



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

APA BARAJ GÖLÜ ALGLERİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR (ÇUMRA/KONYA)

Betül YILMAZ ÖZTÜRK

DOKTORA TEZİ

Biyoloji Anabilim Dalını

Mart- 2014
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Betül YILMAZ ÖZTÜRK

Tarih:

ÖZET

DOKTORA TEZİ

APA BARAJ GÖLÜ ALGLERİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR (ÇUMRA/KONYA)

Betül YILMAZ ÖZTÜRK

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Cengiz AKKÖZ

2014, 236 Sayfa

Jüri
Doç. Dr. Cengiz AKKÖZ
Prof. Dr. Olcay OBALI
Prof. Dr. Mustafa KÜÇÜKÖDÜK
Prof. Dr. Cahit ERDEM
Prof. Dr. Celaleddin ÖZTÜRK

Apa Baraj Gölü bentik algleri (epipelik, epifitik ve epilitik), kıyı bölgesi fitoplanktonu, mevsimsel değişimi ve bu değişime etki eden fiziksel ve kimyasal faktörler Mart 2010–Mart 2012 tarihleri arasında incelenmiştir. Fitoplanktonda *Heterokontophyta*, *Chlorophyta*, *Charophyta*, *Cyanobacteria*, *Euglenophyta* ve *Dinophyta*'ya ait toplam 116 takson tespit edilmiştir. Epipelik alg florasında *Heterokontophyta*, *Chlorophyta*, *Charophyta*, *Cyanobacteria* ve *Euglenophyta*'ya ait toplam 79 takson, Epifitik alg florasında *Heterokontophyta*, *Chlorophyta*, *Charophyta*, *Cyanobacteria* ve *Euglenophyta*'ya ait toplam 106 takson, Epilitik alg florasında ise *Heterokontophyta*, *Chlorophyta*, *Charophyta*, *Cyanobacteria*, *Euglenophyta* ve *Dinophyta*'ya ait toplam 158 takson tespit edilmiştir.

Fitoplanktonda ışık ve sıcaklık gibi fiziksel faktörler alg türlerinin gelişmesinde sınırlayıcı etki göstermiştir. Klorofil-*a* miktarı çoğu zaman fitoplankton yoğunluğuna paralel bir gelişim göstermiştir. Ayrıca yağışın az olduğu aylarda toplam organizma miktarı artmıştır.

Araştırma alanında fitoplanktonda tür sayısı ve tür yoğunluğu bakımından *Heterokontophyta* dominant ve *Chlorophyta* üyeleri subdominant olmuştur. *Heterokontophyta* divizyosuna ait diyatomların çoğunun bentik orjinli olduğu görülmüştür. Bentik alglerde de *Heterokontophyta* hem epipelik, epifitik hem de epilitik alglerde dominant divizyo olarak yer almıştır. Bu divizyoyu *Chlorophyta* ve *Cyanobacteria* takip etmiştir. Gerek fitoplankton gerekse bentik alglerde 2010 ve 2011 yıllarının Ağustos ve Eylül aylarında algal artış gözlenmiş ve en baskın tür *Microcystis aeuroginosa* türü olmuştur. *Heterokontophyta*'dan *Cyclotella* türleri ise tüm aylar boyunca baskın karakter göstermişlerdir. *Chlorophyta*'dan *Pediastrum* ve *Scenedesmus* türleri her mevsim bulunan devamlı mevcut türleri olarak kaydedilmiştir. *Cyanobacteria*'dan *Nostoc commune* 2010 ve 2011 yıllarında Mayıs ayında bölgesel koloni oluşumu göstermiştir.

Apa Baraj Gölü'nde kimyasal özelliklerinin yanı sıra gölde ağır metal kirliliğinin olup olmadığı incelenmiş ve sonuçları bir mühendislik programı olan bulanık mantık hesabına göre değerlendirilmiştir ve bu sonuca göre Apa Baraj Gölü ağır metal bakımından %66 kaliteli, %34 ise çok kaliteli olarak hesaplanmıştır.

