kabul edilebilir değerdedir.

Gölde çalışma süresince askıda katı madde miktarı 1,4-13,2 mg/l arasında değişim göstermiştir. Gölde AKM'nin yıllık 6,1 mg/l'dir. SKKY teknik usuller tebliği Tablo IV'e (Anonim, 1991) göre AKM açısından göl suyu I. Sınıf su kalitesine sahiptir.

Genel olarak bakıldığında, Hafik gölü su kalitesi bakımından bir kaç kalite parametresi dışında (Su sertliği, sülfat, Klorür, KOİ ve BOİ<sub>5</sub>) I. sınıf su kalitesine sahip kirlenmemiş su sınıfına girmektedir.

#### **4.1.22. Hafik Gölü Verimlilik (Trofi) durumu**

Ötrofikasyon göllerde verimlilik artışı ve sonuçta aşırı miktarda organik madde üretim süreci için kullanılan bir terimdir. Ötrofikasyon doğal olarak meydana gelen bir olay olmakla birlikte insan kaynaklı (antropojen) etkilerle hızı artmaktadır. Ancak bu süreç yağmur suyu, kullanılmayan yada tarım arazilerinden gelen yüzeysel sular ve kayaların aşınması gibi nedenlerle oluşuyorsa doğal ötrofikasyondan söz etmek mümkündür. Yeni oluşmuş tüm genç oligotrofik göller zamanla ötrofik göl karakteri kazanmaktadır. Bu olay doğal, fakat yavaş ilerleyen bir olgudur. Ancak insan etkisi ile süreç hızlanmakta ve sonuçta su kaynağı kullanılamaz hale gelmektedir (Anonim, 1987; Moss ve ark.,1997).

Göllerde verimlilik açısından önemli olan ve ötrofikasyonu belirlemede kullanılan en önemli parametreler azotlu ve fosforlu bileşiklerin konsantrasyonlarıdır. Göllerde, özellikle azot ve fosforun klorofil-*a* veya fitoplankton biyokütlesiyle olan doğrusal ilişkisi (Sawyer, 1947; Reynolds, 1993; Jeppesen ve ark.; Mason, 2002) uzun yıllardan beri yapılan birçok çalışmada ortaya konmuştur. Dünya üzerinde 1960'lı yıllar itibariyle artan endüstri, evsel atıklar, gübre ve deterjanların kullanımı neticesinde baş gösteren ötrofikasyon problemlerinin sorumlusu olarak, göletlerin besin tuzu yüklerindeki artışlar sıklıkla işaret edilmiştir (Kronvang ve ark., 2005; Molen, 1999; Tüzün ve Mason; 1996).

Yapılan çalışmada elde edilen Hafik gölüne ait bazı fiziksel ve kimyasal verilerin ışığı altında gölün trofi durumu hakkında bazı değerlendirilmeler yapılmıştır. Bu

değerlendirmelerde SKKY “Ötrofikasyon Kontrolü Sınır Değerleri” ve bazı araştırmacıların ve kurumların verilerinden yararlanılmıştır. Çizelge 4.1.22.1’de SKKY “Ötrofikasyon Kontrolü Sınır Değerleri” ile Hafik gölünde yapılan araştırmadan elde edilen değerlerin bir karşılaştırması sunulmuştur.

**Çizelge 4.1.22.1. Ötrofikasyon Kontrolü Sınır Değerleri (Anonim, 2004b)**

SKKY. GÖLLER, GÖLETLER, BATAKLIKLAR ve BARAJ HAZNELERİNİN ÖTROFİKASYON KONTROLÜ SINIR DEĞERLERİ			
İstenilen Özellikler	Doğal koruma alanı ve rekreasyon	Çeşitli kullanımlar için (Doğal olarak tuzlu, acı ve sodalı göller dahil)	Hafik Gölü Değerleri
pH	6.5-8.5	6-10.5	<b>7.28-9.60</b>
KOİ (mg/l)	3	8	<b>44</b>
ÇO (mg/l)	7,5	5	<b>8.98</b>
AKM (mg/l)	5	15	<b>6.1</b>
Toplam azot (mg/l)	0.1	1	-
Toplam fosfor (mg/l)	0.005	0.1	<b>0.055</b>
Klorofil- <i>a</i> (mg/l)	0.008 (8 µg/l)	0.025 (25 µg/l)	<b>0.00046 (0.46 µg/l)</b>

Göllerdeki klorofil-*a* konsantrasyonları, trofik düzeyin tespit edilmesinde, su kalitesinin ortaya çıkarılmasında, fitoplankton örneklerinin vertikal ve horizontal dağılımının tespit edilmesinde kullanılmaktadır (Voros ve Padisak, 1991). Hafik gölünde klorofil-*a* 0,03-1,94 µg/l arasında değişim göstermiştir. Klorofil-*a*’nın yıllık ortalaması 0,46 µg/l’dir. Göl suyu, klorofil-*a* değeri bakımından, SKKY tablo II’ de verilmiş olan ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri içinde yer almaktadır.

Toplam fosfor 0,006-0,301 mg/l arasında değişim göstermiştir. Toplam fosfor’un yıllık ortalaması 0,055 mg/l’dir. Göl suyu, toplam fosfor değeri bakımından, ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri içinde yer almaktadır.

pH değeri 7,28-9,60 arasında değişim göstermektedir. Yıllık ortalama pH değeri 8,4 olan göl suyu alkali özellikte olup ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri aralığında bulunmaktadır.

Göl suyunda ÇO (çözülmüş oksijen)’nin yıllık ortalaması 8,98 mg/l’dir ve ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri içindedir.

KOİ (Kimyasal oksijen ihtiyacı) yıllık ortalama konsantrasyonu 44 mg/l olan göl suyu KOİ değeri açısından SKKY tablo II' de verilmiş olan Ötrofikasyon kontrolü sınır değerlerinin üzerinde bir değere sahiptir.

AKM (askıda katı madde miktarı) miktarı gölde 1,4-13,2 mg/l arasında değişim göstermiştir ve yıllık ortalama değeri 6,1 mg/l'dir. Bu değer ile göl suyu AKM ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri içinde yer almaktadır.

Göl suyunda toplam azot miktarı yıllık 0,274 mg/l olarak hesaplanmıştır. Bu değer ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri içerisinde yer almaktadır.

#### **4.1.23. Trofik durum indeksi (TDİ)**

Trofik durum “belirli bir bölgede ve zamanda yaşayan biyolojik materyalin toplam ağırlığı” olarak tanımlanır (Carlson ve Simpson, 1996). Sucul ekosistemlerde ortamın değişkenlik göstermesine sebep olan fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin tamamı klorofil-*a* miktarını etkilemektedir. Bu nedenle klorofil-*a* miktarı, fitoplankton biyomasının ölçümünde dolaylı bir yöntem olarak kullanılır ve biyomas ile yakın ilişkilidir. Buna göre bir gölün besin maddeleri düzeyini ya da trofi yapısını belirlemek amacıyla, göl suyunda ölçülen klorofil-*a* miktarının yanında seki derinliği ve toplam fosfat değerlerinin de kullanılması suretiyle çeşitli indisler geliştirilmiştir. Bunlardan birisi de Carlson (1977)'un geliştirdiği “trofik yapı indis” modelidir. Bu modelde seki diski derinliği, toplam fosfor ve klorofil-*a* temel alınarak değerlendirme yapılmıştır. Çalışmamızda, Carlson (1977)'de belirtilen bu üç kriterden ikisi (toplam fosfor ve klorofil-*a*) temel alınarak değerlendirme yapılmıştır. Gölde seki diski derinliği, normal su derinliği ile aynı olduğu için (düşük bulanıklıktan dolayı) değerlendirmeye katılmamıştır. Hafik gölü TDİ değerleri, klorofil-*a* için 19,12 µg/l ve toplam fosfor için 53,26 µg/l olarak hesaplanmıştır. Çizelge 4.1.23.1'de Carlson (1977) TDİ değerleri ile Hafik gölü TDİ değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.1.23.1.** Hafik gölü TDİ (CHL) ve TDİ (TP) değeri ortalamalarının Carlson ve Simpson (1996), Trofik durum indeksi (TDİ) ile değerlendirilme çizelgesi

TDİ	Klorofil- <i>a</i> (µg/l)	T. Fosfor (µg/l)	Niteliği	Hafik Gölü TDİ Ortalamaları	
				TDİ (CHL)	TDİ (TP)
<30	< 0,95	<6	<b>Oligotrofi</b>	<b>19,12 µg/l</b>	-
30-40	0,95-2,6	6-12	-----	-	-
40-50	2,6-7,3	12-24	<b>Mezotrofi</b>	-	-
50-60	7,3-20	24-48	<b>Ötrofi</b>	-	<b>53,26 µg/l</b>
60-70	20-56	48-96	-----	-	-
70-80	56-155	96-192	<b>Hiperötrofi</b>	-	-
>80	>155	192-384	-----	-	-

Carlson (1977) Trofi durum indeksi çizelgesinde yer alan değişkenlerden klorofil-*a*' ya göre Hafik gölü oligotrofik, toplam fosfor miktarına göre ise ötrofik özellik göstermektedir. Ancak Wetzel (2001) in temel aldığı OECD (Vollenweider, 1968) sınıflandırma sistemi esas alındığında tartışmada fosfor kısmında da sunulduğu gibi Hafik Gölü oligotrofik göller sınıfı içinde kalmaktadır. Geleneksel sistem trofi durumlarına göre gölleri oligotrofik, mezotrofik ve ötrofik olmak üzere üçe ayırır. Bu ayırım çoğunlukla belirgin değildir. Trofi durum tanımlaması; oksijen eğrisinin şekli, fitoplanktonun ya da taban faunasının tür kompozisyonu, besin tuzu konsantrasyonu ve ürün-biyokütle ölçüm çeşidi gibi birkaç kriterden meydana gelir. Oligotrofiden ötrofiye değişime rağmen, bu değişimler ne tanımlanan yerlerde kesin olarak meydana gelir nede aynı oranda ya da aynı yerde tamamı oluşur. Bazı göller bir kriter gere oligotrofik iken diğer bir kriter gere ötrofik olarak nitelendirilebilir. Bu problem bazen, hem oligotrofik hem de ötrofik özellik gösteren gölleri mezotrofik olarak sınıflandırarak engellenebilir (Carlson, 1977).

Göller, trofi durumlarına göre üç temel kategoriye ayrılmış olsa da, çeşitli kimyasal parametrelere göre bu trofi durumlarının dışında kalan trofik kategorilerde bulunmaktadır. Keza göller için ultraoligotrof, oligo-mezotrof, mezo-ötrof, ötrof ve

hiperötrof gibi trofi seviyeleride tanımlanmıştır (Vollenweider, 1968 (Wetzel 2001'den alınmıştır)).

Göllerde verimlilik açısından önemli olan ve ötrofikasyonu belirlemede kullanılan en önemli parametreler azot ve fosfor bileşiklerinin ortamdaki konsantrasyonlarıdır. Ötrofikasyonda temel faktör besin tuzu yüklemesindeki artışıdır. Özellikle fosforun artışı fitoplanktonik populasyon artışı teşvik eder (Pearsall, 1932, Trifonova, 1998). Şekil 4.1.23.1'de 'de Göl ve rezervuarların Fosfor, Azot ve klorofil-*a*'ya dayalı genel olarak sınıflandırılma (Vollenweider'den (1979) modifiye, Wetzel, 2001) değerleri verilmiştir. Bu veriler ile karşılaştırıldığında, Hafik gölü yıllık ortalama 0,055 mg P/l ile ötrofik, inorganik azot bakımından ele alındığında 0,274 mg N/l (NH<sub>4</sub>-N + NO<sub>3</sub>-N + NO<sub>2</sub>-N) ile oligo-mezotrofik karakterdedir. Vollenweider (1979)'a göre göl klorofil-*a* açısından 0,46 µg/l yıllık ortalama ile oligotrofik karakter göstermektedir.

**Şekil 4.1.23.1.** Göl ve rezervuarların Fosfor, Azot ve klorofil-*a*'ya dayalı genel olarak sınıflandırılması (Vollenweider'den (1979) uyarlama, (Wetzel, 2001))

	Oligotrofik	Mezotrofik	Ötrofik	Hiperötrofik	Hafik Gölü
<b>Toplam fosfor(mg/m<sup>3</sup>)</b>					
Aralık	3-17,7	10,9-95,6	16-386	750-1200	-
Ortalama	8	26,7	84,4	-	55
<b>Klorofil-<i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>					
Aralık	0,3-4,5	3-11	3-78	100-150	-
Ortalama	1,7	4,7	14,3	-	0.46

#### 4.1.24. Hafik Gölü Fonksiyonel Grupları

20. yüzyılın ortalarında göllerin sınıflandırılmasında fitoplankton kompozisyonlarına dayandırılan oldukça karmaşık bir sistem Thunmark (1945) ve Nygaard (1949), tarafından ortaya atılmıştır. Ancak bu sistem oligotrofi veya ötrofi derecesinin hesaplanmasında besin tuzu seviyesinden ziyade fitoplanktonda bulunan alg gruplarını dikkate almaktadır. Göllerin trofik seviyeleri; baskın türler, fitoplankton kompozisyonu ve mevsimsel süksesyonuyla açıklanabilir. Fakat fitoplankton süksesyonu ve farklı trofik seviyelerdeki göllerde belirteç türlerin yoğunluğunu etkileyen bölgesel ve ekolojik faktörler nedeniyle, trofik seviyelerin sınırlarını



belirlemede zorluklar vardır (Hutchinson, 1967; Reynolds, 1984). Fitoplankton topluluğunu oluşturan türlerin ekolojik istekleri birbirinden farklılık göstermektedir. Bundan dolayı, dünyanın çeşitli bölgelerinde yapılan çalışmalarda bir çok araştırmacı fitoplankton topluluklarını göllerin trofik seviyesini belirlemek için belirteç olarak kullanmıştır (Rawson, 1956; Hutchinson, 1967; Trifonova, 1998; Reynolds ve ark., 2002). Rawson (1956), ötrofik göllerin bünyesinde çok fazla miktarda tür barındırdığını ve varyete çeşitliliğinin de çok yüksek olduğunu ifade etmiş, varyetelerin farklı özel ortamlara adapte olabileceğini yani ekotip olabileceğini belirtmiştir. Göl verimliliğini sadece klorofil-*a* ölçüm sonuçlarına göre değerlendirmek her koşulda tam doğru olmamaktadır. Çünkü hücrelerdeki klorofil-*a* yoğunluğu hücre tipine, ekolojik ve fizyolojik şartlara göre değişiklik gösterebilmektedir (Aykulu ve Obalı, 1981; Gönülol ve Aykulu, 1984; Elmacı 1995). Reynolds (1994) tabakalaşmayan sığ, küçük göllerde trofik durumun, yoğun makrofit gelişimini destekleyebildiğini ve fitoplanktonunu çoğunlukla kontrol ettiğini belirtmiştir.

Fitoplankton grupları sucul ekosistemlerde fiziksel, kimyasal ve biyolojik çevrelerindeki değişimlere, kompozisyonları ve biyokütlerindeki değişim ile hızlı cevap veren hassas biyo-belirteçtirler (Reynolds, 1993; Dokulil, 2003; Solimini ve ark., 2006). Tatlı su ekosistemlerinde fitoplanktonlar ötrofikasyonun belirlenmesinde ve değerlendirilmesinde (Carvalho ve ark., 2012), organik kirlilik ve asidifikasyonun tespit edilmesinde kullanılmaktadır (OECD, 1982; Mills ve Schindler, 1986; Maileht ve ark., 2012).

Reynolds (1984), Çeşitli su kütlelerinde farklı fitoplankton topluluklarının dönemselliklerini daha kesin olarak tarif etmek amacıyla benzer mevsimsel dizilere sahip çok sayıda tür grubu tanımlamıştır. Bu yaklaşım daha da kapsamlı hale getirilerek fitoplankton fonksiyonel birliktelikleri listesi yada fonksiyonel grup olarak geliştirilmiştir (Reynolds, 1993; Reynolds ve ark., 2002). Daha sonra fonksiyonel sınıflandırma uygulaması, tipik yanlış yerleştirme tanımlamaları, orijinal habitat kalıplarının modifikasyonu ve tür yerleştirmeleri, fitoplanktonlara fonksiyonel yaklaşımlarla ilgili 67 makale taranarak Padisak ve ark. (2009) tarafından tartışılmıştır. Bu düzenlemenin daha önce uygulanan taksonomik gruplandırmadan ziyade ekolojik amaçlar için daha yararlı olduğu kanıtlanmıştır

(Kruk ve ark., 2002; Salmosa ve Padisak, 2007; Padisak ve ark., 2009). Düzenlemede alfanümerik olarak toplam 31 fonksiyonel grup tanımlanmıştır. Göllerin sahip oldukları fitoplanktonik topluluklara göre bir fonksiyonel sınıflandırması yapılmıştır. Reynolds ve ark. (2002) ve Padisak ve ark. (2009)'un verdiği sisteme göre yapılan fonksiyonel sınıflandırmada Hafik Gölü'nün fonksiyonel gruplarını oluşturan algler; **A, B, C, X2, Y, F, J, L0** ve **W2** gruplarına aittir (Çizelge 3.2.3.1'e bakınız). Fonksiyonel gruplarının bazı özellikleri Hafik Gölü'nün habitat özelliklerini açıklasa da fitoplankton kompozisyonu ve birliktelikleri tam bir uyum göstermemektedir.

## **4.2. Fitoplankton**

Çalışmada Hafik Gölü üzerinde belirlenen beş istasyondan alınan örneklerde gölün alg florası, zooplankton faunası ve göl suyunun kimyasal kompozisyonu araştırılmıştır.

Hafik gölünde 10 gruba ait toplam 264 takson tespit edilmiştir. Belirlenen 264 taksondan; 114'ü Bacillariophyta'ya, 87'si Chlorophyta'ya, 33'ü Cyanobacteria'ya, 9'u Cryptophyta'ya, 9'u Euglenophyta'ya, 5'i Xantophyta'ya, 2'si Pyrrophyta'ya, 2'si Chrysophyta'ya, 2'si Charophyta'ya ve 1'i Prasinophyta'ya aittir.

### **4.2.1. Bacillariophyta**

Hafik gölünde belirlenen alg grupları içerisinde Bacillariophyta 114 takson ile en baskın olmuştur. Bu grup üyelerinin ülkemizde yapılmış birçok çalışmada da baskın olduğu vurgulanmıştır (Şen, 1988; Pabuçcu ve Altuner, 1998; Çetin ve Şen, 2004; Atıcı ve ark., 2005). Grup takson sayısı bakımından baskın olmasına rağmen birey sayısı açısından hakim konumda değildir. Grup içerisinde pennales ordosu 108 taksonla, centrales ordosu ise 6 taksonla temsil edilmiştir.

Yurdumuz tatlı sularında yapılan algolojik çalışmalarda da genellikle Bacillariophyta divizyonunun diğer gruplara oranla baskın olduğu belirtilmiştir (Aykulu ve Obalı,1981; Altuner, 1982; Altuner, 1984; Yıldız, 1985 b; Gönüloğlu, 1985a; Gönüloğlu, 1985 b; Gönüloğlu, 1985; Altuner ve Gürbüz 1990; İşbakan, 1997; Alp, 1996; Pabuçcu ve Altuner, 1999; Pabuçcu, 2000; Maraşlıoğlu, 2001; Ersanlı ve Gönüloğlu, 2006).

Hafik gölünde çalışma kapsamındaki fitoplanktonik örnekleme çalışması 11.10.2008 tarihinde başlamış 20.06.2011 tarihinde sonlandırılmıştır.

Toplam örnekleme süresi içerisinde Hafik gölü'nde kuzey ılıman bölge gelişim modeline uygun olarak ilkbahar ve sonbahar aylarında diyatome yoğunluğunda artış olduğu gözlemlenmiştir. Ancak deniz seviyesinden olan yükseklik ve karasal iklimin bir özelliğinin yansımaları olarak, algal artış dönemleri Sivas bölgesinde çalışılan diğer göllerde olduğu gibi (Kılınç ve Sıvacı; 2001; Sıvacı ve ark., 2007) ilkbahar ve sonbahar artış dönemleri, ılıman kuşak göllerindeki artıştan 1-2 aylık bir gecikme göstermektedir.

İlkbahar ve sonbahar örnekleme dönemlerinde diğer dönemlere oranla daha fazla artış yaptığı belirlenmiştir. 2009-2010 örnekleme döneminde ilkbahar çoğalması 28.04.2009 tarihinde, Sonbahar artışı ise 05.10.2009 tarihinde gerçekleşmiştir. 2010-2011 örnekleme döneminde ilkbahar artışı 25.08.2010 tarihinde, sonbahar artışı 15.11.2010 tarihinde olduğu belirlenmiştir. Diyatomelerin, ilkbahar ve sonbahar olmak üzere yılda iki kez artış yaptıkları, ilkbaharda meydana gelen artışın sonbaharda meydana gelen artıştan daha yüksek olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya konulmuştur (Hutchinson, 1967; Round, 1981). Hafik gölü diyatomelerinde 2009 yılı ilkbahar dönemindeki artışta organizma sayısı 1061 org/ml (I. İstasyon), sonbahar dönemindeki artışta ise 982 org/ml (I. İstasyon) olduğu belirlenmiştir. Aynı yılın kış döneminde organizma sayısı 13-410 org/ml iken yaz döneminde 17-384 org/ml. Birim hacimde organizma sayısının ilkbahar ve sonbahar döneminde diğer dönemlere kıyasla meydana gelen bu artışlar, özellikle bu dönemlerde ışık ve sıcaklığın diyatomelerin gelişebilmesi için uygun duruma gelmesine bağlıdır. Genel olarak kuzey ılıman bölgelerde ilkbahar aylarından itibaren ışığın ve su sıcaklığının artmasıyla fitoplanktonun çoğalmaya başladığı ve bu devrede diyatomelerin iyi geliştiği, bunu yazın Chlorophyta ve Cyanobacteria gruplarındaki artışın izlediği, sonbaharda diyatomelerin tekrar çoğaldığı belirtilmiştir (Goldman ve Horne, 1983; Reynolds, 1984; Tanyolaç, 2000; O'Sullivan ve Reynolds, 2004; Cirik ve Gökpınar, 2006). Whitford ve Schumacher (1963) genel olarak diyatomelerin ışık ihtiyacının ortadan iyiye doğru, sıcaklık isteğinin ise düşük olduğunu belirtmiştir. Diyatomelerin maksimum yaptığı ilkbahar ve sonbahar aylarının belirtilen bu fiziksel özellikleri taşıması, bu dönemde artış yapmalarını

sağlamıştır. Ayrıca Reynolds (1993), kış aylarında sıcaklığın ve güneş ışığının az olması nedeniyle alglerin daha az ürediğini, biyokütlelerinin azaldığını, bahar aylarıyla birlikte sıcaklığın ve ışıklanma süresinin artması ile beraber bakteri faaliyeti sonucu ayrışan besin maddelerinin inorganik maddelere dönüşmesi ile fitoplanktonik organizmaların çoğalmaya başladığını, yaz aylarının sonuna doğru besin tuzlarının azalması ya da tükenmesiyle fitoplanktonik gelişmenin yavaşladığını ve hatta bazı türlerin ortadan kalkabildiğini belirtmiştir.

Hafik gölünde 2009-2010 döneminden farklı olarak 2010-2011 örneklemeinde diyatomelerde beklenen iki büyük artış daha önce belirtildiği gibi ilkbahar ve sonbaharda değil, yaz sonları ve sonbahar sonlarında gerçekleşmiştir. Kış mevsiminin uzun sürmesi ve göl yüzeyinin kar ve buz örtüsü ile kaplı olması dolayısı ile alglerin gelişimleri için belirtilmiş olan uygun sıcaklık aralığına Haziran-Ağustos arasında ulaşılması ilkbahar artışını ve bu dönemi takiben sonbahar artışının da ötelenmesine yol açmış olabilir. Aynı zamanda bu ötelenmede, biricil üretimde önemli rolü olan ışığın (Boucher ve ark.,1984), kışın ılıman iklim kuşağının kuzeyindeki ülkelerde ve yüksek bölgelerde günlerin kısa olmasına bağlı olarak yetersiz kalmasında (Eloranta ve Salminen, 1984) etkili olduğu düşünülmektedir.

Karasal ilkim özellikleri gösteren bölgelerde kışlar oldukça sert ve uzun sürmektedir. Bu sert ve soğuk iklim koşullarından dolayı sıcaklığa bağlı olarak ilkbahar çoğalması ötelenmekte ve ancak yaz aylarında gerçekleşebilmektedir. İliman göllerde bazı diyatom türlerinin soğuk kış aylarında baskın olduklarını belirtilmişse de (Reynolds ve ark., 2000) fitoplanktonunun genellikle kış aylarında düşük olduğu, besleyici elementlerin yeterli olması durumunda bile düşük sıcaklığın ve düşük ışık şiddetinin diyatom gelişimini sınırladığını belirtmiştir (Fogg ve Thake, 1987; Phillips ve Fawley, 2002).

Bacillariophyta üyeleri düşük sıcaklığa toleranslı olsalarda, kış döneminde düşük sıcaklık ve ışık şiddetinden dolayı suda canlı kalabilen alg miktarının azalması ve dolayısı ile ilkbaharda meydana gelecek çoğalmaların gecikebileceği ve yoğunluğun düşük olabileceği (Temel, 1991) bildirilmiştir. Çalışmamızda 2009 yılında buzların çözülmesinden sonra yapılan örneklemede organizma yoğunluğunun 486 org/ml, 2010 yılı buzlu dönem sonrası yapılan örneklemede 313 org/ml olması bu bilgi ile paralellik göstermektedir.

Alglerin gelişmeleri üzerinde önemli etkilere sahip olduğu belirtilen sıcaklık ve ışık (Lund, 1965; Ilmavirta, 1982; Tanyolaç, 2000) aynı zamanda fotosentezin ve fitoplanktonun gelişmesi için birbirini tamamlayan iki önemli fiziksel faktördür (O'Sullivan ve Reynolds, 2004; Cirik ve Gökpinar, 2006). Alglerin gelişmeleri için uygun sıcaklık 25 °C dir, fakat bazı alg türleri daha düşük veya daha yüksek sıcaklıkları tercih edebilirler, 10-30 °C sıcaklık aralığı genel olarak alglerin tolerans gösterdikleri sıcaklıklardır (Fogg, 1975; Reynolds, 1993).

Fakat örnekleme yapılan istasyonlarda ölçülen su sıcaklığı ile diyatomelerin gelişmeleri arasında tam bir uyum belirlenememiştir. Bu durum diyatomelerin gelişiminde sadece sıcaklığın ve ışığın etkili olmadığı besin tuzu konsantrasyonu rekabet vb. faktörlerin de etkili olduğunu göstermektedir. Keza Goldman ve Horne (1983) diatomların ani ve aşırı çoğalmasının temelinde sıcaklık ve ışık ile birlikte yüksek konsantrasyonda kullanılabilir besin tuzları, düşük zooplankton otlama baskısı ve belirli bir başlangıç yoğunluğunun etkili faktörler olduğunu belirtmişlerdir. Alg gelişiminde sıcaklığın etkili olduğu belirtilse de, istasyonlardaki sıcaklık artışı ile organizma yoğunluğunun paralellik göstermemesinde, yüksek sıcaklık ve ışık şiddetinin organizmaları daha alt tabakalara dikey göçü zorlaması ya da yüksek sıcaklık ve ışık şiddetinin alg gelişimini olumsuz yönde etkilemesi olabilir. Gönülo ve Aykulu (1984) birçok alg grubu için yüksek sıcaklık ve yüksek ışık şiddetinin zararlı olduğu ve çoğalmayı engellediğini belirtmişlerdir. Ancak Hafik gölünde araştırma süresince göl su sıcaklıklarının hiçbir zaman alg gelişimini engelleyecek derecede yüksek değerlere ulaşmamıştır.

Ilıman bölgelerdeki diyatomeler için belirtilen gelişim modelinde diyatomelerdeki artışların ilkbahar ve sonbahar olmak üzere yılda iki kere arttığı belirtilmiş olsa da Hafik gölünde 27.12.2008 ve 05.12.2010 tarihinde göl buz ile kaplanmadan önce diyatomelerde bir artış olduğu gözlenmiştir. Bu durum derinliği fazla olmayan, kıyıları düz ve geniş bir vejetasyon kemerine sahip Hafik gölünde su seviyesindeki azalmaya bağlı olarak özellikle rüzgârın etkisi ile suyun sürekli olarak karışımı ve bunun sonucunda bentik kökenli ve bağımlı yaşayan alglerin bağılı buldukları habitatlarından ayrılarak fitoplanktonda görülmesi olabilir.

Sığ ve rüzgâr kaynaklı karışımın etkisinde bulunan birçok gölde bentik ve planktonik formları ayırt etmek oldukça zordur. Yurdumuzda yapılmış olan birçok

çalışmada Pennat diyatomelerin suyun dalga hareket ile sürüklenerek fitoplanktona karıştığı belirtilmiştir. Örneğin Alap göleti (Ünal, 1985), Karamık gölü (Gönüloğlu ve Obalı, 1986), Uluabat gölü (Karacaoğlu, 2000), Yedikır Baraj gölü (Maraşlıoğlu, 2007), Bafra Balık gölleri (Gönüloğlu ve Çomak, 1992 b), Akşehir gölü (Elmacı, 1995), Çernek gölü (İşbakan ve ark., 1998) ve Palandöken göleti (Gürbüz, 2000; Gürbüz ve Altuner, 2000) ve Derbent Baraj Gölü (Taş ve Gönüloğlu, 2007)'nde bu duruma rastlanılmıştır. Buna karşılık derin ve kıyı bölgesi olmayan Kurtboğazi baraj gölünde (Aykulu ve Obalı, 1981) bentik kökenli diyatomelere planktonda çok daha az rastlanıldığı kaydedilmiştir.

Geniş bir littoral bölgeye sahip olan Hafik gölünün etrafının açık, sığ ve küçük olmasından dolayı her mevsimde sıklıkla dalga hareketleri görülmektedir. Böyle durumlarda zaman zaman ve özellikle de rüzgarlı dönemlerde gölün kıyı bölgesinden pelajik bölgesine dalga hareketleriyle bentik diyatomelerin, özellikle de Chara'lar üzerinde epifitik formların dağılması ve fitoplanktonda önemli ölçüde ortaya çıkmasına yol açmış olabilir.

Gölde, çoğunluğu bentik kökenli olan pennat diyatomelerin (Round, 1981), planktonik organizmalar olarak tanımlanan sentrik diyatomelere (Round, 1973), tür ve birey sayıları bakımından üstünlüğü söz konusudur. Daha çok sedimanlar üzerinde bulunan ve bitkilere bağlı olarak yaşayan bu alg türleri dalga ve su hareketleriyle fitoplanktona dâhil olabilmektedir (Kairesalo ve Koskimies, 1985; Khonder ve Dokulil, 1988, Izaguirre, 2004). Benzer şekilde bentik formların Türkiye'deki birçok sığ gölde gözlenen bu durumu özellikle su seviyesinin düştüğü ve rüzgârın arttığı aylarda Hafik Gölü'nde de yoğun bir şekilde gözlenmiştir. Rüzgârın etkisiyle oluşan türbülansla sedimentin suda asılı hale gelmesi çoğu sığ gölün ortak özelliğidir ve genel olarak sığ göl ekosistemlerinin fonksiyonlarında ve yapılarının kontrolünde çok önemli role sahip olduğu kabul edilir (Scheffer, 2001). Sığ göllerde dalga hareketleriyle sürüklenen ve tüm pelajik bölgeye dağılan bentik diyatomeler, fitoplanktonda önemli ölçüde ortaya çıkmaktadır.

Etrafi açık, sığ ve çok büyük olmayan bir göl havzasına sahip olan Hafik gölünde planktonik komüniteler bölgeden bölgeye çok az değişiklik göstermişlerdir.

Hafik gölünde gerçek planktonik türler olduğu (Hutchinson, 1967; Round, 1973) belirtilen sentrik diyatomelere ait toplam 6 takson tespit edilmiştir

(*Aulacoseira* sp. *Cyclotella antiqua* *C. comensis* *C. meneghiniana* *C. ocellata* *C. stelligera*). *Aulacoseira* sp.' ye sadece iki örnekte rastlanılmıştır. Birçok araştırmacı tarafından oligotrof karakterli göl ve rezervuar fitoplanktonunun tipik bileşeni olarak kabul edilen *Cyclotella* türlerine (Hutchinson, 1967; Wetzel, 2001; Reynolds, 1984; Moss, 2001; Taş ve Gönüloğlu, 2007) gölde çok sık rastlanılmamıştır. Belirlendikleri dönemlerde ise birey sayıları açısından önemli olmamışlardır. Bu taksonlara her örnekleme döneminde bütün istasyonlarda rastlanılmamıştır. Belirlenen bu taksonlar içinde *C. ocellata* Hafik gölünde en fazla rastlanılan tür olmuştur. Trifonova'nın (1998) oligotrofik ve mezotrofik göllerin belirteci olarak kabul ettiği bu türe ülkemizde araştırılan göl, gölet ve baraj göllerinden Çernek (İşbakan ve ark., 2002) ve Simentit (Ersanlı, 2001) Gölleri ile Kurtboğazı (Aykulu ve Obalı, 1981), Çubuk-I (Gönüloğlu ve Aykulu, 1984), Bayındır (Gönüloğlu, 1985b), Altınapa (Yıldız, 1985), Baraj Göllerinde de rastlanıldığı belirtilmiştir. Oligotrof karakterli suların organizmaları olarak kabul edilen *Cyclotella* türlerine, ötrofik karakterli sularda da rastlamak mümkündür. Round (1956) *Cyclotella* türlerini ötrofiye geçişte biyomonitör olduğunu belirtmiştir. Birçok araştırmacı *Cyclotella* türlerini oligotrofikten (Stoermer ve Yang, 1969; Willen ve ark., 1990) hiperötrofiye kadar olan (Stoermer ve Ladewski, 1976) aralıklardaki ekolojik şartlar altında bulunabileceğini belirtmişlerdir (Wehr ve Sheath 2003).

Yüksek silika konsantrasyonuna sahip olan Hafik gölünde sentrik diyatomelerin birey sayısı pennat diyatomelere kıyasla oldukça nadir ve düşük olmuştur. Keza sentrik diyatomelerin yüksek fosfor ve düşük silika olan sularda daha iyi geliştiği bildirilmiştir (O'Sullivan ve Reynolds 2004).

Gölde baskın durumda olan pennat diyatomelerden *Achnanthes minutissima*, *Cymbella cymbiformis*, *C. perpusilla*, *C. tumidula*, *Diatoma tenuis*, *Fragilaria capucina*, *F. construens*, *F. nanana*, *F. tenera*, *Gomphonema angustum*, *Navicula radiosa* *N. veneta* ve *Nitzschia acicularis* en sık rastlanılan ve diğer pennat diyatomelere göre daha dikkat çekici türler olmuşlardır.

Hafik gölü fitoplanktonunda yaygın olarak bulunan *Cymbella* ve *Nitzschia* cinsine ait türler genel olarak bentik karakterlidir (Hutchinson, 1967). *Cymbella* aynı zamanda gerçek epilitik ve epifitik diyatome türleri olarak tanımlanmaktadır (Elmacı ve Obalı, 1992). Patrick (1948), *Nitzschia* türlerini hem planktonda hem de

littoral bölgede bulunduğu, *Navicula*, *Nitzschia* türlerinin epipelik formlar olduğunu *Fragilaria*'nın ise planktonik form olduğunu belirtmiştir. Aynı şekilde (Hutchinson, 1967), *Fragilaria* cinsine ait türlerin planktonda daha yaygın olduğunu belirtmiştir

Hafik gölü fitoplanktonu içerisinde devamlı ve takson sayısı bakımından oldukça zengin olan *Navicula* ve *Nitzschia* cinsine ait türler Kozmopolittirler (Chessman, 1986) ve alkali suları tercih ederler (Round, 1959). *Fragilaria* sp., ve *Nitzschia* sp. türleri ötrofik göllerin indikatörü olarak kabul edilmektedir (Wetzel, 2001; Reynolds, 1984; Trifonova, 1998; Moss, 2001; Reynolds ve ark.,2002) ve alkali ortamlarda yaygın olduğu belirtilmiştir (Gönüloğlu, 1985a). Alkali karakterde olan Hafik gölünde (pH: 7,28-9,60) bu cinsin türlerin planktonda oldukça yaygın olduğu bulunmuştur. Bu cinslerin türleri ile beraber Round (1956, 1957b, 1959) tarafından nötr, hafif alkali ve alkali sularda çoğaldığı belirtilen *Nitzschia sigmoidea*, *Cyamatopleura elliptica*, *C. Solea* ve bazı *Navicula* türleri, *Caloneis* sp., *Gyrosigma acuminatum*, *Navicula pupula*, *N. cryptocephala* ve *Amphora ovalis* türleri Hafik gölü planktonunda çoğalmalar yapmıştır. Gölde alkali suları tercih ettiği belirtilen (Round, 1973) diğer bir tür olan *Achnanthes minutissima*' ya her örnekleme döneminde bütün istasyonlarda oldukça sık rastlanılmıştır. *Achnanthes minutissima*, *Cymbella* türleri kalsiyumu seven türlerdir. *Amphora*, *Caloneis*, *Cocconeis*, *Cymbella*, *Cyamatopleura*, *Epithemia*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Rhopalodia* türlerinin kalkerli sedimanlar üzerinde yaygın olarak bulunduğunu ifade edilmiştir (Round, 1960; Patrick ve Reimer, 1966). Bunun yanısıra sülfatın fazla olduğu su kütlelerini tercih eden *Cyclotella meneghiniana* ve, *Nitzschia*'nın bazı türlerine çok az rastlanmıştır. Çalışma alanında tespit edilmiş olan *Amphora*, *Cyclotella*, *Nitzschia*, *Fragilaria*, *Navicula* cinsi türlerinin, azot ve fosforun yüksek olduğu hafif tuzlu göllerde iyi gelişim gösterdikleri belirtilmiştir (Husted, 1985; Wehr ve Sheath, 2003).

Hafik gölü florasında tespit edilen *Achnanthes flexella*, *Navicula radiosa* ise alkali ve asidik göllerde bulunan türlerden olup bunlardan yalnızca *Navicula radiosa*'ya asidik göllerde daha sık rastlanmaktadır. Asidofil türlerden *Anomoneis* ve *Pinnularia* türlerine, Hafik gölünde nadiren rastlanılmıştır.



Hafik gölündeki diyatome topluluğu yurdumuzda göl, gölet ve baraj göllerinde yapılmış olan çalışmalarda belirlenen diyatome topluluğuna benzerlik göstermekte ve genellikle alkali suları tercih eden zengin bir diyatome topluluğundan oluşmaktadır. Bu göllerden Çubuk-I baraj gölünde *Amphora*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Caloneis* ve *Cyclotella* türleri (Gönüloğlu, 1985a) Beytepe ve Alap göletlerinde (Ünal, 1985), Altınapa baraj gölünde (Yıldız, 1986a) ve Bayındır baraj gölünde (Gönüloğlu, 1987) *Nitzschia* ve *Navicula* türleri Hazar gölünde (Şen, 1988) *Gomphonema olivaceum*, *Cymbella helvetica* ve *C. ventricosa*; Mogan gölünde (Obalı ve ark., 1989), Seyfe gölünde (Elmacı ve Obalı, 1992) ve İkizce göletinde (Pürsünlerli, 1994) *Nitzschia*, *Navicula* ve *Amphora* türleri Bafra Balık göllerinde (Gönüloğlu, 1993) ve Akşehir gölünde (Elmacı ve Obalı, 1998) devamlı mevcut olmuşlardır.

Her diyatome türünün genel olarak tercih ettiği ve optimum gelişme gösterdiği bir ortam vardır; örneğin *Nitzschia palea* ve *Cocconeis placentula* alkali ve kalsiyumca zengin (Yıldız, 1980), *Pinnularia* asidik (Butcher, 1946), *Fragilaria ulna* ise düşük kalsiyum içeren ve besin tuzlarınca fakir ortamları tercih etmektedir (Douglas, 1958). Alkali ve oligo-mezotrof özellik gösteren Hafik gölünde hem düşük pH'li ortamları tercih eden türlere hem de alkali ve kalsiyumca zengin ortamlarda yaşamayı tercih eden türlere rastlanmıştır. Fakat gölde alkali suları tercih eden organizmaların tür sayısı ve bu türlerin populasyon yoğunluğu, asidik suları tercih eden organizmalara oranla oldukça fazladır. Asidik suları tercih ettiği belirtilen *Pinnularia* cinsine Çetin ve Şen (1998)'nin çalışmış olduğu ve alkali özellik gösteren Keban baraj gölünün de rastlanılmıştır.

Algal organizmaların gelişimi ışık, sıcaklık, türbülans gibi fiziksel faktörler, suyun besin tuzu durumu gibi kimyasal özellikleri ve organizmalar arası biyolojik ilişkilerin kombinasyonu tarafından kontrol edilir (Solis, 2005). Diyatome gelişimi daha önce bahsedildiği gibi yalnızca sıcaklık ve ışıkla değil, aynı zamanda suda çözünmüş halde bulunan silika konsantrasyonu ile de ilişkilidir. Diatomların iskelet yapısını oluşturan silikat, kuru ağırlıklarının yarısına yakın bir kısmını oluşturmaktadır (Goldman ve Horne, 1983). Reynolds (1993)'a göre ise, diatomlarda kuru ağırlığın % 26-69'unu silika oluşturur. Diyatome dünyanın en büyük biyolojik silişleşme ve küresel karbon fiksasyonuna katkıda bulunan en baskın organizmalardan biridir. Suda çözünmüş olan silisyum miktarının diyatome gelişimini

sınırlayıcı etkisinin olduğu bilinmektedir (Round, 1984; Reynolds, 1984). Bundan dolayı onların birincil üretimini kontrol eder (Jezequel ve ark., 2000). Round (1984) Diyatomelerin baskın olduğu sularda silis'in nitrattan önce sınırlayıcı besin tuzu olduğunu bildirmiştir. Bazı araştırmacılar diyatom gelişimi için gerekli silikat miktarının 1 mg/l'den daha yüksek olması gerektiğini belirtmişlerse de (Crul, 1995), diyatom gelişimi için silikanın eşik düzeyinin 500 µg/l olduğunu, bu değer altında diyatom gelişiminin sınırlandığı bildirilmiştir (Patrick ve Reimer, 1966; Reynolds, 1993; Lee, 1999). Hafik gölünde çalışma boyunca 562-6822 µg/l arasında değişen silika konsantrasyonu hiçbir zaman diyatom gelişimini sınırlayıcı konsantrasyona inmemiştir. Sudaki silis değerleri tüm mevsimlerde diyatomelerin gelişimi için yeterli olmuştur.

Sucul ortamda silisyum miktarının artışına paralel olarak Bacillariophyta üyelerinin artış ve gelişim gösterdikleri bilinmektedir (Cirik ve Gökpinar, 2006). Ana kaynağı jeolojik yapıdaki silikatça zengin kayalar olan silisyum, baharda suların epilimniyon tabakasında diyatomelerin hızlı çoğalmasına bağlı olarak en az düzeydedir ve en yüksek silisyum oranına sonbahar başlarında rastlandı bildirilmiştir (Cirik ve Cirik, 1995).

Silisyum konsantrasyonunun, diyatom birlikleri için düzenleyici rolü olduğu ve diyatom sayısının artması ile birlikte su içerisinde silis miktarında azalma olacağını bildirmekle (Lund,1965; Wetzel, 2001) birlikte çalışmamızda sudaki silis konsantrasyonları ile diyatome yoğunluğu arasında tüm mevsimlerde çok belirgin ilişki kurulamamıştır. Pearsal (1932), ılıman kuşakta yer alan İngiltere göllerinde yapmış olduğu çalışmada diyatome gelişimi için silika konsantrasyonunun ortalama sınırlayıcı değerinin 500 µg/l olduğunu göstermiştir. Hafik gölünde diyatomelerle silis konsantrasyonu arasında doğrusal bir ilişkinin gözlenememesinin nedeni silis konsantrasyonunun bütün mevsimlerde diyatome gelişimini sağlayacak ideal konsantrasyonun çok üzerinde olması (yıllık ortalama 7,06 mg/l) ve silisin özellikle diyatomeler için sınırlayıcı düzeyde olmamasından kaynaklanmış olabilir.

Yurdumuzun diğer göl, gölet ve baraj göllerinde yapılmış olan çalışmalarda belirtildiği gibi Hafik gölünde de diyatomların üstünlüğü vardır. Bu baskınlık diyatomelerin düşük fosfor konsantrasyonu şartları altında fosfor için diğer alglerden daha iyi rekabet edebilmeleri (Solis, 2005) ile açıklanabilir. Diyatomlerin bu rekabet

üstünlüğü hücre duvarındaki silikanın, düşük fosfor konsantrasyonlarında katalitik (katalizör) özelliği ile emici etki göstermesi olabilir (Werner, 1977).

Hafik gölü diyatom florası genel olarak kalsiyumca zengin, alkali suları tercih eden düşük su sıcaklığına adapte olmuş türlerden oluşmuştur. Bunun yanı sıra gölde ötrifikasyon ve kirlilik belirteci olarak kabul edilen *Hantzschia amphioxys*, *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia palea*, *Gomphonema parvulum*, (Palmer, 1980) gibi türlerde rastlanılmaktadır. Her ne kadar bu belirtilen türler daha çok ötrofik suları tercih etselerde besin tuzu konsantrasyonu düşük olan sularda da bulunabilmektedirler. Bu duruma belirtilen türlerin ekolojik toleranslarının geniş olması yol açmış olabilir.

#### 4.2.2. Chlorophyta

Chlorophyta grubu 87 taksonla Bacillariophyta'dan sonra ikinci büyük grubu oluşturmuştur. Grupta; Chaetophorales, Chlorococcales, Pedinomonadales, Volvocales ve Zygnematales olmak üzere toplam 6 takım belirlenmiştir. Bu takımlardan; Chlorococcales'de 57, Volvocales'de 17, Dezmidiales'te 10, Zygnematales'de 1, Pedinomonadales'de 1 ve Chaetophorales'de 1 takson belirlenmiştir.

Gölde yapılan çalışmada Chlorophyta grubuna ait birey sayılarında 11.10.2008 ile 03.05.2010 tarihleri arasında istasyonlar arasında çok fazla sayısal fark gözlenmemiştir. Fakat 03.05.2010 tarihinden itibaren bütün istasyonlarda ani bir artış meydana gelmiş 02.06.2010 tarihinde en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bu artışta *Botryococcus braunii* tüm istasyonlarda önemli yer tutmuştur. Bu tür I. istasyonda 1755 org/ml ile toplam organizmanın % 53,16'sını, II. istasyonda 1776 org/ml ile % 42,5'ini, III. istasyonda 1504 org/ml ile % 32,72'sini, IV. istasyonda 1713 org/ml ile % 44,1'ini ve V. istasyonda 2110 org/ml ile % 47,6'sını oluşturmuştur.

Bu örnekleme tarihten itibaren (02.06.2010) örnekleme istasyonlarında organizma sayılarında azalma meydana gelmiştir. 07.10.2010 tarihine kadar bu azalma devam etmiş bu tarihte istasyonlarda organizma sayısı ml'de 21-376 org. arasında değişim göstermiştir. Grup içerisinde ilki kadar göze çarpmasa da 25.10.2010 ve 20.06.2011 tarihlerinde de önemli artışlar meydana gelmiştir.

Örnekleme çalışmaları sırasında grup içerisinde *Kirchneriella lunaris*, *K. obesa*, *Chlamydomonas globosa*, *C. gloeophila*, *Oocystis elliptica*, *O. pusilla*, *Cosmarium humile*, *Closteriopsis acicularis*, *Golenkinia paucispina*, *Sphaerocystis schoeteri*, *Tetraselmis cordiformis* ve *Crucigenia tetrapedia* taksonlarına sıklıkla rastlanılmıştır.

Mezotrofik özellikteki sucul ortamların göstergesi olduğu belirtilen (Sezen, 2008), üyelerinin genellikle sıcak suları tercih eden Chlorophyta grubu Hafik gölü florasında baskın bir grup değildir. Grup içerisinde, genellikle kozmopolit olduğu belirtilen (John ve ark., 2003) Chlorococcales üyeleri takson sayısı olarak fazla olmakla birlikte sayısal olarak baskınlığı bulunmamaktadır. Round (1973), Chlorococcales üyelerinin oligotrof göllerin karakteristik üyeleri olduğunu, Van Den Hoek ve ark. (1995) ile Jarnefeld (1952) ise besin tuzlarının fazla bulunduğu göllerde ve tatlı su habitatlarında çoğunlukla bol olduğunu bildirilmiştir. Aynı takım içerisinde yer alan ve Legnerova (1965) tarafından oligotrof ve mezotrof göllerde yayılış gösterdiği belirtilen *Pediastrum*, *Monoraphidium* ve *Oocystis* (Hutchinson 1967; Trifonova, 1998; Reynolds ve ark., 2002) cinsine ait türlerin de Hafik gölünde mevcut olduğu belirlenmiştir.

Analizler sonucunda besin tuzu yönünden zengin olmadığı belirlenmiş olan Hafik gölü'nde Chlorococcales takımına ait türlere rastlanması gölün oligotrofik olduğunu biyolojik olarak ta ispatlar niteliktedir. Her ne kadar *Monoraphidium* ve *Ankistrodesmus* cinsi türlerinin oligotrof ve mezotrof göllerde yayılış gösterdiği bildirilmiş (Legnerova, 1965) olsa da yurdumuzda yapılan araştırmalar oligotrof karakterli sularda yayılış gösteren bu cinslerin ötrofik sularda da fitoplanktonda bol olarak bulunabileceğini gösterir niteliktedir (Aykulu ve ark., 1983; Gönüloğlu ve Obalı, 1986).

Gölde sıklıkla rastlanılan *Oocystis* sp. türünün ise oligotrofik özellik taşıdığı belirtilmiştir (Hutchinson 1967). Çoğunlukla besin tuzlarınca zengin ötrofik sularda bulunan (Hutchinson, 1967; Wehr ve Steaht 2003), ve kirlilik belirteci olduğu belirtilen (Akköz, 1998) *Scenedesmus* cinsi türlerine gölde nadiren rastlanılmıştır.

Temiz su belirteci olarak bilinen (Pabuççu ve Altuner, 1999), elektrolit içeriği düşük (Cole,1983) ve yoğun makrofit vejetasyonla kaplı küçük göllerin bentik litoral kökenli elemanları olan (Gönüloğlu ve Obalı, 1986) Dezmidiales üyelerinden

*Closterium*, *Cosmarium* ve *Staurastrum* cinslerine ait türlere Hafik Gölü'nde de rastlanılmış olup tür yoğunluğu açısından önemli olmamıştır. Çeşitli araştırmacılar tarafından *Staurastrum*, *Cosmarium* ve *Closterium* üyelerinin, genellikle oligotrof göllerin karakteristik organizmaları oldukları belirtilmektedir (Rawson, 1956; Hutchinson, 1967; Round, 1973; Coesel, 1983; Mason, 1998). Özellikle *Staurastrum* türleri oligotrofik göllerin karakteristik türleri olarak kabul edilirler (Rawson 1956, Hutchinson 1967, Wetzel 1983; Trifonova, 1998). *Closterium diana* türüne araştırma alanında nadiren rastlanılmıştır. Bu türün pH'nın 7'nin altında olduğu, besince fakir göllerin littoral bölgelerinde ya da besince kısmen zengin olan asidofilik göllerde yaygın olduğu belirtilmektedir (John ve ark., 2003). Bunun yanı sıra Dezmidiales üyelerine, sadece oligotrofik göllerde değil ülkemizde araştırılan mezotrofik ve ötrofik göllerde de rastlamak mümkündür (Cirik-Altındağ 1984; Yazıcı ve Gönüloğlu, 1994; Şehirli, 1998; Şahin, 2000; İşbakan ve ark., 2002; Maraşlıoğlu ve ark., 2005; Güllü, 2005). Hafik gölü fitoplanktonunda Dezmidiales türlerinin düşük oranlarda temsil edilmesi ötrofiye geçiş olarak yorumlanabileceği gibi göl suyunun bazik olması da Dezmidlerin tür ve yoğunluk olarak düşük olmasına yol açmış olabilir. Keza Sandgren (1988), Dezmidlerin pH'si 4-7 arasında değişen sularda daha iyi geliştiğini, Cirik-Altındağ, (1984) ise oligotrof özellikli ve pH'nın 7'den düşük olan göllerde Dezmidiales üyelerinin yoğunluklarının fazla olduğunu belirtmişlerdir. Bu takım üyelerine ülkemizde araştırılan mezotrofik ve ötrofik göllerde de sıklıkla rastlanmıştır (Cirik-Altındağ, 1984; Obalı, 1984; Gönüloğlu ve Obalı, 1986; Yazıcı ve Gönüloğlu, 1994; Şehirli, 1998; Şahin, 2000; İşbakan ve ark., 2002; Maraşlıoğlu ve ark., 2005).

Dezmidiales üyeleri, düşük sertlikteki ortamları yeğlemektedir (Moss, 1988; Reynolds, 1993). Dezmidlerin düşük kalsiyumlu ortamları tercih ediyor olması (Rawson 1956), sert su özelliğindeki Hafik Gölü'nde tür sayısı ve bolluk açısından yetersiz kalmalarının nedeni olabilir. Keza oligotrofik bir göl olan Tortum gölünde dezmidlere rastlanılmamış olmasını (Altuner 1984) Aykulu ve arkadaşları (1983) sudaki  $Ca^{+2}$  iyonunun yüksek olmasının Dezmidiales gelişimini engellediği şeklinde yorumlamışlardır.

Gölde düşük yoğunlukta bulunduğu belirlenen *Pediastrum*, *Scenedesmus* ve *Ankistrodesmus* türlerinin ötrofik karakterli sularda yayılım gösterdiği kabul

edilmekte olup (Hutchinson, 1967; Round,1981), bu grup üyelerinin çoğunun serbest karbondoksit miktarının yüksek olduğu suları tercih ettiği, alkaliliğin daha çok bikarbonattan oluştuğu sert sularda az gelişebildiği belirtilmiştir (Moss, 1973). Ayrıca Hafik gölünde oldukça seyrek olsada, besin tuzlarınca zenginleşmiş suları tercih ettikleri belirtilen (Reynolds ve ark., 2002) *Coelastrum microporum* ve *Pediastrum boryanum* türlerine de rastlanılmıştır. Bentozun tipik sakinlerinden olan *Scenedesmus* cinsine ait türler (Round, 1957) gölde mevcut olup yoğunluk olarak önemli olmamışlardır. Wehr ve Sheath (2003) *Scenedesmus*'un çoğunlukla besin tuzları ile zengin sularda fitoplanktonda bulunduğunu belirtmiştir. John ve ark. (2003) ise *Scenedesmus* türlerinin kozmopolit olduğunu ve mezotrofik sularda yaşadıklarını bildirmişlerdir. *Kirchneriella lunaris*, *K. obesa* *Oocystis borgei* ve *Tetraedron minimum* türlerine genelde ilkbahar (4. ve 5. aylar) ve sonbahar (10. ve 11. aylar) döneminde rastlanılmıştır. Wehr ve Sheath (2003) genellikle planktonik, hareket etmeyen yeşil alglerin sıcaklık ve güneş ışığının iyi olduğu yaz ve sonbaharda bol bulunduğu ve besin tuzlarının bu organizmaların üremesini sınırladığını bildirmiştir. Yukarıda belirtilen *Coelastrum microporum*, *Pediastrum boryanum*, *Scenedesmus*, *Kirchneriella lunaris*, *K. obesa* *Oocystis borgei* ve *Tetraedron minimum* türlerinin hafif alkali ortamları tercih etmeleri bu türlerin çalışılan gölde bulunmasını açıklayabilir niteliktedir. Hafik gölünde besin tuzlarınca zengin, kirlilik belirteci olan (Reynolds, 1993), daha çok sığ göllerde rastlanılan ve soğuk sularda yaygın olduğu belirtilen (Hutchinson, 1967) Volvocales takımına ait 17 takson teşhis edilmiştir. Volvocales takımı genellikle ötrofik ortamların organizmalarıdır (Harper, 1992; Reynolds, 1993). Bu takım içerisinde yer alan, ileri ötrofik (Flores ve Barone, 2000), daha çok sığ ve verimli göllerde bulunduğu belirtilen (Hutchinson, 1967; John ve ark.. 2003), kirliliğe karşı toleranslarının yüksek olduğu (Palmer,1980) bildirilen *Chlamydomonas* cinsine ait toplam 5 tür belirlenmiş olup bu türler yoğunluk olarak önemli olmamışlardır. İleri ötrofik göllerin karakteristik türü olan (Flores ve Barone, 2000) ve temiz sularda nadir görülen *Chlamydomonas* türleri özellikle organik madde bakımından zengin sularda yoğun gelişme gösterirler (Palmer, 1980). Hafik Gölü'nde *Chlamydomonas* türleri hemen hemen tüm mevsimlerde planktonda mevcut olmuştur. Ancak yoğunluk bakımından planktonda önemli olamamakla birlikte ilkbahar ve sonbahar

dönemlerinde artış gösterdiği gözlenmiştir. Organik madde bakımından zengin sularda yoğun gelişme gösterdiği belirtilen (Palmer, 1980) *Chlamydomonas* türlerinin sonbahar ve ilkbahar döneminde artış göstermesi sadece besin tuzlarına değil diğer ekolojik parametrelere de (sıcaklık, ışık v.s.) toleranslarının geniş olduğunu göstermektedir (Gürevin, 2004). Keza Chlorophyta grubunun ilkbahar döneminde diyatomelerden sonra özellikle yaz aylarında artış gösterdiği birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Reynolds, 1984; Tanyolaç, 2000; O’Sullivan ve Reynolds, 2004).

Gölde tesbit edilen *Chlamydomonas* cinsi üyelerinden *C. globosa* türü diğer *Chlamydomonas* üyelerine oranla (*C. gloeophila*, *C. gloeopara*, *C. passiva*) daha sıklıkla rastlanılan tür olmuştur. *Carteria* cinsi üyelerine ise gölde nadiren rastlanılmıştır.

Chlorophyta grubunun yaz başında artış yaptığı çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Golterman, 1975, Round 1981, Moss, 1988). Hafik Gölü’nde de Chlorophyta grubu özellikle ilkbahar sonu ve yaz dönemi başlarında su sıcaklığındaki artışa bağlı olarak sayısal artış göstermiştir. Özellikle göl suyu sıcaklığının en yüksek olduğu (24,4 °C) Haziran 2010 döneminde grupta çok yüksek bir artış gözlenmiştir. Yeşil alglerin gelişimlerini en iyi 20-25 °C’ler arasında gerçekleştirdiği rapor edilmiştir (Rodhe,1948; Fogg, 1975). Keza sucul sistemlerde alglerin gelişimlerini etkileyen fiziksel, kimyasal ve biyolojik birçok faktör bulunmaktadır. Işıkla birlikte sıcaklık, fotosentezin ve fitoplanktonun gelişmesi için birbirini tamamlayan iki önemli fiziksel faktördür (O’Sullivan ve Reynolds, 2004, Cirik ve Gökpınar, 2006). Sıcaklık alglerin gelişiminde doğrudan ya da dolaylı etkilere sahiptir. Genellikle diyatome türleri az ışık ve düşük sıcaklıkta gelişirken (Hutchinson 1967, Cirik ve Gökpınar, 2006), Chlorophyta üyelerinin yüksek sıcaklığı tercih ettiği belirtilmiştir (Hutchinson, 1967, Cirik ve Gökpınar, 2006). Araştırmanın yapıldığı Hafik Gölünde Haziran 2010 dönemindeki artışta *Botryococcus braunii*’nin katkısı oldukça fazla olmuştur. 2010 yılı sonbahar ve 2011 yılı haziran döneminde de grupta önemli artışlar olmuş, 2010 yılı sonbahar artışında *Kirchneriella lunaris*’in 2011 yılı artışında ise yine *Botryococcus braunii*’nin sayısal olarak önemli katkıları olmuştur. Bu türün genellikle yarı sert sularda bol olarak bulunduğu (Akköz, 1998) ve Kurtboğazı (Aykulu ve Obalı,

1981), Bayındır baraj gölü (Gönüloğlu, 1985b) ile Karamık gölü (Gönüloğlu ve Obalı, 1986), Mogan (Obalı, 1984), Manisa-Marmara (Cirik, 1984), Bafra Balık gölleri (Gönüloğlu, 1993) ve İkizce göletinde (Atuk, 1994) tespit edildiği birçok araştırma ile gösterilmiştir.

Hutchinson (1967), Chlorococcales üyelerinin ötrofik göllerde baskın olduğunu (*Scenedesmus*, *Monoraphidium*, *Tetraedron*) sadece *Oocystis* türlerinin oligotrofik göllerde olduğunu belirtmiştir. Round (1957) ise bazı Chlorococcales üyelerinin bulunuşunu oligotrofik evreden ötrofik evreye geçiş olarak kabul etmiştir. *Scenedesmus*, *Oocystis* ve *Pediastrum* türlerinin oligomezotrofik rezervuarlarda ve ötrofik göllerde bol olarak rastlanıldığı kaydedilmiştir (Kıvrak, 2003).

Çok büyük olmayan bir göl havzasına sahip olan Hafik Gölü'nde diyatom topluluklarında olduğu gibi Chlorophyta'nın komünite yapısında da bölgeden bölgeye çok fazla değişiklik gözlenmemiştir. Göle sahip olduğu Chlorophyta grubuna ait organizmalar açısından bakıldığında genellikle oligotrof-mezotrof karakterli organizmaların çoğunlukta olduğu, ötrofik karakterli organizmalara ise nadiren rastlanıldığı görülmektedir. Dolayısı ile Hafik gölü tür çeşitliliği açısından irdelendiğinde, tür sayısının fazla ancak bu türlere ait populasyon yoğunluğunun düşük olması gölün oligomezotrofik özellikler taşıdığını düşündürmektedir.

#### **4.2.3. Cyanobacteria**

Gölde takson sayısı bakımından üçüncü en önemli grubu oluşturan Cyanobacteria'da Chroococcales, Oscillatoriales ve Pseudanabaenales takımlarına ait toplam 33 takson teşhis edilmiştir. Bu takımlardan; Chroococcales'de 26, Oscillatoriales'de 4 ve Pseudanabaenales'de 3 tür bulunmaktadır.

Yapılmış olan birçok çalışmada organik kirliliğin bir göstergesi olarak kabul edilen Cyanobacteriler (Round, 1973; Moss, 1996) çalışma periyodu süresince kış ve ilkbahar aylarında çok düşük sayılarda kaydedilirken, yaz dönemi başlarında ve sonbahar aylarında yüksek birey sayısına sahip olduğu kaydedilmiştir. Tüm örnekleme periyotlarında Cyanobacteria grubunun birey sayısında Mayıs-Haziran ayları ile özellikle Ekim ayında aşırı bir artış tespit edilmiştir. Keza Cyanobacteria üyelerinin mesotrofik ve ötrofik göllerde yaz sonu ve sonbahar başlarında aşırı çoğalmalar yaptığı rapor edilmiştir (Rawson, 1956; Trifonova, 1998).



Cyanobacteria kış mevsimi ve ilkbaharda çok ender, yaz mevsimi ve sonbaharda fazla olmak üzere hemen hemen her mevsimde mevcut olmuşlardır. Çalışma boyunca Ekim ayı dönemlerinde Cyanobacteria grubu birey sayıları istasyonlarda sırası ile Ekim 2008'de 334-2612 org/ml, Ekim 2009'da 501-4973 org/ml ve Ekim 2010'da 3468-5432 org/ml arasında değişim göstermiştir. Mayıs-Haziran ayı dönemlerinde Ekim aylarındaki kadar olmasa da grupta sayıca önemli artışlar kaydedilmiştir. Bu değerler sırası ile 2009 Mayıs'da 418-844 org/ml, 2009 Haziran'da 752-1839 org/ml ve 2010 Haziran'da 752-1840 org/ml olmuştur. Tüm örnekleme döneminde en yüksek artışın 25.10.2010 tarihinde II. İstasyonda 5432 org/ml olduğu belirlenmiştir. Akbay (1993), Cyanobacteria grubu üyelerinin en iyi gelişimi yaz ve sonbahar mevsiminde gösterdiklerini vurgulamıştır. Göllerimizde yapılan birçok çalışmada mavi-yeşil alglerin yaz ve sonbahar gibi sıcak mevsimlerde çok iyi geliştikleri rapor edilmiştir (Obalı, 1984; Gönüloğlu ve Çomak, 1990). Karadeniz Bölgesi'nde araştırılan ötrofik özellikteki iç sularda ise Chroococcales üyelerinin özellikle yaz aylarında aşırı çoğalmalar yaptığı saptanmıştır (Gönüloğlu ve Çomak, 1992a ; Yazıcı ve Gönüloğlu, 1994; Arslan, 1998; Şehirli, 1998; Ersanlı 2001; İşbakan ve ark., 2002; Maraşlıoğlu ve ark., 2005).

Araştırmanın yapıldığı Hafik Gölünde, oligotrofik ve mezotrofik göllerde yaygın (Komarek ve Anagnostidis, 1999) olduğu belirtilen Chroococcales ordosununa ait *Chroococcus minimus*, *C. minor*, *C. pallidus*, *C. dispersus*, *C. turgidus* ve *Dactylococcopsis fascicularis* dikkat çeken türler olmuşlardır. Özellikle *Chroococcus* cinsine ait türler, grubun artış yaptığı dönemlerde floraya sayısal olarak önemli katkılarda bulunmuştur. Gölde tesbit edilmiş olan diğer takımlara ait (Oscillatoriales ve Pseudanabaenales) türler Chroococcales takımı kadar göze çarpan türler olmamışlardır. Aynı takım içerisinde yer alan ve mezotrofik karakterli göllerde, genelde metafitonda ve nadiren fitoplanktonda bulunduğu (Wehr ve Steath, 2003) belirtilen *Merismopedia* cinsi gölde *Merismopedia elegans*, *M. glauca* ve *M. tenuissima* olmak üzere üç tür ile temsil edilmiştir. Bu cinsin türlerine örnekleme dönemlerinde nadir olarak rastlanılmış ve Cyanobacteria grubunun artış gösterdiği dönemlerde sayısal olarak önemli olmamıştır.

Fitoplanktonda genellikle ötrof suları tercih eden Cyanobacteria türleri (Round, 1981) birey sayısı bakımından özellikle Haziran ve Ekim aylarında önemli sayılara

ulaşmıştır. Elementer azot Cyanobacteria grubunun bazı üyeleri tarafından fikse edilebilmektedir. Cyanobacteria ve bazı alg gruplarının üyeleri azot bileşiklerini nitrat, amonyum tuzları ve çok az da nitrit olarak alabilme yeteneğine sahiptirler (Round, 1973). Gölde Cyanobacteria'nın baskın olduğu dönemlerde (Haziran, Ekim 2009, 2010) NO<sub>3</sub> konsantrasyonunda azalma kaydedilmiştir. Nogueira (2000), yapmış olduğu çalışmada Cyanobacteria artışının yoğun olarak meydana geldiği sonbahar döneminde toplam azot değerlerinde yaz ayına göre çok daha düşük değerler elde etmiştir. Yapılan çalışmalarda, yüzey sularının fiziksel koşullarının uygun olması ile beraber fitoplankton faaliyetlerinin artışı ve nitrat azotunun hızla tüketilmesine yol açabileceği, özellikle suda nitrat azotu seviyesinin düştüğü, diğer besin elementleri konsantrasyonlarının azaldığı sıcak yaz mevsimi ve sonbahar aylarında nitrat azotunu fiske edebilen Cyanobacteria grubu üyelerinin artış yaptığı belirtilmiştir (Tüfekçi,1999).

Rawson (1956)'nın göllerin verimlilik düzeyini belirleyebilmek için yararlanmış olduğu belirteç alglere (*Anabaena* sp., *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa* ve *Microcystis flos aquae*) Hafik gölünde rastlanılamamıştır.

Sıcaklık alglerin gelişiminde doğrudan ya da dolaylı etkilere sahiptir. Alglerin gelişimleri için uygun sıcaklık aralığı 20-30 °C olarak kaydedilirken (Fogg, 1975), Cyanobacteria grubu için su sıcaklığı 15°C' nin üstünde olduğunda gelişimlerinin daha hızlı arttığı bildirilmiştir (Zhang ve Prepas, 1996a). İlkbahar ve yaz aylarında sıcaklığın artışına bağlı olarak alglerin sayılarında artış görülmektedir. Sıcaklık artışı ortamdaki besin tuzlarının çözünürlüğünü de artırır ve ötrofik göllerde yaygın olan alg çoğalmaları görülebilir. Bu durum özellikle mavi yeşil alglerin hızlı artışına sebep olmaktadır. Sıcaklık artışının yanısıra, göle giriş ve çıkış akıntılarının çok azaldığı hatta durduğu karışımın olmadığı dönem olan yaz ve sonbahar aylarında Cyanophytlerin baskın olmaları, bu organizma grubu üyelerinin muhtemelen durağan çevre şartlarını tercih etmesinden kaynaklanabilir (Negro ve ark., 2000).

Sıcak ve besin tuzu bakımından zengin sularda iyi çoğaldığı bilinen Cyanobacteria üyelerinin (Hutchinson, 1967) Hafik gölünde besin tuzlarının yeterli olmasına rağmen kış ve ilkbahar dönemlerinde iyi çoğalma gösterememeleri, mavi-yeşil alglerin iyi çoğalmalarında sadece besin tuzlarının değil diğer ekolojik şartların da önemli rol oynadığını ortaya koymaktadır. Kanımızca Hafik Gölü örneğinde,

sıcaklık bu ekolojik faktörlerin başında yer almaktadır. Keza Hansson ve ark., 1994 Cyanobacteria'ya ait türlerin yaz aylarında arttığını belirtmişlerdir. Birçok çalışmada, ötrofik göllerde yaz boyunca fitoplanktonda Cyanophytlerin baskın olduğu (Shapiro, 1997) ve çoğunlukla Ağustos- Eylül aylarında artış gösterdiği ve bu artışta yaz aylarında göl su sıcaklığının da en önemli etkenler arasında bulunduğu kaydedilmiştir (Pilkaityte ve Razinkovas, 2007).

Cyanobacteria diviziyosuna ait türlerin çoğunlukla bazik sulara, (pH 7.2-9.2) arasında iyi geliştiği bildirilmiştir (Huber- Pestalozzi, 1968; Howard ve Easthope, 2002). Shapiro (1984) grubun karbon kaynağı olarak tercihen bikarbonatları kullanabilme yeteneklerinin olduğunu vurgulamıştır. Araştırma süresince yapılan *in-situ* ölçümler Hafik Gölü'nde pH'nın 7.28-9.60 arasında olduğunu ve bu pH değerlerinin Cyanobacteria grubunun gelişebilmesi için verilmiş olan pH aralığında bulunduğunu göstermektedir.

Çalışma alanımızda Cyanobacteria üyelerinin aşırı artış yaptığı dönemlerde pH değerinin düşük, pH'nin daha yüksek olduğu dönemlerde düşük sayıda olmaları, bu grup üyelerinin gelişiminde sadece pH'nin değil diğer çevresel faktörlerin de etkili olduğunu göstermektedir. Yapılan çalışmalarda Cyanobacteria grubunun gelişmesini açıklamada sadece pH'nin yeterli olmadığı, bunun yanında sıcaklık, inorganik ve organik madde ile özellikle fosfatın da etkili olduğu bildirilmiştir (Lund, 1965; Çetin ve Şen, 1997). Yine Trimbee ve Prepas (1987) göllerde Cyanobacteria üyelerinin baskınlığını yüksek toplam fosfor derişimiyle, Mc Queen ve Lean (1987) ise su sıcaklığı ile ilişkilendirmiştir.

Mur ve ark., (1978) düşük ışık yoğunluğunun, Shapiro (1984) ise yüksek pH değerlerinin grup üyelerinin baskınlığını etkileyen faktörler olduğunu kaydetmişlerdir.

Wehr ve Sheath (2003) tarafından azot ve fosforun yüksek olduğu hafif tuzlu göllerde algal florada oldukça zengin oldukları belirtilen *Anabaena*, *Chroococcus*, *Lyngbya*, *Merismopedia*, *Microcystis* ve *Oscillatoria* cinsi türlerinden gölde sadece *Chroococcus* cinsi oldukça önemli olmuştur. *Merismopedia* ve *Oscillatoria* cinslerine ise çok nadir olarak rastlanılmıştır. *Anabaena*, *Lyngbya* ve *Microcystis* cinsi türleri ise gölde tesbit edilememiştir. Bu türlerin hemen hemen tamamı ötrofik ve hipertrofik göllerin tipik belirteç türleridirler. Dolayısı ile Hafik gölünde bu

belirtilen türlerin tespit edilememesinin nedeni besin tuzu konsantrasyonu açısından değerlendirildiğinde gölün ötrofik olmamasından kaynaklanmış olabilir.

#### 4.2.4. Cryptophyta

Gölde Cryptophyta grubu 9 tür ile temsil edilmiştir. Bu taskonlardan 6 tür *Cryptomonas*, 2 tür *Chroomonas* ve 1 tür'de *Plagioselmis* cinsine aittir. *Chroomonas acuta*, *Cryptomonas platyuris* ve *C. marssonii* grup içerisinde önemli olan taksonlar olmuşlardır. Cryptophyta grubu çalışma boyunca tüm örnekleme istasyonlarında devamlı mevcut olup özellikle sonbahar dönemi örnekleme sıklıkla karşılaşılmıştır. Cryptophyta'nın birey sayısının en yüksek olduğu tarihler olan 14.09.2009, 15.09.2010 ve 07.10.2010' da toplam organizmaya çok büyük katkı sağlamıştır (sırası ile %72, % 67,5 ve % 49).

Ilıman göllerde çoğunlukla kış süresince bulunabilmekle beraber sıklıkla yaz ortası ve sonbahar sonları toplulukları oluşturduğu (Phillips ve Fawley, 2002) belirtilen Cryptophyta grubunda Hafik gölünde yaz ayları ve sonbahar dönemlerinde artış olduğu belirlenmiştir. Yaz dönemindeki, artış sonbahar dönemine oranla daha düşük olmuştur. 2009 yılı örnekleme yaz aylarında 226-1404 org/ml olan organizma yoğunluğu, sonbaharda 418-2883 org/ml arasında değişim göstermiştir. 2010 yılı örnekleme yaz döneminde 334-1713 org/ml, sonbahar döneminde ise 522-2528 org/ml arasında değişim göstermiştir. Yapılan çalışmalarda bu grubun üyelerinin sonbahar döneminde artışlar yaptığı belirtilmiştir (Ünal, 1985; Maraşlıoğlu ve ark., 2005). Çalışmamızda örnekleme periyodu boyunca daima mevcut olarak kaydedilen Cryptophyta üyeleri (*Plagioselmis nannoplanctica*, *Cryptomonas acuta*, *Cryptomonas marsonnii* ve *Cryptomonas* spp.) yaz ve sonbahar dönemlerinde yüksek sayılara ulaşmıştır. Willen (2003) İsveç göllerinde yaptığı çalışmada yine bahar aylarında Cryptophyta'ya ait *Plagioselmis nannoplanctica* türünü toplam fitoplanktonu önemli olarak etkileyen bir tür olarak vermiştir. Uygun ortam şartlarında hızlı bir gelişim gösterebilen bu türler yapılan birçok çalışmada göllerde yaygın ve dönem dönem yüksek sayılarda kaydedilmişlerdir (Aykulu ve Obalı, 1981; Willen, 2003; Barone ve Naselli-Flores, 2003; Gürevin, 2004).

Sucul sistemlerde alglerin gelişiminde en önemli faktörlerin başında sıcaklığın geldiği, düşük sıcaklığın organizma gelişimini sekteye uğrattığı birçok çalışmada

belirtilmiştir (Lund, 1965; Ilmavirta, 1982; Wetzel, 2001; O’Sullivan ve Reynolds, 2004; Cirik ve Gökpmar, 2006 ). Hafik Gölü’nde ise 2008 yılı kış döneminde yapılan örneklemede Cryptophyta grubu organizma yoğunluğunun 403-1114 org/ml arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Kış süresince çoğunlukta bulunduğu bildirilen (Phillips ve Fawley, 2002) grupta kış dönemi olmasına rağmen organizma sayısının yüksek olması bu grubun sıcaklık dışında diğer bir veya birkaç faktör tarafından desteklendiğini göstermektedir. Zira Sezen (2008) yapmış olduğu çalışmada kış aylarında *Chroomonas* spp. türlerinin bol miktarlarda olduğunu, bunun da nitrat, amonyum ve orta-fosfat konsantrasyonlarının yüksek oluşundan kaynaklandığını belirtmiştir. Yurdumuzda yapılmış birçok çalışmada da bu grup üyelerinin kış aylarında sayıca artış yaptığı belirtilmiştir (Aykulu ve Obalı, 1981; Şehirli, 1998; İşbakan ve ark., 1998; Karacaoğlu, 2000; İşbakan ve ark., 2002).

Grup içerisinde en fazla türle temsil edilen *Cryptomonas* genusu türlerin besin tuzlarınca zengin ötrofik suların karakteristik türü olduğu (Reynolds ve ark., 2002) ve Avrupa göllerinde yapılan çalışmaların çoğunda ötrofik göllerin biyomonitörü olduğu belirtilmiştir (Akbulut, 1995; Akbulut ve Yıldız 2001). Kılınç (1998)’ın yaptığı çalışmada düşük sayılarda kaydedilen *Cryptomonas* grubu üyeleri bizim çalışmamızda daha yüksek sayılarda kaydedilmişlerdir. Her ne kadar besin tuzu konsantrasyonları açısından gölün trofik seviyesini önceki yıllarla karşılaştırma olanağı olmasa da, Oligo-mezotrofik özellik gösteren Hafik gölünde bu genusa ait türlerin sayısal artışı gölün ötrofiye doğru gittiğine işaret etmektedir.

#### **4.2.5. Euglenophyta**

Gölde Euglenophyta grubu 9 tür ile temsil edilmiştir. Bu taskonlardan 6 tür *Trachelomonas*, 2 tür *Euglena* ve 1 tür’de *Phacus* cinsine aittir. *Trachelomonas curta*, *T. lacustris*, *T. varians* ve *T. volvocina* grup içerisinde önemli olan türlerdir. Çalışma süresince örnekleme istasyonlarında bu grubun üyelerine oldukça nadir olarak rastlanılmıştır. Fitoplankton içerisinde *Euglena* ve *Phacus* türleri nadiren mevcut bulunmuşlardır. Gölde rastlanılan *Euglena* spp., *Trachelomonas* spp., ve *Phacus* spp.’nin kozmopolit ve mezotrofik göllerde yaşadıkları bildirmiştir (John ve ark., 2003). Bu türlerden özellikle *Trachelomonas* cinsine ait türlerinin genellikle mesotrofik göllerde bol, oligotrofik göllerde ise az sayıda bulunduğu birçok

araştırıcı tarafından rapor edilmiştir (Rawson, 1956; Hutchinson, 1967; Trifonova, 1998; Reynolds ve ark., 2002). İstasyonlarda yoğunluğu hiçbir zaman önemli olmayan bu grubun, oligo- mezotrof kabul edilebilecek olan Hafik gölünde önemli olmayışı normal olarak değerlendirilebilir. Bu grubun üyelerine ötrof özellikte olduğu belirtilen göllerden Abant gölü (Atıcı ve Obalı, 2002) Ladik gölü (Maraşlıoğlu ve ark., 2005) ve Porsuk Göleti'nde (Gürbüz ve ark., 2002) bol olarak rastlanıldığı belirtilmiştir (Maraşlıoğlu, 2007).

Üyelerinin organik madde ve fosfatça zengin evsel atıklar tarafından kirlenmiş sucül ortamlarda fazlaca bulunduğu bilinen (Round, 1956; Round, 1957a; Round, 1973; Wetzel, 2001; Palmer, 1980; Round, 1984; Stevenson ve ark., 1996) Euglenophyta grubunun Hafik gölünde istasyonlarda nadir olarak bulunması, gölün organik madde yönünden kirli olmadığına da işaret etmektedir.

#### **4.2.6. Pyrrophyta**

Pyrrophyta grubu gölde *Peridinium* sp. ve *Gymnodium* sp. olmak üzere iki tür ile temsil edilmiştir. Ötrofik ve mezotrofik göllerin karakteristiği olduğu ifade edilen (Rawson, 1956) ve çok değişik özellikler gösteren ortamlarda da bulunabileceği belirtilen *Peridinium* (Hutchinson, 1967; Gönüloğ ve omak, 1992b) türüne örnekleme istasyonlarında nadir olarak rastlanılmıştır. Grubun diğer türü olan *Gymnodium* sp. ise çalışma süresince sadece Mart-Nisan-Ekim 2009 ve Haziran-2010, örneklemelelerinde bulunmuştur. Genellikle diyatomelere kıyasla kirliliği daha iyi yansıttığı (Reid ve ark., 1995) ve organik olarak zenginleşmiş göllerde yoğun bir şekilde arttığı (Wetzel, 2001) bildirilen bu grubun üyeleri Hafik gölünde hiçbir zaman sayısal olarak önemli olmamıştır.

#### **4.2.7. Xantophyta**

Gölde bu grup üyeleri Mischococcales takımına ait 5 ve Vaucheriales takımına ait 1 tür olmak üzere toplam 6 tür ile temsil edilmiştir. Bu gruba tüm çalışma boyunca 15.09.2010 tarihinde (I. İstasyonda) ve 25.10.2010 tarihinde (V. İstasyonda) rastlanılmıştır. Çalışmamızda çok nadir olarak tesbit edilmiş olan bu grup üyelerinin genellikle planktonik türler olduğu, ancak Türkiye'de önemli dağılım göstermedikleri belirtilmiştir (Akbulut, 1995).

#### 4.2.8. Crysophyta

Crysophyta grubu iki tür ile temsil edilmiştir (*Mallomonas caudata* ve *Mallomonas* sp.). Elektrolit içeriği düşük oligotrofik göllerde baskın olduğu (Cole, 1983) belirtilen Crysophyta grubu üyelerine elektrolit içeriği yüksek olan Hafik gölünde nadiren rastlanması bir sürpriz olamamıştır. Genellikle küçük ötrofik göllerde ve hafif tuzlu sularda da bulunabildikleri (Huber-Pestalozzi, 1941) belirtilen ve Hafik gölünde çoğunlukla sonbahar döneminde çok az sayıda ya da nadiren rastlanılan grup üyelerinin kozmopolit olduğu bildirilmiştir (John ve ark., 2003).

Chrysophyta grubunun, sıklıkla oligotrofik göllerde baskın oldukları belirtilmesine rağmen (Negro ve ark., 2000) ötrofik sistemlerde de yüksek sayılara ulaşabileceği belirtilmiştir (Kristiansen, 1986). Grubun üyeleri oligo-mezotrofik özellik gösteren Hafik gölünde hiçbir zaman önemli sayılara ulaşamamışlardır.

#### 4.2.9. Charophyta

Bu grubun üyeleri gölde iki tür ile temsil edilmiştir (*Chara canescens* ve *C. vulgaris*). Hafik gölü tabanında oldukça yaygın olarak bulunan bu gruba ait türler. Yaklaşık olarak göl tabanının % 60-65'ini kaplamaktadır. Grup göl tabanında Mayıs ayından Kasım ayına kadar mevcut olup yer yer yüksekliği 80-90 cm'ye kadar ulaşan yastık kümeleri oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalarda yüksek su içi bitkiler yönünden zengin olan sığ göllerde (Scheffer, 1998) besin tuzlarının yüksek bitkiler tarafından kullanımının fitoplankton gelişimini sınırladığı ileri sürülmüştür (Jeppesen ve ark., 1997; Søndergaard ve ark., 2003; Gligora ve ark., 2007). Hafik gölünde fitoplanktona ait organizma yoğunluğunun diğer göllerle karşılaştırıldığında çok yoğun olmadığı görülmektedir. Gölde bu sonuca yol açan birçok etkenin rol aldığı tahmin edilmekle birlikte, gölün sahip olduğu yoğun makrofitinde bu durumun ortaya çıkmasında rol oynamış olabileceği düşünülmektedir.

Toplam fosfor konsantrasyonunun 20 µg/l'yi aştığı konsantrasyonlarda elimine olan (Lehmann ve Lachananne, 1999), besin tuzu döngüsünde önemli rol oynayan (Kufel ve Kufel, 2002) Charophytler oligotrofik-mezotrofik su kütlelerinde litoral bölgenin en yaygın elemanıdır (Kufel ve Kufel, 2002). Ötrofikasyonun artışı ile birlikte Charophytler yerini angiospermlere; başlıca *Potamogeton* türlerine bırakır (Ozimek ve Kowalezweski, 1984; Pieczyńska ve ark. 1988; Blindow, 1992). Bulanık

göllerde ortadan kalkar (Kufel ve Kufel, 2002). Hafik Gölünde Charophytler oldukça sağlıklı bir gelişim göstermektedir. Ötrofikasyonun belirteci olduğu ve Charophytlerin yerini aldığı belirtilen *Potamogeton* cinsine ait türlere sadece gölün batı tarafında, kıyıdan 1-2 m açıktaki, 5-6 m uzunluğunda bir hat boyunca rastlanılmaktadır. Gölün bu kısmında yer alan gazino ve tarımsal alanlardan şimdilik çok az da olsa gelen organik kirlilik ve tarımsal gübre sızıntı sularının bu gelişime katkıda bulunabileceği tarafımızca da düşünülmektedir. Şekil 2.1.1'de görüldüğü üzere gölün Kuzey-Güney doğrultusunda sıralanmış ve yazın piknik-dinlenme yeri olarak kullanılan gazinolar, yaz dönemlerinde artan ziyaretçi sayısına bağlı olarak aktif olarak kullanılmaktadır. Bu aktif kullanım ile oluşan kirlilik baskısı gölün tamamında olmasada bu kesiminde kısmi ötrofikasyona yol açmaktadır. Gazinoların bulunduğu bu hat üzerinde kıyıya yakın kesimlerde ötrofikasyon göstergesi olan *Potamogeton pectinatus* ve *P. Perfoliatus* türlerinin bulunması bu durumu desteklemektedir. Zira adı geçen her iki türün de çoğunlukla ötrofik ortamlarda bulunmakla beraber mezotrofik sularda da yayılış gösterdiği bilinmektedir (Haslam ve ark., 1986).

### **4.3. Zooplankton**

Hafik gölünde yapmış olduğumuz çalışmada Rotifera, Cladocera ve Copepoda'ya ait toplam 35 takson tespit edilmiştir. Bu taksonların 20'si Cladocera'ya, 5'i Rotifera'ya ve 10 tanesi ise Copepoda'ya aittir. Bu gruplar aşağıda ayrı ayrı başlıklar halinde irdelenmiştir.

#### **4.3.1. Cladocera**

Gölde Cladocera grubuna ait toplam 20 tür belirlenmiştir. Grup içerisinde *Daphnia hyalina*, *D. longispina*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Chydorus piger* ve *C. ovalis* öne çıkan türler olmuşlardır. Cladocera'ya genelde bahar ve yaz aylarında özellikle Nisan ayında yoğun olarak rastlanılmıştır. 2010 yılı Nisan ayında V. İstasyonda tüm çalışma boyunca en yüksek değerine ulaşmıştır (114650 org/m<sup>3</sup>). Dokulil ve ark. (1990) Cladocera'nın bahar sonu ve yaz aylarında artış gösterdiklerini belirtmişlerdir. Sonbahar ve kış dönemlerinde düşük sayılarda saptanan zooplanktonik organizmaların belirgin olarak azalmasının sıcaklık ve zooplanktonlar tarafından yenilebilen fitoplankton yoğunluğu ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Keza



sıcaklığın zooplankton varlığını, bolluğunu ve dağılımını sınırlayıcı anahtar faktör olduğu birçok araştırmacı tarafından gösterilmiştir (Mikschi, 1989; Yıldız ve ark., 2007). Artan sıcaklık, güneşlenme süresinin fazla oluşu ve buna bağlı olarak fitoplankton yoğunluğundaki artışın zooplankton tür kompozisyonu ve tür yoğunluğu üzerine önemli bir etki yaptığı bildirilmektedir (Horne, 1994). Dolayısıyla Hafik gölünde sonbahar sonu ve kış dönemlerinde su sıcaklığının düşük oluşu Cladocera grubunun sayıca azalışını açıklar niteliktedir.

Çözünmüş ya da tanecikli olmak üzere iki şekilde bulunan organik detritus, göllerdeki zooplanktonlar için önemli bir alternatif besin kaynağıdır ve çözünmüş yapıda olanlar filtre ederek beslenen zooplankton türleri tarafından alınamazlar (Thornton, 1990). Cladocer türleri katı tanecikleri filtre etmesinden dolayı su kalitesi artışı (Timms ve Moss, 1984; Beklioğlu ve ark., 2003) ve ışık geçirgenliği arasında önemli bir ilişki vardır (Horn, 1991). Otçul olan zooplanktonik organizmaların büyüme döneminin başlarında otlama ile fitoplankton biyokütlesini etkili bir şekilde azaltabildiği (Lampert ve ark.,1986; Langeland ve Reinersten, 1982), dolayısı ile berrak su durumuna neden olduğu bilinmektedir. Hafik gölünde ölçülen seki diski görünürlük değerleri ve dolayısı ile ışık geçirgenliğinin fazla olması bu durum ile uyum göstermektedir.

*Daphnia* türleri küçük boyutlu alglerin yoğun olduğu ortamlarda iyi, orta büyüklükte diatomların (küçük boyutlu diatomlar: 2-20 µm, orta boy diatomlar: 20-200 µm, büyük boy diatomlar: >200 µm) bulunduğu ortamlarda daha az, *Asterionella formosa* ve *Melosira italica* gibi büyük diatomların yoğun bulunduğu ortamlarda en düşük düzeyde gelişim göstermektedir (Moss, 1988). Hafik Gölü'nde var olan diatomelerin küçük ya da orta büyüklükte oluşu, *Daphnia* yoğunluğunun yüksek olduğu bahar ve yaz aylarında ise genellikle yeşil alg türlerinin daha fazla olması bu grubun besin açısından sınırlanmasında etkisinin olmadığını göstermektedir. Askıda organik maddenin önemli bir kısmını 1 µm'dan daha küçük tanecik büyüklüğündeki bakteriler oluşturur. *Daphnia* gibi büyük süzücüler fitoplanktona ek olarak bakteri biyomasından da önemli ölçüde yararlanır (Urabe ve Watanabe, 1991; Barnes ve Mann, 1998). Bu nedenle, fitoplankton ve zooplankton arasındaki ilişkinin her zaman anlamlı ve birbiri ile mutlak surette bağımlı olmayabileceği, fitoplankton yoğunluğunun zooplanktonların beslenmesi için yeterli

olmadığı durumlarda, zooplanktonların bakteriler üzerinden alternatif beslenmeye döndükleri bilinmektedir (Agasild ve Nöges, 2005).

Hafik gölünde Cladocera grubu üyelerinden *Daphnia*'lar tür sayısı bakımından diğerlerinden daha fazla bulunmuştur. Edmondson, (1959) bu türlerin ılıman göl ve göletlerde temiz ve makrofit içeren sulara bulunduğunu bildirmektedir. Grup içerisinde en yaygın türlerden olan *Daphnia longispina*'nın alkali ve sert sulara özgü tür (Alonso, 1991) olduğu belirtilmiştir. Sert ve alkali özellikte olan Hafik gölü bu bakımdan bu grup üyelerinin yaşaması için ideal ortam sunmaktadır.

*Daphnia* cinsinin göllerde bulunuşu, tuzluluk, sertlik, alkalinite vb. suyun diğer abiyotik özellikleriyle olan ilişkilerine bağlı olarak gelişmiş olabileceği gibi (Bailey ve ark., 2004), aynı zamanda üzerinden beslendikleri fitoplankton tür kompozisyonu (Agasild, 2007) veya besin zincirinde bir üst basamakta yer alan planktivor balıkların predasyon baskısı (Jeppesen ve ark.,1996; Olin ve ark., 2006) belirleyici olmaktadır. Gölde *Squalius cephalus* (tatlısu kefali), *Cyprinus carpio* (sazan), *Alburnus chalcoides* (tatlısu kolyozu) ve *Capoeta capoeta* (siraz balığı) türleri bulunmaktadır. Bu türlerden *Squalius cephalus* (tatlısu kefali) ve *Alburnus chalcoides* (tatlısu kolyozu) planktivor olarak da beslenen balıklardır. *Cyprinus carpio* (sazan)'nın da plankton üzerinde baskı oluşturabileceği belirtilmiştir (Saygı ve ark.,2011).

Cladocera türleri Rotifera türlerine kıyasla daha büyük boyutlu alg ve bakteriler ile beslendiklerinden dolayı nişleri daha geniştir (Gilbert, 1985). Cladoceralar neredeyse tüm tatlı su alanlarında bulunurlar. Göl ve göletlerde nehirlere oranla daha fazla sayıda mevcuttur. Gölün geri kısmında yer alan sığ, otlak bölgeler diğer lokalitelerden daha fazla tür çeşitliliği gösterir. Ilıman, predatörlerden korunaklı, besinin bol olduğu yerler bu grubun en çok tercih ettikleri bölgelerdir. İçsuların limnetik kesimleri Cladocera popülasyonunda birey sayısı bakımından oldukça yoğundur; fakat tür zenginliği azdır. Genel limnetik gruplar başlıca *Bosmina*, *Daphnia*, *Diaphanosoma* ve *Holopedium* cinslerine aittir. Hafik gölünde bu cinslerden *Daphnia*'nın gölde devamlı olarak mevcut olduğu belirlenmiştir. Gölde bu grup üyesi olan *Bosmina*'ya Mayıs ayı dışındaki dönemlerde rastlanılmamıştır. Bu cinsin genelde kış aylarında ortaya çıkıp diğer mevsimlerde ortadan kalktığı belirtilmiştir (Demirhindi,1972). Akdağ (1975) ise *Bosmina* türlerinin ilkbaharda görülmesine rağmen, yaz mevsimi boyunca nadir, sonbaharda

yüksek ve kış mevsiminde yine çok düşük miktarlara indiğini belirtmiştir. *Bosmina* üyelerinin filtre ederek beslenmelerinin az gelişmiş olması *Daphnia* cinsi üyelerine oranla daha az etkili beslenmelerine (Branstrator ve Lehman, 1991) yol açmış olabilir. Bu durum, beslenme açısından *Daphnia* türleri ile rekabet etmek zorunda kalan (DeMott ve Kerfoot, 1982; Hanazato ve Yasuno, 1987) *Bosmina* türlerinin gölde daha az olmasına yol açmış olabilir

#### 4.3.2. Calanoid ve Cyclopoid Copepod

Hafik gölü zooplanktonunda yer alan Copepoda'ya ait toplam 10 tür belirlenmiştir. Bu türlerden 4 tanesi Calanoida'ya 6 tanesi ise Cyclopodia'ya aittir. Tür sayısı bakımından Cycloplar fazla olmasına karşın gölde baskınlık ve bolluk olarak Calanoidler hakim durumdadır. Calanoid grubu içerisinde *Arctodiaptomus similis* ve *Diaptomus* sp. Cyclopoid grubunda ise *Cyclopina gracilis* ve *Cyclops* sp. öne çıkan türler olmuşlardır. Gölde *Cyclops* grubu üyeleri devamlı mevcut olmamışlar ve İstasyonlarda zaman zaman tespit edilememiştir. Tespit edilmiş olanların da sayısal bolluğu fazla olmamıştır. Gölde Cyclopoidlerin mevsimselliğinde üzerinden beslendikleri zooplanktonik organizmaların varlığı ile bir uyum belirlenememiştir

Copepodlardan Calanoida grubuna bağlı türlerinin birey sayısı bakımından baskın olması, tersi olarak Cyclopoidlerin türlerinin birey sayısının daha az olması ötrofikasyonun işareti olarak kabul edilmektedir (Gliwicz, 1969; Mayer ve ark., 1997). Belirtilen bu durum Hafik gölündeki zooplanktonik durum ile örtüşmekle birlikte gölün trofi durumuna uymamaktadır. Göllerde zooplanktonik durum ile trofi durumu her zaman birebir örtüşmeyebilmektedir. Keza Saygı ve ark., (2011) yaptıkları çalışmada tespit etmiş oldukları türlerin bir kısmının üretken göllerde bir kısmının ise kirlenmiş göllerde yayılış gösterdiklerini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Aygen ve ark., (2009) çalıştıkları Eğrigöl'ün oligotrof özellik göstermesine karşın zooplaktonda mesotrofik ve ötrofik suların belirteç türlerinin yaygın olarak bulunduğu belirtmişlerdir. Hafik gölü de benzer şekilde oligo-mezotrofik karakter göstermesine karşın tespit edilen zooplanktonik türler daha çok mezotrofik ve ötrofik sularda yayılış gösteren türlerden meydana gelmiştir. Göllerde sıcaklığın yükselmesi ile birlikte meydana gelen Cyanobacteria çoğalmasını takiben zooplankton popülasyonunda çöküş meydana geldiği belirtilmiştir (Mayer ve ark., 1997).

Cyanobacteria'nın çoğalması ötrofik göllerde düzenli olarak meydana gelmektedir ve bu artışlar zooplankton komünite yapısını değiştirmektedir (Lathrop ve Carpenter, 1992; Korponai ve ark., 1997). Cyanobacteria'nın salgıladığı toksik maddeler ile zooplanktonları olumsuz olarak etkilemektedir ve ipliksi yapıda olanlar süzücü beslenen zooplanktonlarda süzme oranının azalmasına neden olmaktadır. Bu olumsuz koşullara bağlı olarak Cyanobacteria'nın aşırı artışını izleyen dönemde zooplankton komünitesinde çöküş meydana geldiği belirtilmektedir (De Bernardi ve Guissani, 1990). Hafik gölünde Cyanobacteria grubunun sonbahar döneminde gösterdiği sayısal artışın, zooplanktonik grupların çöküşüne neden olacak boyuta hiçbir zaman ulaşmamış olması (bloom oluşmaması), Cyanotoksin üreten grupların gölde bulunmaması zooplanktonların azalmasında Cyanophytlerin değil su sıcaklığındaki azalmanın etkisiyle olabileceği daha kabul edilebilir görülmektedir.

Calanoid Copepodlarda, aylara göre değişimi en dengeli seyreden grup olmuştur. Bunda seçici beslenmesinin, balık ve omurgasız gibi yırtıcıların av baskısından daha az etkilenmesinin payı olduğu düşünülmektedir.

Calanoid grubu içerisinde baskın olan *Arctodiaptomus* ilkbahar ve sonbahar aylarında yüksek sayılara ulaşmıştır. Sonbahardaki birey sayısı ilkbahara oranla daha yüksek olmuştur. Benzer durum Demirhindi (1972)'nin çalışmasında da gözlemlenmiş ve cinsin maksimum populasyon yoğunluğuna sonbaharda ulaştığı belirtilmiştir.

Copepod populasyonu en yoğun olarak Kasım ve Nisan 2011'de en düşük ise 24 Aralık 2008, Mayıs 2009 ve Mayıs 2010 tarihlerinde bulunmuştur. Populasyon yoğunluğu genel olarak ilkbahar ortası, yaz aylarında ve sonbahar ortalarında yüksek, ilkbahar başlangıcı ve kış mevsiminde düşük değerlerde seyretmektedir. Bu duruma su sıcaklığının etkisinin diğer etkenlerden daha fazla neden olduğu düşünülmektedir. Çünkü tatlı su sistemlerinde zooplankton tür kompozisyonu ve tür yoğunluğu üzerine etki eden en önemli sınırlayıcı faktörlerden birisi sıcaklıktır (Mikschi, 1989; Yıldız, ve ark., 2007) ve artan sıcaklık, buna bağlı olarak fitoplankton yoğunluğundaki artışa neden olur (Horne, 1994).

Trofik durum açısından bakıldığında Calanoid kopepodların oligotrofik, oligomezotrofik göllerde baskın olduğu cyclopid kopepodların ise ötrofik göllere daha iyi adapte olduğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmekle (Gannon ve Stremberger,

1978; Blancher, 1984; Mayer, 1996) birlikte Cyclopid kopepodların düşük ışık geçirgenliği olan ve düşük alg biyokütlesine sahip bulanık sulu göllerde de bulunabilecekleri (Ceirans, 2007) rapor edilmiştir. Hann ve Zrum (1997)'da bulanıklığı az berrak olan sucul bir sistemde yaptıkları çalışmada Cyclopid kopepodların varlığına işaret etmişlerdir. Benzer şekilde bulanıklığı çok düşük olan Hafik gölünde zooplanktonun tür ve kompozisyonu oligotrofik-oligomezotrofik göllerin sahip oldukları özelliklerle paralellik göstermektedir

### 4.3.3. Rotifera

Gölde Rotifera grubuna ait toplam 5 tür belirlenmiştir. Bu türler *Filinia terminalis*, *Hexarthra mira*, *Keratella quadrata*, *Keratella valga* ve *Keratella* sp.'dir. Grup içerisinde *Filinia terminalis* ve *Keratella quadrata* öne çıkan türler olmuşlardır. Çalışma süresince bu gruba ait üyeler çoğunlukla ilkbahar dönemlerinde nadir olarak ta yaz başları ve sonbahar döneminde ortaya çıkmışlardır. Diğer türlere ise istasyon örneklemelerinde çok nadir olarak rastlanılmıştır.

Zooplanktonların seçici olarak beslenmeleri süksesyonda çok önemli etkilere neden olur. Zooplanktonik organizmaların büyük bir kısmı belirli büyüklükteki fitoplanktonik organizmaları tercih eder (Foog, 1975). Rotifera türlerinin beslenme şekilleri oldukça çeşitlidir. Rotifera türlerinin bir kısmının fitoplankton üzerinden, bir kısmının asılı tanecikler üzerinden bir kısmının da predatör olarak beslendikleri belirtilmiştir (Kolisko, 1974). Rotifera türlerinin alglerle olan ilişkisini daha iyi anlamak için Rotifera süksesyonu ve nanoplanktonik alglerle (Cryptophyceae, Chrysophyceae) olan ilişkisine bakmak gerekir. Rotifera türlerinin büyük bir kısmı Chrysophyceae'den *Dinobryon*, *Synura*, *Uroglena* ile bir kısımda Cryptophyceae'den *Cryptomonas* üzerinden beslenir (Emir, 1994). Hafik gölünde Cryptomonad populasyon yoğunluğunun azaldığı bahar dönemlerinde Rotifer yoğunluğunun artışı bu grubun daha çok Cryptomonadlar üzerinden beslendiklerine işaret etmektedir. *Keratella* gibi bazı türler bakteriler ve küçük boylu Cryptomonad' türleri ile beslenirler (*Keratella* spp.: 90-220 µm, *Cryptomonas* spp.: 14-80 µm).

*Cryptomonas*'lar yüksek predasyon baskısının önemli bir belirteci olarak algılanırlar. Çünkü *Cryptomonas* üyeleri zooplanktonik organizmaların tercih ettiği

besin büyüklüğüne sahiptir ve çok büyük populasyon yoğunluklarına ulaşabilmektedir.

Özellikle yaz aylarında fitoplankton yoğunluğuna bağlı olarak zooplanktonik organizmalar büyük artışlar göstermektedir. Bunlardan Rotifera grubuna bağlı *Filinia* sp. ve *Keratella quadrata* özellikle cryptomonadların sayısal olarak az olduğu ilkbahar döneminde dominant organizmalar olmuşlardır. Bu durum *Filinia* sp. ve *Keratella quadrata*'nın cryptomonadlar üzerinden beslendiği şeklinde yorumlanabilir.

Hafik gölü zooplankton kommunité yapısı genel olarak incelendiğinde zooplanktonların mevsimsel değişimini etkileyen faktörlerin fitoplankton yoğunluğu, türler arası rekabet ve karşılıklı etkileşim olduğu söylenebilir. Göllerde oligotrofiden ötrofiye doğru gidişte zooplankton kommunitesinde Copepoda grubuna bağlı Calanoida türlerinin yerini Cladocera grubuna bağlı türler almaktadır (Zankai ve Ponyi, 1986). Cyanophytlerin baskın olduğu sistemlerde durumun tersine gelişebileceğini belirtilmiştir (Richman ve Dodson, 1983). Ötrofik göllerde zooplankton'un önemli bir kısmını Rotifera oluşturmaktadır. Daha çok Oligomezotrof karakter gösteren (Biyolojik açıdan) Hafik gölü Rotifera'nın sayısal olarak zooplanktonda önemli olmayışı gölün daha çok ötrofik suları tercih eden Rotifera'nın hem tür sayısı hemde populasyon yoğunluğunun azlığını açıklamaktadır.

Herzig (1987), sıcaklığın rotiferlerin gelişmesinde önemli bir faktör olduğunu, ancak *Keratella*'nın sıcaklık toleransı geniş organizmalar olduklarını ve göllerde sık rastlandıklarını, Rotifer populasyonlarının yılda 3-5 kez artış gösterebildiğini bildirmiştir. Hafik gölünde ise grubun artışı ilkbahar döneminde olmaktadır. Mayer (1996), farklı besin düzeyine sahip göllerde yaz boyunca *Keratella*'nın baskın olduğunu belirtmiştir.

Sucul ortamların trofi düzeyleri yükseldikçe Rotifera grubu tür sayısı ve bolluk yönünden baskın olmaktadır. Ötrofikasyon kommunité yapısında değişikliklere neden olur (Kudari ve ark., 2004). Zooplanktonik rotiferler çevresel değişimlere daha hızlı yanıt verirler (Demir, 2005) ve Rotifera üyeleri abiyotik değişimlere karşı çabuk tepki vermelerinden ötürü suların trofi ve saprobisinin belirlenmesinde (Radwan, 1976) asidite, besin seviyesi ve nem gibi çevresel değişimlerin tespitinde (Attayde ve Bozelli, 1998) ve tatlı su ekosistemlerinin su kalitesinin saptanmasında (Gannon ve

Stemberger, 1978) belirteç organizmalar olarak kullanılırlar. Besin alternatiflerinin bolluğundan dolayı ekolojik nişleri geniş olan (Gilbert, 1985) Rotifera türlerinin zoocoğrafyaları üzerine çok çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Ridder, 1981). Türlerinin dağılım alanları oldukça geniştir; kolay üremeleri, yumurtalarının kuşlar, otlayan hayvanlar ve rüzgar ile kolayca taşınabilir olması gibi nedenlerden dolayı, dünya üzerinde geniş alanlara yayılmışlardır. Türlerin büyük bir kısmı kozmopolit (Kolisko, 1974) olan gruba Türkiye’de yapılmış olan çalışmaların birçoğunda rastlamak mümkündür. Hafik gölünde belirlenmiş olan bu gruba ait türler de kozmopolit olan türler arasında yer almaktadır. Hafik gölünde Rotifera grubunda belirlenen *Keratella quadrata*, *Hexarthra* ve *Filinia*’nın rotiferler arasında en bol olan organizmalar olduğu belirtilmiştir.

*Hexarthra* cinsi türlerinin Seyfe gölünün en baskın cinsi olduğu ve bu cinse ait birçok türün termofil, acı ve tuzlu sularda tesbit edildiği, tatlı sularda da yaşayan türlerinin olduğu belirtilmiştir (Uzbilek, 1994).

*Keratella quadrata*’nın sığ oligotrofik ve ötrofik sularda (Emir, 1990) ve alkali özellik gösteren göllerde yaygın olarak bulunabileceği belirtilmiştir (Radwan, 1976; Matveeva, 1986). Bu tür Alkali karakter gösteren Hafik gölü Rotifera grubu içerisinde baskın durumda olan türdür.

Gölde grup içerisinde diğer önemli bir tür olan *Filinia terminalis* soğuk stenoterm bir türdür ve 15 °C’ nin altındaki sıcaklıklarda yayılış gösterir (Uzbilek, 1994). Bu tür genelde kış ve ilkbahar aylarında gölde mevcut olmuştur. Göl bulunduğu coğrafik konumdan dolayı diğer ılıman bölge göllerine nazaran suyunun daha geç ısınması nedeniyle bu türün ilkbahar döneminde gölde diğer mevsimlerden daha fazla sayıda bulunması literatür bilgisi ile örtüşmektedir. Benzer durum Seyfe gölü zooplanktonunda da kaydedilmiştir (Altındağ, 1990).

Hafik gölü zooplanktonu kantitatif olarak ele alındığında yıl boyunca Cladocera ve Copepoda (Calanoid copepod) grubunun baskın durumda olduğu, Cyclopoid copepodların ve Rotifera’nın bu grupları takip ettiği görülmektedir. Oligomezotrofik karakter gösteren gölde tespit edilen zooplantonik türler daha çok mezotrofik-ötrofik karaktere sahip türlerden oluşmaktadır.

## 5. ÖNERİLER

Bu tez kapsamında kirlilik baskısına ve ötrofikasyona açık küçük bir göl olan Hafik gölünün Eylül 2009-Haziran 2011 tarihleri arasında gerçekleştirilen kapsamlı bir örnekleme çalışması ile biyolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerine ek olarak, gölün trofik durumunun ortaya konması amaçlanmıştır. Böylelikle daha sonra yapılacak olan benzer çalışmalara ve/veya alan dışı çok sayıda farklı bilimsel disipline referans veri kaynağı olarak işlev görmesi beklenmektedir. İleriye dönük uzun dönem izleme çalışmalarına veri oluşturması bakımından da önemli bir çalışma olduğu düşünülmektedir. Gölün sahip olduğu biyolojik çeşitliliğin korunması ve yöre halkının görsel ve ekonomik açıdan gölden yaralanmasını sağlayacak yönetim planlarının hazırlanmasına yönelik çalışmalara da yardımcı olacağı düşünülmektedir. Hafik Gölü'nün mevcut durumunun bir bütün olarak aydınlatılması için bu çalışmanın yeterli olmayacağını da belirtmek gerekir. Bu nedenle tez kapsamında üretilen verilere ek olarak, gölün trofi düzeyinin kesin olarak çıkarılması için havza bazında tüm biyolojik ve ekolojik çalışmalarında yapılması gerekmektedir. Tüm bunlara ek olarak Hafik Gölü sucul ekosisteminin bozulmaması amacıyla bazı öneriler aşağıda sunulmuştur.

1. Yerel yöneticilerin göl çevresinde gelişmiş güzel tasarrufları (piknik alanları oluşturma, çıkış kanalını genişletme, rekreasyon amaçlı kanal üzerine köprü yapımı, bilinçsiz kıyı makrofitlerinin kesimi, kıyı şeridinden dip sedimentinin uzaklaştırılması vb.) göl ekosistemine büyük zararlar vermektedir. Ekosistemi tahrip eden bu tür uygulamaların engellenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

2. Göl çevresinin geniş tarım arazileri ile kaplıdır. Tarımla ilgilenen yöre halkının göl ekosistemi hakkında bilgilendirilmesi, gölün sorunları ve olası çözümleri hakkında eğitilmesi, gölün uzun süreli korunmasında etkili olacaktır.

3. Yasaklara rağmen kontrolsüz ve üreme dönemlerinde avlanma ve saz kesimi de ekosistemin dengesini bozmaktadır. Bu tür faaliyetlerin engellenmesi gerekmektedir.



4. Son yıllarda bölgede yağışların azalması göl su seviyesinde dramatik düzeyde azalmalara yol açmakta ve bu azalış kıyı çizgisinin karasallaşmasına, sucul canlıların sığınak, besin ve yuvalanma alanı olarak kullandıkları kıyı vejetasyonunun zarar görmesine neden olmaktadır. Bu nedenle göl ekeosisteminde bozulmalara yol açan bu su seviye azalması durumunu engelleyici tedbirlerin alınması gerekmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Agasild, H., Noges, T. (2005). Cladoceran and rotifer grazing on bacteria and phytoplankton in two shallow eutrophic lakes: in situ measurement with fluorescent microspheres, *Journal of Plankton research*, 27 (11): 1155-1174.
- Agasild, H., Zingel, P., Tonno, I., Haberman, J., Noges, T. (2007). Contribution of Different Zooplankton Groups in Grazing on Phytoplankton in Shallow Eutrophic Lake Vortsjarv (Estonia), *Hydrobiologia*, 584: 167-177
- Akbay, N. (1993). Keban Baraj Gölünün Ova Kısımında Fito ve Zooplanktonun horizontal ve Vertikal Dağılımı. Fırat Üniv. Fen Bil. Ens. Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s.1-70.
- Akbulut, A. (1995). Sultan Sazlığı fitoplanktonik organizmalarının tespiti ve ekolojik açıdan değerlendirilmesi, Yük. Lis. Tezi, Hacettepe Üni. Fen Bil. Ens. Ankara.
- Akbulut, A., Yıldız, K. (2001). Mogan gölü (Ankara) Bacillariophyta dışındaki planktonik algleri ve dağılımları. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst Dergisi, 14(3), 723-739.
- Akbulut, A., Yıldız, K. (2001). Mogan Gölü (Ankara) Planktonik Bacillariophyta Üyeleri ve Dağılımları. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Vol:14 No:4, 1081-1093.
- Akdağ, D. (1975). Preliminary studies on Distribution of Cladocera and Copepoda of Manyas (Kuş) and Apolyont (Ulubat) Lakes, (in Turkish). TÜBİTAK, V. Bilim Kongresi, 395-398.
- Akdeniz, S. (2005). Uluabat Gölü Su Kalitesinin Değerlendirilmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemi Ortamında Analizi, U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa. 126 s.
- Akköz, C. (1998). Beyşehir gölü algleri üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi (basılmamış). Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Akman, Y., Daget, P.H. (1971). Quelques aspects synoptiques des climats de la Turquie. *Bulletin de la Société languedocienne de Géographie*, 5 (3), 269-300.
- Alonso, M. (1991). Review of Iberian Cladocera With Remarks on Ecology and Biogeography. *Biology of Cladocera. Proceedings of the Second International Symposium on Cladocera*, Transka Lomnica, Czechoslovakia, 13-20 september

1989. (Korinek, V., Frey, D.G., - Eds.) 37-43 pp. Reprinted from Hydrobiologia Vol:225. Kluwer Academic Publ., Dordrecht.
- Alp, M. T. (1996). Cip Baraj Gölü (Setin ön Kısmı) planktonik alglerinin araştırılması. F. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ.
- Alp, M. T. (2002). Hazar Gölü'nün DSİ Eğitim Tesisleri ile Gezin Beldesi Arasında Kalan Kısmın Kıyı (Litoral) Algleri ve Mevsimsel Değişimleri. F. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Elazığ, 129 s.
- Altındağ, A. (1990). Seyfe (Kırşehir) gölündeki zooplanktonik organizmaların cins ve miktar olarak mevsimsel değişimi. Yük. Lis. Tez. Ankara Üni. Fen. Bil. Ens. Ankara.
- Altuner, Z. (1982). Tortum gölü fitoplankton ve bentik algleri Üzerinde bir araştırma. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi. Kazım Karabekir Eğitim Fak. Biyoloji Böl., Erzurum, s 96.
- Altuner, Z. (1984). Tortum Gölü'nde Bir İstasyondan Alınan Fitoplanktonun Kalitatif ve Kantitatif incelenmesi, Doğa Bilim Dergisi, A2, 8, 2, 162-182.
- Altuner, Z., Gürbüz , H. (1990). Tercan Baraj Gölü Fitoplankton Topluluğu Üzerinde Bir Arastırma, X. Ulusal Biyoloji Kongresi, Erzurum 18-20 Temmuz 1990, 131-140.
- Anonim. (1981). Su ve Analiz Metotları, DSİ Basım ve Fotofilm Md., Ankara, 156 s.
- Anonim. (1987). Su Kirliliği ve Kontrolü, T.C.Başbakanlık Çevre Genel Müd. Yayınları, Ankara, 364 s.
- Anonim. (1991). Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usüller Tebliği, 07.01.1991 tarihli Resmi Gazete, No: 20748.
- Anonim. (1998a). Ankara Kentine içme Suyu Sağlayan Baraj Gölleri ve Havzasında Su Kalitesi, Arastırma Raporu, Ankara, 86 s.
- Anonim, (2004)a. Türkiye Çevre Atlası. T.C.Çevre ve Orman Bakanlığı, 547 s. Ankara.
- Anonim, (2004)b. Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği, 31 Aralık 2004 tarihli Resmi Gazete, No: 25687.
- Anonim, (2013). Sulak Alanlar, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü.

- Arslan, N. (1998). Karaboğaz Gölü(Bafra-Samsun) Fitoplanktonu ve Mevsimsel Değişimi Üzerinde Bir Araştırma. Doktora tezi (Yayınlanmamış). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 42 s., Samsun.
- Atasoy, H. (2012). Bahçelik Barajı Su Kalitesinin Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Açından İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Ens. Kayseri, 63 s.
- Atay, R., Bulut.C. (2005). Beyşehir, Eğirdir, Kovada, Çivril ve Karakuyu (Çapalı) Göllerinde Su Kirliliği Projesi, Tarım Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü, Isparta (yayınlanmamış)
- Atıcı, T., Obalı, O. (1999). Susuz Göleti (Ankara) Algleri ve Su Kalite Değerlendirmesi. G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 19, Sayı 3, 99-104.
- Atıcı, T., Obalı, O., (2002). Yedigöller ve Abant Gölü (Bolu) Fitoplanktonunun Mevsimsel Değişimi ve Klorofil-a Değerlerinin Karşılaştırılması. E.U. Su Ürünleri Dergisi Cilt/19 Sayı (3-4): 381-389.
- Atıcı, T., Obalı, O., Çalışkan, H. (2005). Control of Water Pollution and Phytoplanktonic Algal flora in Bayındır Dam Reservoir (Ankara), Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 22 (1-2)(79-82).
- Attayde, J.L., Bozelli, R.L. (1998). Assessing the indicator properties of zooplankton assemblages to disturbance gradients by canonical correspondence analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55: 1789- 1797.
- Atuk, M. (1994). İkizce göleti (Ankara - Haymana) fitoplanktonun incelenmesi. A.Ü. Fen. Bil. Enst. Yüksek lisans tezi (Yayınlanmamış), Ankara.
- Aygen, C., Mis,D.Ö., M., Ustaoglu,R., Balık,S. (2009). Zooplankton Composition and Abundance in Lake Eğrigöl, a High Mountain Lake (Gündoğmuş, Antalya). Turk J Zool. 33, 83-88.
- Aykulu, G., Obalı, O. (1981). Phytoplankton Biomass in the Kurtbogazı Dam Lake, Commun. Fac. Sci. Univ. Ank., ISSN 0256-7865, Ser. C, 2, 24, 29-44.
- Aykulu, G., Obalı, O., Gonüloğlu, A. (1983). Ankara çevresindeki bazı göllerde fitoplanktonun yayılışı. Doğa Bilim Dergisi: Temel Bilim: 7,277-288.

- Bailey S.A., Duggan I.C., Overdijk C.D.A.V., Johengen T.H., Reid D.F., Macisaac H.J. (2004). Salinity tolerance of diapausing eggs of freshwater zooplankton. *Freshwat. Biol.*, 49, 286-295.
- Barlas, M. (1995). Akarsu kirlenmesinin biyolojik ve kimyasal yönden değerlendirilmesi ve kriterleri, s. 465-479. Doğu Anadolu Bölgesi I. ve II. Su Ürünleri Sempozyumu, Erzurum.
- Barlas, M., İmamoğlu, Ö., Yorulmaz, B. (2002). Tersakan Çayı'nın (Muğla-Dalaman) su kalitesinin incelenmesi, XVI. Ulusal Biyoloji Kongresi, 4-7 Eylül, Malatya. s. 169.
- Barnes, R.S.K., Mann, K.H. (1998). *Fundamentals of Aquatic Ecology*. 2nd Edition, Blackwell Science Ltd. Publ., 270 p.
- Barone, R., Naselli Flores, L. (2003). Distribution and seasonal dynamics of Cryptomonads in Sicilian water bodies. *Hydrobiologia* 502: 325-329
- Bayly, I.A.E. (1976). The Plankton of Lake Eyre. *Aust.J.Mar. Freshwater Res.* 27:661-665.
- Bekleyen, A. (2003). A taxonomical study on the zooplankton of Göksu Dam Lake (Diyarbakır), *Tr. J. of Zoology Tubitak*, 27, 95-100.
- Beklioğlu, M., Ince, O., Tüzün, I. (2003). Restoration of the eutrophic Lake Eymir, Turkey, by biomanipulation after a major external nutrient control I. *Hydrobiol.* 489: 93-105.
- Beauchamp, R. S. A. (1953). Sulphates in African inland waters. *Nature*, 171: 769-771.
- Biswas, A.K. (1997). *Water resources*, McGraw-Hill, 736 p., USA.
- Blancher C. E. (1984). Zooplankton-trophic state relationships in some north and central Florida lakes. *Hydrobiologia*, 109, 251-263.
- Blindow, I. (1992). Long- and short-term dynamics of submerged macrophytes in two shallow eutrophic lakes. *Freshw. Biol.* 28:15-27.
- Boucher, P., Blinn, D.W., Johnson, D.B. (1984). Phytoplankton ecology in an unusually stable environment (Montezuma Well, Arizona, U.S.A.) *Hidrobiologia*, 119, 149.
- Boyd, C.E. (1979). *Water Quality in Warmwater Fish Ponds*, Craftmaster Printers Inc, Alabama, 401 p.

- Boyd, C.E. (1990). Water Quality in Ponds for Aquaculture. Birmingham Publishing Company, Birmingham, Alabama.
- Branstrator, D.K., Lehman, J.T. (1991) Invertebrate predation in Lake Michigan: regulation of *Bosmina longirostris* by *Leplodora kindtii*. Limnol. Oceanogr. 36(3):483-495
- Butcher, R.W. (1946). The algal growth in certain highly calcareous streams, J. Ecol. 33, 268-283.
- Carlson, R.E. (1977). A trophic state index for lakes. Ass. for the Scien. of Limno. and Oceano. (ALSO), 22 (2): 361-369.
- Carlson, R.E., Simpson, J. (1996). A Coordinator's Guide to Volunteer Lake Monitoring Methods. North American Lake Management Society. 96 pp.
- Carpenter, S.R., Lodge, D.M. (1986). Effects of Submerged Macrophytes on Ecosystem Processes. Aquatic Botany, 26, 341-340.
- Carvalho, L., Poikane, S., Lyche Solheim, A., Phillips, G., Borics, G., Catalan, J., De Hoyos, C., Drakare, S., Dudley, B. J., Järvinen, M., Laplace-Treytore, C., Maileht, K., McDonald, C., Mischke, U., Moe, J., Morabito, G., Nöges, P., Nöges, T., Ott, I., Pasztaleniec, A., Skjelbred, B., Thackeray, S. J. (2012). Strength and uncertainty of phytoplankton metrics for assessing eutrophication impacts in lakes, Hydrobiologia; Volume 704, Issue 1, pp 127-140
- Ceirans, A. (2007). Zooplankton indicators of trophy in Latvian lakes. Acta Universitatis Latviensis, 2007, Vol. 723, Biology, pp. 61–69.
- Ceyhan, F. (1987). Sivas Güneydoğusundaki Tuz ve Jips Yataklarının Jeolojisi, Oluşumu, Kökeni ve Ekonomik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 117s.
- Chapman, D., Kimstach, V. (1996). Chapter 3. Selection of Water Quality Variables. Water Quality and Assesments-A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Enviromental Monitoring, Second Edition, Chapman, D. (ed), pp 1-56, UNESCO / WHO/ UNEP.
- Chessman, B.C. (1986). Diatom Flora of an Australian River System: Spatial Patterns and Environmental Relationships. Freshwater Biology, 16,805-819.
- Cirik (Altındağ), S. (1984). Manisa-Marmara gölü fitoplanktonu III Cyanophyta. Doğa Bilim Dergisi: A2, 8, (1): 1-18.

- Cirik, S., Cirik, Ş. (1991). Limnoloji (Ders Kitabı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksekokulu Yayınlan No: 21, Bornova-Izmir, 135 s.
- Cirik, S., Gökpınar, Ş. (1993). Plankton Bilgisi ve Kültürü, E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:47, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir, 274 s.
- Cirik, S., Cirik Ş. (1995). Gölcük'ün (Bozdağ- İzmir ) planktonik algleri. İ.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 3(1-2), 131-150.
- Cirik. S., Cirik, Ş. (1999). Limnoloji. III. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 21, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Cirik, S., Gökpınar, Ş. (2006). Plankton Bilgisi ve Kültürü. Ege Üniversitesi, Su. Ürünleri Fak. Yayınları, İzmir, 47, 274 s.
- Clesceri, S., Greenberg, E.A., Eaton, D. (1999). Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 20. Eddition. American Public Health Association.
- Coesel, P.F.M. (1983). The significance of desmids as indicators of the trophic status of freshwaters. Schweiz. Z. hydrol. 45/2, 388-393.
- Cole, G. A. (1983). Textbook of Limnology. Third Edition, The C.V. Mosby Company, 401 p., ST. Louis.
- Coughlan, M. P., (1971). Sci. Progress (Oxford), 59: 1-23.
- Crul, R.C.M. (1995). Limnology and Hydrology of Lake Victoria. Compherensive and Comparative Study of Great Lakes, UNESCO/IHP-IV Proje M-5.1 UNESCO Publishing, 73 p.
- Çetin, A. K., Şen, B. (1997). Keban Baraj Gölü'nün Bacillariophyta Dışındaki Algleri ve Mevsimsel Değişimleri. F.Ü. Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi, 9 (2), 45-49.
- Çetin, A.K., Şen, B. (1998). Diatoms (Bacillariophyta) in the phytoplankton of Keban reservoir and their seasonal variations. Turk J Bot., 22, 25-33.
- Çetin, A. K., Şen, B. (2004). Seasonal Distribution of Phytoplankton in Orduzu Dam Lake (Malatya, Turkey). Turk J Bot., 28 (2004) 279-285.
- Çolak, Ö., Kaya, Z. (1988). Alglerin Atıksuların Arıtılmasında Kullanılma Olanakları. Doğa. Türk Biyoloji Dergisi (Genetik Mikrobiyoloji, Moleküler Biyoloji, Sitoloji) D. Cilt 12, S.1, 18-29.
- De Bernardi, K., Giussani, G. (1990). Are blue-green algae a suitable food for zooplankton? An overview. Hydrobiologia 200/201:29-41.

- Demir, N. (2005). Zooplankton of Two Drinking Water Reservoirs in Central Anatolia: Composition and Seasonal Cycle. *Turk J Zool* 29, 9-16.
- Demirezen D (2002) Sultan Sazlığı ve Çevresindeki Sucul Ekosistemlerde AğırMetal Kirliliğinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Demirhindi, Ü. (1972). "The Preliminary Planktonic Investigations in the Coastal Lagoons and Several Brackish Water Lakes of Turkey", İst. Üniv. Fen Fak Mean., Seri B, 37, 205p.
- Demirhindi, Ü. (1972). Türkiye'nin Bazı Lagün ve Acısu Gölleri Üzerinde İlk Planktonik Araştırmalar. İ.Ü.Fen Fak. Mecmuası Seri B. Cilt 37, İstanbul.
- DeMott, W.R., Kerfoot, W.C. (1982). Competition among Cladocerans: nature of the interaction between *Bosmina* and *Daphnia*. *Ecology* 63:1949-1963.
- Desonie, D. (2008). Hydrosphere freshwater systems and pollution. New york, 193p.
- Dişli, M., Akkurt, F., Alıcılar, A. (2004). Şanlıurfa Balıklıgöl Suyunun Bazı Kimyasal Parametrelerinin Mevsimlere Göre Değişiminin Değerlendirilmesi. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. cilt. 19, No.3, 287-294.
- Dokulil, M., Herzig, A., Jagsch, A. (1990). Trophic relationships in the pelagic zone of Mondsee, Austria. *Hydrobiologia*, 191:199-212.
- Dokulil, M. (2003). Algae as ecological bio-indicators, Bioindicators and biomonitors. 285-327.
- Douglas, B. (1958). The ecology of the attached diatoms and other algae in a stony stream, *J. Ecol*, 46, 295-322.
- Dugan, J.P. 1990. Sulak Alanların Korunması: Güncel Konuları ve Gerekli Çalışmalar Üzerine Bir İnceleme, DHKD, İstanbul.
- Dumont, H.J. (1981). 21.Krater, a Deep Hypersaline Crater Lake in the Steppic Zone of Western Anatolia (Turkey) subject to occasional limno-meteorological perturbations. *Hydrobiol.* 82: 271-279.
- Dumont, H.J. (1983). Biogeography of rotifers. *Hydrobiol.* 104: 19-30.
- Durssart, B.H., Defaye, D. (2001). Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. 16, Introduction to Copepoda, Leiden, 344p.



- Dussart, B. (1969). Les copepods Des Aux Continentales, Tome II: Cyclopoïdes et Biologie, Paris, 221p.
- Edmondson, W.T. (1959). Methods and Equipment in Freshwater biology 2nd ed. John Willey and Sons. Inc., NewYork, 1202.
- Egemen, Ö., Sunlu, U. (1996). Su Kalitesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları Yayın No:14. Ege Üniversitesi Basımevi, İZMİR, 153.
- Einsle, U. (1996). Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. 10, Copepoda: Cyclopida, Netherlands, 82p.
- Ekmekçi, F.G. (1989). Sarıyar Baraj Gölündeki Ekonomik Öneme Sahip Balık Stoklarının incelenmesi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Beytepe, Ankara, 225 s.
- Ekmekçi, F.G., Erkakan, F. (1989). Sarıyar Baraj Gölü'nde Kirlenmenin Boyutu ve Zamana Göre Değişimi, 5. Çevre Kongresi, Ankara.
- Elmacı, A. (1995). Akşehir (Konya) Gölü fitoplanktonu ve kıyı bölgesi (littoral bölge) alglerinin ekolojik ve floristik olarak incelenmesi, A. Ü. Doktora tezi (Yayınlanmamış), 122 s.
- Elmacı, A., Obalı, O. (1998). Akşehir Gölü Kıyı Bölgesi Alg Florası. Tr. J. of Biology, 22: 81-98
- Elmacı, A., Obalı, O. (1992). Kırşehir Seyfe gölü bentik alg florası. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 1,41-64.
- Elmacı, A., Topaç, F.O., Teksoy, A., Özengin, N., Başkaya, H.S.(2010.) Uluabat gölü fizikokimyasal özelliklerinin yönetmelikler çerçevesinde değerlendirilmesi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 15, Sayı 1.
- Eloranta, V.P., Salminen, R.. (1984). Phytoplankton primer production in a eutrophic cooling water pond. Hydrobiologia, 118, 267.
- Emir, N. (1990). Samsun Bafra Gölü Rotatoria Faunasının Taksonomik Yönden İncelenmesi. Doğa Tr. J of Zoology 14 (1), 89-106.
- Emir, N. (1994). Zooplankton community structure of Çavuşçu and Eber lakes in Central Anatolia, Acta Hydrochim. Hydrobiol. 22,6, 280- 288.
- EPA. (1979). A Review Of The Epa Red Book Quality Criteria For Water. Environmental Protection Agency, USA. 311.

- Eroğlu, S., Tokatlı, C., Solak, C.N., (2008). Diyatomelerin Kirlilik Açısından Önemine Genel Bir Bakış. 15-16 Mayıs 2008, İstanbul Üniversite Öğrencileri III. Çevre Sorunları Kongresi Özet Kitabı 369-375.
- Ersanlı, E. (2001). Simentit Gölü (Terme-Samsun-Türkiye) Algleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 63 s.
- Ersanlı, E., Gönüloğ, (2006). A Study on the phytoplankton of Lake Simentit, Turkey, *Cryptogamie Algologie*, 27 (3), 289-305.
- Ettl, H. (1983). Süßwasserflora von Mitteleuropa, Chlorophyta I, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 807p.
- Fakıoğlu, Ö., Demir, N. (2011). Göllerin Ekolojik Durumunun Değerlendirilmesinde Fitoplankton Topluluklarının Kullanılması. Ankara Üniversitesi Çevre bilimleri Dergisi Cilt: 3, Sayı: 1, 99-105.
- Flores, L.N., Barone, R. (2000). Phytoplankton dynamics and structure: a comparative analysis in natural and man-made water bodies of different trophic state, *Hydrobiologia*, 438, 65-74.
- Fogg, G.E. (1975). *Algal Cultures and Phytoplankton Ecology*, Second Edition, 175 p. .Wisconsin.
- Fogg, G.E., Thake, B. (1987). *Algal Cultures and Phytoplankton Ecology*, 3rd Edition, The University of Wisconsin Press, 269 p.
- Gabor, T.S., North, A.K., Ross, L.C., Murkin, H.R., Anderson, J.S., Roven, M. (2004). Natural Values; The Importance of Wetlands and Upland Conservation Practices in Watershed Management: Functions and Values for Water Quality and Quantity, Ducks 130 Unlimited Canada, Canada's Conversation Company.
- Gannon, J.E., Stremberger, R.S. (1978). Zooplankton (especially Crustaceans and Rotifers) as indicators of water quality. *Trans. Am. Microsc. Soc.* 97: 16-35.
- Ghosh, M. (1991). Structure and Interrelation of epilithic and epipellic algal communities in two deforested streams at shillang, *Arch Hydrobio*, 1: 105, 116.
- Gerloff, G.C., Skoog, F., (1957). Availability of iron and manganese in southern Wisconsin lakes for the growth of *Microcystis aeruginosa*. *Ecology* ,38:551-556

- Gilbert, J. J. (1985). Competition between Rotifers and Daphnia, *Ecology*, 66 (6), 1943-1950.
- Girgin, S., Kazancı, N., (1994). Ankara Çayı'nda Su Kalitesinin Fizikokimyasal ve Biyolojik Yöntemlerle Belirlenmesi, Türkiye iç Suları Araştırma Dizisi I, Özyurt Matbaası, Ankara, 184s.
- Gligora, M., Plenkovíc-Moraj, A., Kralj, K., Grigorszky, I., Peros-Pucar, D. (2007). The relationship between phytoplankton species dominance and environmental variables in a shallow lake (Lake Vrana, Croatia), *Hydrobiologia*, 584: 337-346
- Gliwicz, Z.M. (1969). Studies on the feeding of pelagic zooplankton in lakes with varying trophic, *Ecol. Pol.*, 17 : 663-708.
- Godeanu, S., Zinevici, V. (1983). Composition, dynamics and production of Rotatoria in the plankton of some lakes of the Danube Delta. *Hydrobiol.* 104:247-257.
- Goldman, C. R., Horne, A. J., (1983). *Limnology*. McGraw-Hill Int. Book Comp., 464 p., New York.
- Golterman, H.L. (1975). *Physiological Limnology, An approach to the Physiology of Lake Ecocystems*. Elsevier, p.1-274, New York.
- Gökmen, S. (2007). Genel Ekoloji. Nobel Yayınevi Yayın, 1160, 475 s. Ankara
- Gönüloğ, A., Aykulu G. (1984). Çubuk-I baraj gölü algleri üzerinde araştırmalar, I- fitoplanktonun kompozisyonu ve yoğunluğunun mevsimsel değişimi. *Doğa Bilim Dergisi*, A2, 8 (3) :330-342.
- Gönüloğ, A. (1985a). Çubuk-I Baraj Gölü Algleri Üzerinde Araştırmalar II. Kıyı Bölgesi Alglerinin Kompozisyonu ve Mevsimsel değişimi. *Doğa Bilim Dergisi*, A2, 9, 2, 253-268.
- Gönüloğ, A. (1985b). Studies On the Phytoplankton of the Bayındır Dam Lake *Commun, Fac. Sci. Univ. Ank. Ser. C*, 3, 21-38.
- Gönüloğ, A., Obalı, O. (1986). Phytoplanton of Karamık lake (Afyon), Turkey. *Commua Fac, Sci. Univ. Ankara, Ser. C*, 4,105-128.
- Gönüloğ, A. (1987). Studies on the bentic algae of Bayındır dam lake. *Doğa Tu. J. Botany*, 11,(1): 38-55.

- Gönüloğ, A., omak, . (1990). Bafra Balık Glleri (Balık Gölü, Uzun Gl) Fitoplanktonun Araştırılması Samsun, X. Ulusal Biyoloji Kongresi, 18-20 Temmuz 1990.
- Gönüloğ, A., omak, . (1992a). Bafra Balık Glleri (Balık Gölü, Uzun Gl) Fitoplanktonu Üzerinde Floristik Araştırmalar I- Cyanophyta, Doğa- Tr. J. of Botany, 16: 223-245.
- Gönüloğ, A. ve omak, . (1992b). Bafra Balık Glleri (Balık Gölü, Uzun Gl) Fitoplanktonu Üzerinde Floristik Araştırmalar IV. Bacillorophyta, Dinophyta, Xanhtophyta, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Dergisi, 4, 1, 1-19.
- Gönüloğ, A. (1993). Bafra Balık glleri (Balık gölü, Uzun gl) bentik alg florası. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi 1-2:31-56.
- Güher, H. (2003). Mert, Erikli, Hamam ve Pedina (İğneada-Kırklareli) Glleri'nin Zooplanktonik Organizmaların Kommunité Yapısı. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi, Cilt 20, Sayı 1–2, 51–62.
- Güler, ., obanoğlu Z., (1997). Su kalitesi. evre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi. 43(1), Ankara.
- Gülle, E. (2005). Karacaören I Baraj Gölü (Burdur) planktonunun taksonomik ve ekolojik olarak incelenmesi. Doktora tezi (Yayınlanmamış). SDÜ, 201 s., Isparta.
- Gürbüz, H. (2000). A Quantitative and Qualitative Study on the Benthic Algal Flora of Palandöken Pond. Turk J Biol 24(3), 31-48.
- Gürbüz, H., Altuner, Z. (2000). Palandöken (Tekederesi) Göleti fitoplankton topluluğu üzerinde kalitatif ve kantitatif bir araştırma. Turk J Biol., 24, 13-30.
- Gürbüz, H., Kıvrak, E., Sülün, A. (2002). Porsuk Göleti (Erzurum, Türkiye) Fitoplanktonu Üzerine Bir Araştırma. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi Cilt/19, Sayı 1-2, 53-61
- Gürevin, C. (2004). Ömerli(İstanbul) Baraj Gölü Su kalitesi Problemlerinin Araştırılması ve Sürdürülebilir Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 39-73.
- Hanazato, T., Yasuno, M. (1987). Experimental studies on competition between *Bosmina longirostris* and *Bosmina fatalis*. Hydrobiologia, 154, 189–199.

- Hann, B.J., Zrum, L. (1997). Littoral microcrustaceans (Cladocera, Copepoda) in a prairie coastal wetland: seasonal abundance and community structure. *Hydrobiologia* 357: 37–52.
- Hansson, La., Rudstam, L.G., Johnson, T.B., Soranno, P., Allen, Y. (1994). Patterns in algal recruitment from sediment to water in a Dimictic, Eutrophic Lake. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 51:2825-2833.
- Harper, D. (1992). *Eutrophication of Freshwaters, Principles, Problems and Restoration*, Chapman and Hall, London, 327 p.
- Haslam, S., Sinker, C., Wolseley, P. (1975). *British Water Plants*. U.K. ISBN:1851531073.
- Hecky, R.E., Kilham, P. (1973). Diatoms in alkaline, saline lakes: Ecology and geochemical implications. *Limnol Oceanogr* 18: 53-71.
- Henderson-Sellers, B., Markland, H.R. (1987). *Decaying Lakes: The Origins and Control of Cultural Eutrofication*. John Wiley & Sons, 254 p., Chichester.
- Henry, R., Tundisi, J.G., Curl, P. R. (1984). Effects of Phosphorus and Nitrogen Enrichment on the Phytoplankton in a Tropical Reservoir (Lobo Reservoir, Brasil). *Hydrobiologia*, 118 :177-185.
- Herzig, A. (1987). The analysis of planktonic rotifer population: a plea for long-term investigations. *Hydrobiologia* 147: 163-180.
- Horn, W. (1991). The Influence of Biomass and Structure of the Crustacean Plankton on the Water Transparency in the Saldenbach storage Reservoir. *Biology of Cladocera. Proceedings of the Second International Symposium on Cladocera*, Transka Lomnica, Czechoslovakia, 13-20 september 1989. (Korinek, V., Frey, D.G., -Eds.) 115-120 pp. Reprinted from *Hydrobiologia* Vol:225. Kluwer Academic Publ., Dordrecht.
- Horne, A. J., Goldman, C. R. (1994). *Limnology*, McGraw-Hill, New York, p.576.
- Horne, A.J. and Goldman, C.R. (1997). *Limnology*, McGraw-Hill, Inc., Printed in Singapore, 576 p.
- Howard, A., Easthope, M. P. (2002). Application of a Model to Predict Cyanobacterial Growth Patterns in Response to Climatic Change at Farmoor Reservoir, Oxfordshire, UK. *The Science of the Total Environment* 282-283.

- Huber-Pestalozzi, G.(1941). Das Phytoplankton des Susswassers, 2. Teil, 1. Halfte Chrysophyceen, 365 p., Stuttgart.
- Huber-Pestalozzi, G. (1968). Das Phytoplankton des Susswassers Systematik Und Biologie, I.Teil, Cyanophycean (Blaualgen), E. Schweizerbath'sche Verlagsbuchhandlung (Naegele u. Obermiller), Stuttgart, 606 p.
- Huber-Pestalozzi, G. (1968). Das Phytoplankton des Susswassers, 3. Teil, Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae, 321 p., Stuttgart.
- Huber-Pestalozzi, G.U.A. (1968). Das Phytoplankton des Susswassers, Systematik und Biologie, Part I: Cyanophycean (Blaualgen), E. Schweizerbarth'sche Verlagsbuchhandlung (Nagele U. Obermiller), Stuttgart, 342 p.
- Husted, T. F. (1985). The Pennat Diatoms. A Translation of Husted's 'Die Kieselalgen, 2. Teil' With Supplement by Norman G. Jensen, Koeltz Scientific Books, Koenigstein, 918 p.
- Hutchinson, G. E. (1967). A treatise on Limnology, Vol: II, Introduction to Lake Biology and the Limnoplankton, John Wiley, New York, 1115 pp.
- Hyenstrand, P., Rydin, E., Gunnerhed, M. (1999). Response of Pelagic Cyanobacteria to Iron Additions - Enclosure Experiments from Lake Erken. Journal of Plankton Research Vol.22, No.6, 1113–1126.
- Ilvamitra, V. (1982). Dynamics of phytoplankton in Finnish lakes. Hydrobiologia Vol. 86, Sayı 1-2, 11-20.
- Izaguirre, I., O'Farrell, I., Unrein, F., Sinistro, R., Afonso, M., Tell, G. (2004). Algal Assemblages Across A Wetland, From A Shallow Lake to Relictual Oxbow Lakes (Lower Parana River, South America). Hydrobio., 511, 25-36.
- İlker, S., Özyeğin, G. (1971). Sivas Havzası Hakkında Jeolojik Rapor. TPAO. Rap. No.517.
- İşbakan, B. (1997). Çernek Gölü (Bafra-Samsun) Fitoplanktonu ve Mevsimsel Değişimi Üzerinde Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 35 s.
- İşbakan, B., Gonüloğlu, A., Obalı, O. (1998). Çernek Gölü (Bafra-Samsun) Fitoplanktonu. XIV. Ulusal Biyoloji Kongresi. Samsun, 7-10 Eylül 1998, Cilt II : Bitki Fizyolojisi-Bitki Anatomisi ve Hidrobiyoloji Seksiyonları sayfa 240-253. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Basımevi, Samsun. 453 s.

- İşbakan, B., Gönüloğlu, A., Taş, E. (2002). A study on the seasonal variation of the phytoplankton of Lake Çernek (Samsun-Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2, 121-128.
- İşgören, G. (2009). Sapanca Gölünde Sınırlayıcı Besin Tuzlarının Fitoplankton Gelişimi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 83 s.
- Jarnefeld, H., (1952). Plankton Alg indikator Der Trophiegruppen Seen, Suomal, Tiedeakod, Tom, Anils, Acad, Sci. Feen, Ser. A, IV Biol, (18), pp.29, 332, 380, 393, 394.
- Jeppesen, E., Søndergaard, M., Jensen, J. P., Mortensen, E. & Sortkjær, O. (1996). Fish- Induced Changes in Zooplankton Grazing on Phytoplankton and Bacterioplankton: a Long-Term Study in Shallow Hypertrophic Lake Søbygaard. *Journal of Plankton Research*, 18(9): 1605-1625.
- Jeppesen, E., Jensen, J.P., Søndergaard, M., Lauridsen, T., Pedersen, L.J., & Jensen, L. (1997). Top-down control in freshwater lake: the role of nutrient state, submerged macrophytes and water depth, *Hydrobiologia*, 342/343: 151-164.
- Jeppesen, E., Peder, J.P., Søndergaard, M., Lauridsen, T., Landkildehus, F. (2000). Trophic structure, species richness and biodiversity in Danish lakes: changes along a phosphorus gradient. *Freshwater Biology*, 45, 201–218.
- Jeppesen, E., Sammalkorpi, I., Lauridsen, T.L., Jensen, P.J., Søndergaard, M. (2004). İklim İklim Kuşağındaki Tatlısu Sığ Göllerin Özellikle Biyomanipülasyonla Restorasyonu. Sığ Göl Sulakalanları, Uluslararası Çalıştay Kitapçığı, Ankara.
- Jezequel, V.M., Hildebrand, M., Brzezinski, M.A. (2000). Silicon Metabolism in Diatoms: Implications for Growth. *J. Phycology*, 36: 821-840.
- John, D. M., Whitton, B. A., Brook, A. J. (2003). *The Freshwater Algal Flora of the British Isles, An identification guide to freshwater and terrestrial algae.* Cambridge University Press, 702 p., Cambridge UK.
- Jones-Lee, A., Lee, F.G. (2005). Eutrophication (Excessive Fertilization), *Water Encyclopedia: Surface and Agricultural Water*, Wiley, Hoboken, NJ. 107-114.
- Kairesalo, T., Koskimies, I. (1985). Vernal succession of littoral and nearshore phytoplankton: significance of interchange between the two communities, *Aqua fennica*, 15, 1, 115-126.

- Kalf, J., Knoechel, R. (1978). Phytoplankton and their dynamics in oligotrophic and eutrophic lakes, *Ann.Rev.Ecol.Syst*, 9 : 475-495.
- Karacaoğlu, D. (2000). Uluabat Gölü'nün (BURSA) Fitoplanktonunun Mevsimsel Değişimi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa, 168 s.
- Karakoç, G., Ünlü-Erkoç, F., Katircioğlu, H., (2003). Water quality and impacts of pollution sources for Eymir and Mogan Lakes (Turkey)", *Environment International*, 29: 21–27.
- Karaytuğ, S. (1999). Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. 14, Copepoda: Cyclopoida, Leiden, 217p.
- Khonder, M., Dokulil, M., (1988). Seasonality biomass and primary productivity of epipelagic algae in a shallow lake (Neusiedlersee, Austria). *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica*, 16, 499.
- Kılınç, S. (1998). A study in the seasonal variation of phytoplankton in Hafik lake (Sivas-Turkey). *Turk J Bot.*, 22, 35-41.
- Kılınç, S., Sıvacı, E.R. (2001). A study on the past and present diatom flora of two alkaline lakes. *Turk. J. Bot.*, 25: 373-378.
- Kıvrak, E. (2003). Demirdöven baraj Gölünün Alg florası ve Ekoloji üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Fen Bil. Enst. Erzurum, 122s.
- Kloet W.A. (1982). The primary production of phytoplankton in Lake Vechten. *Hydrobiologia* Vol.95, sayı.1, 37-57.
- Koçer, M.A.T, (2008). Hazar Gölü Açık Bölgesinde Su Kalitesi Ve Fitoplankton Dağılımı. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 357 s.
- Kolisko, R. A. (1974). Plankton Rotifers Biology and taxonomy Biological Station Lunz of the Austrian Academy of Science, Stuttgart, 974 p.
- Kolisko, R. A., (1974). Plankton Rotifers biology and taxonomy. *Die Binnengewasser* Volume XXVI / I Supplement, 146 p, Stuttgart.
- Kolluru, V.R., (1994). *Environmental strategies Handbook*, McGraw-Hill, 997 s, USA.
- Komarek, J., Anagnostidis, K. (1998). Süßwasserflora von Mitteleuropa Cyanoprokaryota, 19/1, 1.Teil: Chroococcales, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 548p.



- Komarek, J., Anagnostidis, K. (2008). Süßwasserflora von Mitteleuropa Cyanoprokaryota, 19/2, 2.Teil/ Part2: Oscillatoriales, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 759p.
- Komarek, J., Fott, B. (1983). Das Phytoplankton des Süßwassers, 7.Teil, 1 Hälfte, Stuttgart, 1043p.
- Komarek, J., Anagnostidis, K. (1999). Cyanoprokaryota 1. Teil Chroococcales. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer, Jena, 548 p., Germany.
- Korponai, J., Matyas, K., Paulovits, G., Tatrai, I., Kovaks, N. (1997) .The effects of different fish communities on the cladoceran plankton assemblages of the Kis-Balaton, Reservoir, Hungary, Hydrobiologia, 360 : 211-221.
- Krammer, K. and Lange Bertalot, H., (1991). Süßwasserflora von Mitteleuropa Bacillariophyceae, Band 2/3,3, Teil: Centrales Fragillariaceae, Eunotiaceae, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 576p.
- Krammer, K. and Lange Bertalot, H., (1991). Süßwasserflora von Mitteleuropa Bacillariophyceae, Band 2/4,4 Teil: Achnantheceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 437p.
- Krammer, K. and Lange Bertalot, H., (1999). Süßwasserflora von Mitteleuropa Bacillariophyceae, Band 2/1,1. Teil: Naviculaceae, Spectrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 876p.
- Krammer, K. and Lange Bertalot, H., (1999). Süßwasserflora von Mitteleuropa Bacillariophyceae, Band 2/2,2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, Spectrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 610p.
- Kristiansen, J. (1986). Silica-scale bearing Chrysophytes as Environmental Indicators. Br. phycol. J. 21: 425-436.
- Kronvang, B., Jeppesen, E., Conley, D. J., Søndergaard, M. Larsen, S. E., Ovesen & J. Carstensen, N. B. (2005). Nutrient Pressures and Ecological Responses to Nutrient Loading Reductions in Danish streams, lakes and coastal waters. Journal of Hydrology 304: 274-288.
- Kruk, C., Mazzeo, N., Lacerot, G., Reynolds, C.S. (2002). Classification schemes for phytoplankton: a local validation of a functional approach to the analysis of species temporal replacement. J. Plankton Res., 24: 901-912.

- Kudari V.A., Kanamadi, R.D., Kadadevaru, G.G. (2004). Present status of Naregal Tank (District Haveri Karnataka) with reference to water quality, plankton and wetland birds. *Environ nad Ecol.* 22 (1):182-187.
- Kufel, L., Kufel,I. (2002). Chara beds acting as nutrient sinks in shallow lakes—a review. *Aquatic Botany* 72: 249–260.
- Küçük, S. (2007). Büyük Menderes Nehri Su Kalitesi Ölçümlerinin Su Ürünleri Açısından İncelenmesi. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 4(1-2): 7-13.
- Küçükyılmaz, M., Uslu, G., Birici, N., Örneği N.G., Yıldız, N., Şeker, T. (2010). Karakaya Baraj Gölü Su Kalitesinin İncelenmesi. “International Sustainable Water and Wastewater Management Symposium” 26-28 Ekim 2010, Konya/Türkiye.
- Lampert, W., Fleckner, W., Rai, H., Taylor B. E. (1986). Phytoplankton control by grazing zooplankton: A study on the spring clear water phase, *Limnol. Oceanogr*, 31 (3) 478-490.
- Lathrop, R.C., Carpenter,S.R. (1992). Zooplankton and their relationship to phytoplankton.Food web management: A case study of Lake Mentoda. Springer-Verlag. 127-150.
- Langeland, A., Reinersten, H. (1982). Interactions between phytoplankton and zooplankton in a fertilized lake. *Holarctic ecology* 5, 3, 253- 272.
- Lee, R. E. (1999). *Phycology*. Third Edition, Cambridge University Press, 614 p.
- Legnerova, J. (1965). The Genera *Ankistrodesmus* Corda and *Raphidium* Ktitz. and Their Position In The Family *Ankistrodesmusmaceae*, *Preslia* (37),1-8.
- Lehmann, A., Lachananne, J.B. (1999). Changes in The Water Quality of Lake Geneva İndicated by Submerged Macrophytes. *Freshwater biology*, 42: 457-466.
- Liao, C. F., Lean, D. R.. (1978). Nitrogen transformations within the trophogenic zone of lakes, *J. Fish. Res. Bd. Can.* 35: 1102-1108.
- Lilljeborg, W. *Cladocera Sueciæ*, *Nova Acta Reg. Soc. Sc. Ups.*Ser.III *Cladocera Sv.*, Sweden, 665-701pp.
- Lind, E.M., Brook, A.J. (1980). *Desmids of the English Lake District*, *Freshwater Bio. Assoc. Scientific Pub. No.* 42.

- Lorch, D.W., (1978). Desmids and heavy metals II. Manganese: Uptake and influence on growth and morphogenesis of selected species. *Arch. Hydrobiol.* 84:166-179
- Loucks, D.P., (2000). Sustainable Water Resources Management. *Water International*, Vol.25 (1), 3-10 s.
- Lund, J.W.G. (1965). The Ecology of the Freshwater Phytoplankton, *Biological Reviews*. Vol. : 40, 231-293.
- Lund, J.W.G., Kipling, C., Le Cren, E.D., (1958). The Inverted Microscope Method of Estimating Algal Numbers and the Statistical Basis of Estimations by Counting, *Hydrobiologia* 11, 143-171.
- Mackeret, F.J.H., Heron, J., Talling, C.F., (1978). *Water Analysis: Some Revised Methods for Limnologists*. Freshwater Biological Association, 120p.
- Maileht, K., T. Nõges, P. Nõges, I. Ott, U. Mischke, L. Carvalho & B. J. Dudley, (2012). Water colour, phosphorus and alkalinity are the major determinants of the dominant phytoplankton species in European lakes. *Hydrobiologia*.doi:10.1007/s10750-012-1348-x.
- Maraşlıoğlu, F. (2001). Ladik Gölü (Ladik-Samsun-Türkiye) Fitoplanktonu ve Kıyı Bölgesi Algleri Üzerinde Bir Arastırma, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 61 s.
- Maraşlıoğlu, F., Soylu, E. N., Gönüloğ, A. (2005). Seasonal Variation of the Phytoplankton of Lake Ladik, Samsun, Turkey. *Journal of Freshwater Ecology*, 20(3), 549-554.
- Maraşlıoğlu, F. (2007). Yedikır Baraj Gölü (Amasya-Türkiye) fitoplanktonu ve mevsimsel değişimi üzerine bir araştırma. Doktora tezi (Yayınlanmamış). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 89 s.
- Margaritora, F. (1983). *Guide Per il Riconoscimento Delle specie Animali Delle Acque Interne Italiane, Cladoceri (Crustacea: Cladocera)*, Italy, 168p.
- Mason, C.F. (1998). *Biology of Freshwater Pollution*. Third edition, Longman, 356 p.
- Mason, C.F. (2002). *Biology of Freshwater Pollution*. Prentice Hall. 4 th edition. Harlow: Pearson Education, 387p.

- Matveeva, L. K. (1986). Pelagic Rotifers of Lake Gluboke from 1897 to 1984. *Hidrobiologia* 141: 45-54.
- Mayer, G. (1996). Copepod communities in lakes of varying trophic degree. *Arch. Hydrobiol.* 136(4): 455-465.
- Mayer, J., Dokulil, M.T., Salbrechter, M., Berger, M., Posch, T., Pfister, G., Kirschner, A.K.T., Velimirov, B., Steitz, A., Ulbricht, T. (1997). Seasonal succession and trophic relations between phytoplankton, zooplankton, ciliate and bacteria in a hypertrophic shallow lake in Vienne, Austria, *Hydrobiologia*, 342/343: 165-174.
- Mc Queen, D J., Lean, D.R.S. (1987). Influence of water temperature and nitrogen phosphorus ratios on the dominance of blue-green algae in Lake St. George, Ontario. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 44:598-604.
- Mikschi, E. (1989). Rotifer distribution in relation to temperature and oxygen content. *Hydrobiologia*. 186/187: 209-214.
- Mills, K.H., Schindler, D.W. (1986). Biological indicators of lake acidification. *Water Air Soil Pollut.* 30: 779-789.
- Molen, V., Portielje, D.T.R. (1999). Multi-Lake Studies in The Netherlands: Trends in Eutrophication, *Hydrobiologia*, 408-409: 359-365.
- Moore, J.A., (1986). Charophytes of Great Britain and Ireland, Botanical Society of the British Isles, London, 140p.
- Morgan, L.V., Robert, G., Timoty E.J. (1995). Morphometric Analysis of *Batrachospermum* (Rhodophyta) Type Specimens, *European Journal of Phycology*, 30, 35-55.
- Morkoç, E. (1991). "Karbon-14 Tekniği Kullanarak Birincil Üretim ve Sınırlayıcı Besin Elementlerinin Mevsimsel Değişiminin İzmit Körfezinde İzlenmesi ve Çevresel Etkenlerle İlişkilerinin Araştırılması", Doktora Tezi, İstanbul Üniv. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, İstanbul, Türkiye. 3-54.
- Moss, B. (1973). The influence of environmental Factors on the distribution of freshwater algae: An Experimental Study. *J. Ecol.* Vol. 61. 157-178.
- Moss, B. (1988). *Ecology of Freshwaters: Man and Medium*. Second Edition, Blackwell Scient. Publ., 417 p., Oxford.

- Moss, B., Beklioğlu, M., Carvalho, L., Kılınc, S., McGowan, S., Stephen, D. (1997). Vertically-challenged limnology; contrasts between deep and shallow lakes. *Hydrobiologia*, 342/343: 257–267.
- Moss, B. (1996). A land awas with nutrients-the problem of eutrophication, *Chemistry & Industry*, 3 June 1996. Page: 407-411
- Moss, B. (2001). *Ecology of freshwaters*, third edition, Blackvell Science, Oxford.
- Müller, U. (1994). Seasonal development of epiphytic algae on *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. in a eutrophic lake. *Archiv für Hydrobiologie*. Vol. 129(3). S. 273–292.
- Mullin, J.D., Riley, J. P. (1955). The Colorimetric Determination of Silica in Water. Part 3. Method for Determining The Total Silica Content. *Analyst*. Lond. 88, 446-455
- Mur, L.R., Gons, H.J., Van Liere, L. (1978). Competition of the green alga *Scenedesmus* and the blue-green alga *Oscillatoria* in light limited environments. *FEMS Microbiol. Letters* 1, 335-338.
- Murphy, J., Riley, J.P. (1958). A single-solution method for the determination of soluble phosphate in sea water. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 37, 9-14.
- Mutluay, H., Demirak, A. (1996). *Su Kimyası*, 1. Bası, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul.
- Negro, A. I., Hoyos, C.D., Vega, J.C. (2000). Phytoplankton structure and dynamics in Lake Sanabria and Valparaiso reservoir (NW Spain), *Hydrobiologia*, 424, 25-37.
- Negro, A.I., Hoyos, C.D., Vega, J.C. (2000). Phytoplankton Structure and Dynamics in Lake Sanabria and Vasparasio (NW Spain). *Hydrobiologia*. 424: 25-37.
- Nisbet, M., Verneaux, J. (1970). Composantes Chimiques Des Eaux Courantes. *Anales de Limnology* 6, 2. 161-190.
- Nogrady, T., Wallace, R.L., Snell, T.W. (1993). *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*. 4, Rotifera, Volume 1: Biology, Ecology and Systematics, Netherlands, 142p.
- Nogueira, M.G. (2000). Phytoplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia*, vol. 431, p. 115-128.

- Novotny, V., Olem, H. (1994). Water Quality: Prevention, Identification and Management of Diffuse Pollution. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Nygaard, G. (1949). Hydrobiological Studies of Some Danish Ponds and Lakes. Part II: The Quotient Hypothesis and Some New of Little Known Phytoplankton Organisms, Kgl. Danske Videnskab. Selskab. Biol Skrifter, 7(1), 1-293.
- O'Sullivan, P.E., Reynolds, C.S. (2004). The Lakes Handbook. Vol. 1-Limnology and Limnetic Ecology. Blackwell Publ., 699p., Malden, MA, USA.
- Obalı, O. (1984). Mogan Gölü fitoplanktonunun mevsimsel değişimi. Doğa Bilim Dergisi, A2, 8, 91-104.
- OECD, 1982. Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. OECD, Paris, 154 p.
- Olin, M., Rask, M., Ruuhija, J., Keskitalo, J., Horppila, J., Tallberg, P., Taponen, T., Lehtovaara, A., Sammalkorpi, I. (2006). Effects of Biomanipulation on Fish and Plankton Communities in Ten Eutrophic Lakes of Southern Finland. Hydrobiologia, 553, 67.
- Özçalkap, Y., (2007). Terkos Gölü (İstanbul) Fitoplanktonunun Su Kalitesi Parametreleri İle Olan İlişkileri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 101s.
- Ozimek T., Kowalczewski A. (1984). Longterm changes of the submerged macrophytes in eutrophic Lake Mikołajskie (North Poland). Aquat. Bot. 19: 1–11.
- Pabuçcu, K., Altuner, Z. (1998). Planctonic algal flora of Yeşilirmak River Tokat (Turkey). Bulletin of pure and applied sciences, 17 B (2): 101-112.
- Pabuçcu, K. ve Altuner, Z. (1999). Sarmısaklı Baraj Gölü (Kayseri) Bentik Alg Florası, I. Uluslararası Dogal Çevreyi Koruma ve Ehrami Karaçam Sempozyumu, Kütahya.
- Pabuçcu, K. (2000). Değirmendere ( Zigana-Trabzon) Bentik Alglerinin Kalitatif ve Kantitatif Olarak İncelenmesi, XV. Ulusal Biyoloji Kongresi , p. 156, Ekim, Ankara Üniversitesi , Ankara
- Padisák, J., Crossetti, L.O., Flores, L.N. (2009). Use and Misuse in the Application of Phytoplankton Functional Classification: A Critical review with Updates, Hydrobiologia, 621:1-19.

- Pala, G. (2001). Keban Baraj Gölü' nün Gülüşkür Kesimindeki Algler ve Mevsimsel Değişimleri. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 107s.
- Palmer, C. M. (1980) *Algae and Water Pollution*, Castle House Pub. Ltd. New York.
- Patrick, R. (1948). Factors effecting the distribution of diatoms. *The Bot. Rev.*, XIV, (8): 473-524.
- Patrick, R., Reimer, C.W. (1966). *The Diatoms of the United States, Volume I. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, USA.* 688 p.
- Patrick, R., Crum, B., Coles, J., (1969). Temperature and manganese as determining factor in the presence of diatom or blue-green algal floras in stream. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 64:472-478.
- Pearsal, W.H. (1932). Phytoplankton in the English Lakes II. The composition of the phytoplankton in relation to dissolved substances. *J. Ecol.* 20(2), 241-62.
- Phillips, K.A, Fawley, M.W. (2002). Winter Phytoplankton Community Structure in Three Shallow Temperate Lakes During Ice Cover. *Hydrobiologia* 470: 97–113.
- Pieczynska, E., Ozimek, T., Rybak, J.I. (1988). Long-term changes in littoral habitats and communities in Lake Mikołajskie (Poland). *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 73, 361–378.
- Pilkaityte, R., Razinkovas, A.(2007). Seasonal Changes in Phytoplankton Composition and Nutrient Limitation in a Shallow Lagoon. *Boreal Environment Research.* 12: 551-559.
- Pontin, R.M. (1978). *Freshwater Planktonic and Semi-Planktonic Rotifera of the British Isles.* Freshwater Bio. Assoc. Scientific Pub., 178p.
- Popovsky, J. and Pfiester, L.A. (1990). *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Dinophyceae*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 272p.
- Prescott, G.W. (1982). *Algae of the Western Great Lakes Area*, Otto Koeltz Science Publishers, Germany, 977p.
- Pürsünlerli, B.E. (1994). İkizce göleti (Ankara-Haymana) kıyı bölgesi alg florasının incelenmesi. A.Ü.Fen Bil. Enst. Yüksek lisans tezi (yayınlanmamış), Ankara.

- Radwan, S. (1976). Planktonic Rotifers as Indicators of lake Trophic. *Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska Lublin-Polonia*. Vol. XXXI, 21, Sectio C., 227-235.
- Radwan, S. (1984). The Influence of Some Abiotic Factors on the Occurrence of Rotifers of Leczna and Wtodawa Lake District. *Hydrobiologia* 112, 117-124.
- Rawson, D.S. (1956). Algal indicators of lake types. *Limnology and Oceanology* 4, Vol 1(1) 18-25, 386-398.
- Reddy, R. (1994). Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. 5, Copepoda: Calanoida: Diaptomidae, Netherlands, 221p.
- Reid, M.A., Tibby, J.C., Penny, D., Gell, P.A. (1995). The use of Diatoms to assess past and present water quality, *Australian Journal of Ecology*, 20, 57-64.
- Reynolds, C. S. (1984). *The Ecology of Freshwater Phytoplankton*. Cambridge, Studies in Ecology, 384 p. New York.
- Reynolds, C. S. (1993). *The Ecology of Freshwater Phytoplankton*. Cambridge University Press, 384 p.
- Reinert, R.H, Hroncich, J.A. (1994). *Water Quality and Treatment*. Pontius FW, McGraw-Hill, New York.
- Reynolds, C.S. (1994). The long, the short and the stalled: on the attributes of phytoplankton selected by physical on the attributes of phytoplankton selected by physical mixing in lakes and rivers. *Hydrobiologia*, 289: 9-21.
- Reynolds, C. S., Reynolds, S. N., Munawar, I. F., Munawar, M. (2000). The Regulation of Phytoplankton Population Dynamics in the World's Largest Lakes. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 3: 1-21.
- Reynolds, C. S., Huszar, V., Kruk, C., Naselli-Flores, L., Melo, S. (2002). Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research*, 24 (5), 417-428.
- Richman, S., Dodson, S.I. (1983). The effect of food quality on feeding and respiration by *Daphnia* and *Diaptomus*, *Limnology and Oceanography*, 28: 948-956.
- Ridder, M. D. (1981). *Rotifera*, Cercle Hydrobiologique de Bruxelles, 191 p.



- Rodhe, W. (1948). Environmental Requirements of Fresh Water Plankton Algae. Experimental Studies in the Ecology of Phytoplankton. *Symbolae Botanicae Upsaliensis* 10, 1-149.
- Rodhe, W. (1948). Environmental requirements of freshwater plankton algae. Experimental studies in the ecology of phytoplankton. *Symb. Upsal.*, 10, no:11- 49.
- Romero, J.R., Kagalou, I., Imberger, J., Hela, D., Kotti, M., Bartzokas, A., Albanis, T., Evmirides, N., Karkabounas, S., Papagiannis, J., Bithava, A. (2002). Seasonal water quality of shallow and eutrophic Lake Pamvotis, Greece: implications for restoration, *Hydrobiologia*, 474: 91-105
- Round, F. E. (1956). A note some communities of the litoral zone lakes, *Arch. F. Hydrobiol*, 52, 3, 28.
- Round, F.E. (1956). The Phytoplankton of Three Water Supply Reservoirs in Central Wales. *Arch. F. Hydrobiol.*, 52, 457-469.
- Round, F.E. (1956). The Phytoplankton of three Water Supply Reservoir Note Central Wales. *Arch. F. Hydrobiol.*, 220-232.
- Round, F. E. (1957). The Late -Glacial and Past-Glacial diatom succession in the Kentmere Valley Deposit. Part I. Introduction, Methods and Flora, *The New Physiologist*, 56 (1), 98-107.
- Round, F.E. (1957 a). Studies and bottom-living algae in some lakes of the English lake district. Part III. The distribution on the sediments of algal groups other than the Bacillariophyceae, *J. Ecol.*,(45), 646-664.
- Round, F.E. (1957 b). Studies and bottom-living algae in some lakes of the English lake district. Part II. The distribution on Bacillariophyceae on sediments, *J. Ecol.*, (45), 343-360.
- Round, F.E. (1959). A comparative survey of the epipellic diatom flora of some Irish Loughs. *Proceedings of royal Irish Academy*, Vol:60, Section B, No:5, 193-215.
- Round, F. E. (1960). The epipellic algal flora of some Finnish Lakes. *Arch. Hydrobiol*, 57,1/2,161-178.
- Round, F.E. (1973). *The Biology of the Algae*, Second Edition, Edward Arnold (Publishers) Ltd, London, 278 p.

- Round, F.E. (1981). *The Ecology of Algae*, Cambridge University press. U.S.A.
- Round, F, E.(1984). *The Ecology of Algae*. Cambridge University Press, Cambridge, p 653.
- Saksena, N.D. (1987). Rotifers as indicators of water quality, *Acta Hydrochim. Hydrobiol*, 15: 481-485.
- Salmaso, N., Padisak, J. (2007). Morpho-functional groups and phytoplankton development in two deep lakes (Lake Garda, Italy and Lake Stechlin, Germany). *Hydrobiologia*, 578: 97-112.
- Samsunlu, A. (1999). *Çevre Mühendisliği Kimyası, SAM Çevre Teknolojileri Yayınları*, İstanbul, 396 s.
- Sandgren, C.D. (1988). *Growth and Reproductive Strategies of Freshwater Phytoplankton*. Cambridge University press, Cambridge.
- Sawyer, C.N. (1947). Fertilization of lakes by agricultural and urban drainage. *J. New England Water Works Assoc.* 61:109-127.
- Saygı, Y., Gündüz, E., Demirkalp, F.Y., Çağlar, S.S. (2011). Seasonal patterns of the zooplankton community in the shallow, brackish Liman Lake in Kızılırmak Delta, Turkey. *Turk J Zool.* 35(6): 783-792
- Scheffer, M.(1998). *Ecology of Shallow Lakes*, Chapman and Hall. 357p.
- Scheffer, M. (2001). *Ecology of Shallow Lakes*, Kluwer Academic Publishers, London, 354 pp.
- Schelske, C.L., Hooper, F.F., Haertl, E. J. (1962). Responses of a Marl Lake to Chelated Iron and Fertilizer. *Ecology*, 43: 646-653.
- Schindler, D.W. (1977). The evolution of phosphorus limitation in lakes, *science* 195:
- Schneider, D. (1976). Determination of ammonia and Kjeldahl nitrogen by indophenol method. *Water research* 10: 31–36.
- Sezen, G. (2008). Sarımsaklı Baraj Gölü (Kayseri) Fitoplanktonu ve Su Kalitesi Özellikleri. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 230 s.
- Shapiro, J. (1984). Blue-green Dominance in Lakes: The role and Management Significance of pH and CO<sub>2</sub>. *Hydrobiologia. Rev. ges.* 69: 765-780.

- Shapiro, J. (1990). Biomanipulation: the next phase making it stable. *Hydrobiologia*, 200/201: 13-27.
- Shapiro, J. (1997). The Role of Carbon Dioxide in The Initiation and Maintenance of Blue-Green Dominance in Lakes. *Freshwater Biology* 37, 307-323.
- Sharma, B.K. (1983). The Indian species of the genus *Brachionus* (Eurotatoria: Monogononta: Brachionida), *Hydrobiol.* 104: 31-39.
- SIVACI, E.R., KILINÇ, S., DERE, Ş. (2007). Seasonal Changes in Epipellic Diatom and Ionic Composition of a Karstic Lake, Todurge, in Central Anatolia, Turkey. *International Jour. Of Bot.* 3(2):196-201
- Solimini, A.G., Cardoso, A.C., Heiskanen, A.S. (2006). Indicators and methods for the Ecological Status Assessment under the Water Framework Directive. Linkages between chemical and biological quality of surface waters. EUR 22314 EN, European Commission
- Solis, M. (2005). Relationships between Selected abiotic Variables and Phytoplankton Composition in deep Mesotrophic Lake Zaglebocze. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, Vol. XXXIV, No. 4, 81-96.
- Søndergaard, M., Jensen, J.P., & Jeppesen, E. (2003). Role of sediment and internal loading of phosphorus in shallow lakes, *Hydrobiologia* 506-509:135-145
- Stevens, R.J., Laughlin, R.J. (1994). Determining nitrogen-15 in nitrite or nitrate by producing nitrous oxide. *Soil Sci Soc Am J* 58:1108–1116
- Stevenson, R.J., Bothwell, M.B., Lowe, R.L. (1996). *Algal Ecology freshwater Benthic Ecosystems*, Academic Press., p:753
- Stoermer, E.F., Yang, J.J. (1969). *Plankton Diatom Assemblages in Lake Michigan*. Great Lakes Research Division, Institute of Science and Technology, University of Michigan, Ann Arbor, MI, GLRD Special Report, 47, 268 pp.
- Stoermer, E.F., Ladewski, T.B. (1976). Apparent Optimal Temperatures for the Occurrence of Some Common Phytoplankton Species in Souther Lake Michigan. Great Lakes Research Division, Institute of Science and Tech. Uni. of Michigan, Ann Arbor, MI, GLRD Special Report, 18, 49 pp.
- Strickland, J. D. H., Parsons, T. R. (1972). *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. 2nd ed. Bull. Fish. Res. Board. Can. 167, Canada.
- Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, 1988, Resmi Gazete, 19919.

- Şahin, B. (2000). Algal flora of lakes Aygır and Balıklı (Trabzon). Turk J Bot., 24, 35-45.
- Şehirli, H. (1998). Akgöl (Terme-Samsun) fitoplanktonunun kompozisyonu ve mevsimsel değişimi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans tezi (Yayınlanmamış). OMÜ, 57 s., Samsun.
- Şen, B. (1988). Hazar gölü (Elazığ) alg florası ve mevsimsel değişimleri Kısım I. Littoral bölge. IX. Ulusal Biyoloji Kongresi, 1-15, Sivas.
- Şen, B., Sönmez, F. (2006). Balık Havuzlarındaki Algler ve Mevsimsel Değişimleri Üzerine Bir Çalışma. International Journal of Science & Technology Vol. 1, No 1, 25-33.
- Şen, B., Yıldız, Ş., Akbulut, A. (1994). Karamık Gölü Planktonundaki Bacillariophyta Üyeleri ve Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. XII. Ulusal Biyoloji Kongresi, 5-8 Temmuz, Edirne, 166-172.
- Şengül, F., Türkman, A. (1991). Su ve Atık Su Analizleri, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir, 157 s.
- Şengül, F., Türkman, A. (1998). Su ve Atıksu Analizleri, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, İzmir.
- Şişli, M.N. (1999). Çevre, Bilim, Ekoloji, 2. Baskı, Gazi Büro Kitapevi Tic. Ltd. Sti. Ankara, 492 s.
- Tanyolaç, J. (2000). Limnoloji, Tatlı Su Bilimi, Hatipoğlu Yayınevi, 2. Baskı, Ankara, 237 s.
- Taş, B. (2003). Derbent Baraj Gölü (Bafra Samsun-Türkiye), Fitoplanktonu ve Mevsimsel Değişimi Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 106 s.
- Taş, B. (2006). Derbent Baraj Gölü (Samsun) su kalitesinin incelenmesi. Ekoloji ve Çevre Dergisi 61, 6-15.
- Taş, B., Gönüloğlu, A. (2007). Derbent Baraj Gölü (Samsun, Türkiye)'nün Planktonik Algleri. Journal of Fisheries Sciences. 1 (3): 111-123.
- Temel, M. (1991). Sapanca gölünde fitoplankton biyoması ve bunu etkileyen fiziksel ve kimyasal faktörlerin incelenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Ens. İstanbul.

- Temponeras, M., Kristiansen, J., Moustaka-Gouni M. (2000). Seasonal variation in phytoplankton composition and physical-chemical features of the shallow Lake Doirani, Macedonia, Greece. *Hydrobiologia* 424: 109–122.
- Tepe, Y. (2009). Reyhanlı Yenişehir (Gölü) Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji* 18,70, 38-46.
- Thornton, K.W., (1990.) Perspectives on reservoir limnology. Pages 1-15 in Thornton, K.W., Kimmel, B.L. and Payne, F.E. eds. *Reservoir Limnology: Ecological Perspectives*. John Wiley and Sons, Inc. New York, NY.
- Thunmark, S. (1945). Zur Soziologie des Sflswasserplanktons fine methodologisch-ökologische studie- *Folia Limnol. Scand.* 3,66 p. (in. Round, F. E., 1981 *The Ecology of Algae*. Cambridge University Press. Cambridge 629 pp.)
- Timms, R.M., Moss, B. (1984). Prevention of growth of potentially dense phytoplankton populations by zooplankton grazing in the presence of zooplanktivorous fish in a shallow wetland system. *Limnol. and Oceanogr.* 29 (3): 472-486.
- Tilzer, M., Bossard, P. (1992). Large Lakes and Their Sustainable Development, *Aquatic Sciences*, 54/2, 91 – 103.
- Trifonova, I.S. (1998). Phytoplankton Composition and Biomass Structure in Relation to Trophic Gradient in Some Temperate and Subarctic Lakes of Northwestern Russia and The Prebaltic. *Hydrobiologia*, 369/370: 99-108. Kluwer Academic Publishers, Netherlands
- Trussell, R. P. (1972). The Percent Un-Ionized Ammonia in Aqueous Ammonia Solutions at Different pH Levels and Temperatures. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 29(10): 1505-1507, 10.1139/f72-236
- Tüzün, I., Mason, C. F. (1996). Eutrophication and Its Control by Biomanipulation: an Enclosure Experiment, *Hydrobiologia*, 331: 79-95
- Tüfekçi, H. (1999). Sapanca Gölü'nde Fitoplankton Biyomasının ve Birincil Verimliliğinin Dağılışı ve Mevsimsel Değişimleri, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Tüfekçi, V., Tüfekçi, H., Morkoç, E., Tolun, L., Karakaş, D. Karakoç, F.T., Olgun,A., Aydın, C. (2003). “Ömerli Baraj Gölünde Toksik Fitoplankton Türlerinin Tespiti ve Su Kalitesinin İyileştirilmesine Yönelik Çözüm

- Önerilerinin Belirlenmesi”, Sonuç Raporu, 502 75 02, TÜBİTAK MAM Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Enstitüsü, Kocaeli, 9-105.
- Ueda, H., Reid, J.W. (2003). Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. 20, Copepoda: Cyclopoida, Leiden, 318p.
- Urabe, J. Watanabe, Y. (1991). Effect of Food Conditions on Bacterial Feeding of *Daphnia galeata*. Biology of Cladocera. Proceedings of the Second International Symposium on Cladocera, Transka Lomnica, Czechoslovakia, 13-20 september 1989. (Korinek, V., Frey, D.G., -Eds.) 121-128 pp. Reprinted from *Hydrobiologia* Vol:225. Kluwer Academic Publ., Dordrecht.
- Usha, R., Ramalingam, K., Rjan, U.D.B. (2006). Freshwater Lakes- A Potential Source for Aquaculture Activite- A Model Study on Pemural Lake, Cuddalore, Tamil, Nadu. *Journal Of Enviromental Biology*. 24(4), 713-722.
- Uslu, O., Türkman, A. (1987). Su Kirliliği ve Kontrolü, T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müd. Yayınları, No:1, Ankara.
- Uslu, O., Türkman, A. (1987). Su Kirliliği ve Kontrolü (Water Pollution and Control), T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Eğitim Yayınları Dizisi 1, İzmir.
- Uzbilek, M. (1994). Seyfe Gölü'nün Zooplanktonik Organizmaları. Ank. Üni. Ziraat Fak. Su Ürünleri Anabilim Dalı, ANKARA.
- Ünal, Ş. (1985). Beytepe ve Alap Göletlerinde Bentik Alglerin Mevsimsel Değişimi, *Doğa Bilim Derg.* A2, 8, (1): 121-137.
- Ünlü, A., Çoban, F., Tunç, M.S. (2008). Hazar Gölü Su Kalitesinin Fiziksel ve İnorganik-Kimyasal Parametreler Açısından İncelenmesi. *Gazi. Üniv. Müh. Mim. Fak Der.* Cilt 23, No. 1, 119-127.
- Van Den Hoek, C., Mann, D. G. and Jahns, H. M. (1995). *Algae. An Introduction on Phycology*, Cambridge University Press, 623 p., Cambridge, USA.
- Van Den Hook, C., Mann, D.G., Jahns, H.M. (1995). *Algae, An Introduction to Phycology*. Cambridge Unv., 627pp
- Verstreat, D.R., Storch, T.A., Dunham, V.L. (1980). A comparision of the influence of iron on the growth and nitrate metabolism of *Anabaena* and *Scenedesmus*. *Physiol. Plant.* 50: 47-51.

- Vollenweider, R.A. (1968). Scientific fundamentals of eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication, Paris. Tech. Rpt. 250 p.
- Vollenweider, R. A., (1979). Das Nährstoffbelastungskonzept als Grundlage für den externen Eingriff in den Eutrophierungsprozess stehender Gewässer und Talsperren. – Zeitschrift für Wasser und Abwasser Forschung 12: 46 – 56.
- Voros, L., Padisak, J. (1991). Phytoplankton biomass and chlorophyll a in some shallow lakes in central Europe. *Hydrobiol.*, 215,111-119.
- Vrede, T., Tranvik, L.J. (2006). Iron Constraints on Planktonic Primary Production in Oligotrophic Lakes. *Ecosystems*, 9: 1094-1105.
- Wang, H., Hondzo M., Xu, C., Poole V., Spacie A. (2002). Dissolved oxygen dynamics of streams draining an urbanized and an agricultural catchment. *Ecological Modelling* 160 (2003) 145-161.
- Wehr, J. D., Sheath, R. G. (2003). *Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification*, Aquatic Ecology Series, Academic Press, 918 pp.
- Werner, D. (1977). *The Biology of Diatoms*, Botanical Monographs, University of California Press, v. 13, 498 pp.
- West, D. M., Skoog, D. A., Holler, F. J., Crouch, S. R. (2009). *Analitik Kimya Temel İlkeler*, (Çeviri: Esmâ Kılıç, Hamza Yılmaz). Bilim yayınları, Kimya serisi, Ankara, 760s.
- Wetzel, R.G. (1972). The Role of Carbon in Hardwater Marl Lakes. In G.E. Likens, ed. *Nutrients and Eutrophication: The limiting-Nutrient Controversy*. Special Symposium, *Amer. Soc. Limnol. Oceanogr.* 1: 84-97
- Wetzel, R.G. (1983). *Limnology*, Michigan State University, 767 p.
- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems*. Third Edition, Academic Press, 1006 pp.
- Whitford, L.A., Schumacher, G.J. (1963). Communities of algae in North Carolina streams and their seasonal relations. *Hydrobiol.* 22. 133-196.
- Willen, E., Hajdu, S., Pejler, Y. (1990). Summer phytoplankton in 73 nutrient-poor Swedish lakes. Classification, ordination and choice of long-term monitoring objects. *Limnologica*, 21, 217-227.

- Willen, E. (2003). Dominance patterns of planktonic algae in Swedish forest lakes, *Hydrobiologia*, 502: 315-324
- Yağcı, M.A. (2008). İznik Gölü'nün (Bursa) Zooplanktonu Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 296
- Yakıcı, İ. (1998). Su kirliliği kontrolü yönetimi. Yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Ens. Kamu yönetimi anabilim dalı, Kentleşme ve Çevre Sorunları Bilim dalı. Ankara, 155 s.
- Yaramaz, Ö. (1992). Çevre ve Su Kirliliği. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Ege Üniv. Basımevi, Bornova-İzmir, 92 s.
- Yaramaz, Ö. (1992). Su Kalitesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksek Okulu Yayınları, Bornova, İzmir. 105s.
- Yazıcı, N., Gönüloğlu, A. (1994). Suat Uğurlu Baraj Gölü (Çarsamba-Samsun-Türkiye) fitoplanktonu üzerinde floristik ve ekolojik bir araştırma, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi, Cilt No: 11, Sayı: 42-43, 71-93.
- Yıldız, K. (1980). Meram Çayının Alg Toplulukları Üzerine Araştırmalar, Konya, 43 s.
- Yıldız, K. (1985). Altınapa baraj gölü alg toplulukları üzerinde araştırmalar Kısım I: Fitoplankton topluluğu. *Doğa Bilim Dergisi*, A2, 9 (2), 419-427
- Yıldız, K. (1985b). Meram Çayı Alg Toplulukları üzerinde Araştırmalar III. Sedimanlar üzerinde Yaşayan Algler, *Doğa Bilim Der.*, A2, 9, 2, 428-434
- Yıldız, K. (1986a). Altınapa baraj gölü alg toplulukları üzerinde araştırmalar. Kısım II: Sedimanlar üzerinde yaşayan alg topluluğu. *Doğa Tu. Bio. D.* 10, (3) 547-554.
- Yıldız, Ş., Altındağ, A., Ergönül, M.B. (2007). Seasonal Fluctuations in the Zooplankton Composition of a Eutrophic Lake: Lake Marmara (Manisa, Turkey). *Turk J Zool.* 31 (2007) 121-126.
- Yücel, A. (1990). Kırşehir-Seyfe Gölü Bentik Alg Florası. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara, 137s.
- Zankai, N.P., Ponyi, J.E. (1986). Composition, density and feeding crustacean zooplankton community in a shallow, temporal lake (Lake Balaton, Hungary), *Hydrobiologia*, 135: 131-148.



Zhang, Y., Prepas, E.E. (1996a). Regulation of the dominance of planktonic diatoms and cyanobacteria in four eutrophic hardwater lakes by nutrients, water column stability, and temperature. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 53:621- 633.

## 7. ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel bilgiler

Adı Soyadı	Ergün KASAKA
Doğum Yeri ve Tarihi	Ağrı/1971
Medeni Hali	Evli
Yabancı Dil	İngilizce
İletişim Adresi	Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 58140-Sivas
E-posta Adresi	<a href="mailto:kasaka71@yahoo.com">kasaka71@yahoo.com</a> , <a href="mailto:ekasaka@cumhuriyet.edu.tr">ekasaka@cumhuriyet.edu.tr</a>

### Eğitim ve Akademik Durumu

Lise	Sokullu Mehmet Paşa Lisesi, 1988
Lisans	Cumhuriyet Üniversitesi, 1999
Yüksek Lisans	Cumhuriyet Üniversitesi, 2003

### İş Tecrübesi

Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma görevlisi, 1999-