Apa Baraj Gölü'nde Shannon-Weaver tür çeşitliliği, Simpson indeksleri ve kümeleme analizi uygulanarak fitoplankton birlik yapısındaki değişimler incelenmiş ve böylece kommunite yapısı özetlenmeye çalışılmıştır. TSI(Kl-*a*) ve TSI(TP) sonuçlarının birbirine çok yakın olmadığı görülmüştür. Tüm örneklemeler sonucunda TSI(ORT) değeri 46.52 olarak hesaplanmıştır. TSI değeri, fitoplankton bileşik oranı, baskın cinslerin durumu ve diğer fitoplankton indeksleri içinde gölün trofi durumunu en iyi

yansıtan klorofil-*a* indeks sonucu olmuştur. Bu sonuçlara göre gölün mezotrofik özellikte olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fitoplankton, bentik algler, trofik durum, bulanık mantık hesabı, kümeleme, shannon, simpson.

ABSTRACT

Ph.D THESIS

INVESTIGATIONS ON THE ALGAE OF APA DAM LAKE (ÇUMRA/KONYA)

Betül YILMAZ ÖZTÜRK

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
DEPARTMENT OF BIOLOGY

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Cengiz AKKÖZ

2014, 236 Pages

Jury
Advisor Assoc. Prof. Dr. Cengiz AKKÖZ
Prof. Dr. Olcay OBALI
Prof. Dr. Mustafa KÜÇÜKÖDÜK
Prof. Dr. Cahit ERDEM
Prof. Dr. Celaleddin ÖZTÜRK

Apa Dam Lake benthic algae (epipelic, epiphytic and epilithic), littoral phytoplankton, their seasonal variation and the physical and chemical factors effecting in these variation were investigated between March 2010–March 2012. A total of 116 taxa belonging to *Heterokontophyta*, *Chlorophyta*, *Charophyta*, *Cyanobacteria*, *Euglenophyta*, and *Dinophyta* were identified in the phytoplankton. 79 taxa were identified belonging to the epipelic algae of *Heterokontophyta*, *Chlorophyta*, *Charophyta*, *Cyanobacteria* and *Euglenophyta*. 106 taxa were identified belonging to the epiphytic algae of *Heterokontophyta*, *Chlorophyta*, *Charophyta*, *Cyanobacteria* and *Euglenophyta*. 158 taxa were identified belonging to the epilithic algae of *Heterokontophyta*, *Chlorophyta*, *Charophyta*, *Cyanobacteria*, *Euglenophyta*, and *Dinophyta*.

Physical factors such as light and temperature, have showed that limiting effect on growth of algae species on phytoplankton. In general Chlorophyll-*a* quantitiy has usually showed a parallel improvement to phytoplankton density. Total number of organisms also increased in months with lower rainfall.

In the research field, with respect to the species number and abundance in the phytoplankton, *Heterokontophyta* was found to be dominant division while the members of the *Chlorophyta* were subdominant. It was observed that most of the diatoms belonging to *Heterokontophyta* division originated from benthic algae. Also, in benthic algae, *Heterokontophyta* was found to be dominant division in the epipelic, epiphytic and epilithic algae. *Chlorophyta* and *Cyanobacteria* followed this division. An algal growth was observed during August and September in 2010 and 2011 in not only phytoplankton but also benthic algae and the most dominant species was *Microcystis aeuroginosa*. However, *Cyclotella* species of *Heterokontophyta* were dominant during all months. As for *Pediastrum* and *Scenedesmus* species of *Chlorophyta*, they were recorded as permanently present species found in every season. *Nostoc commune* of *Cyanobacteria* was observed to form regional colony in May 2010 and 2011.

In Apa Dam Lake, in addition to its chemical features, whether heavy metal contamination occurred in the lake or not was also investigated and the findings were evaluated utilizing Fuzzy Logic Controller (FLC), an engineering program. The result yielded that Apa Dam Lake was found to be 66%quality and 34%high quality in terms of heavy metals.

In Apa Dam Lake, The variations in the phytoplankton community structure were investigated by application of Cluster Analysis and Shannon-Weaver Diversity, Simpson Index and by the way the community structure was summarized. In addition it was found out that the TSI(Kl-*a*) and TSI(TP) results were not very close to each other. Evaluating all the samplings, TSI(ORT) value was calculated as 46.52.

TSI value was the Chlorophyll-*a* index result reflecting the lake's trophic status best among the phytoplankton compound rate the status of the dominant species, and other phytoplankton indices. According to these results, the lake was proven to be mesotrophic.

KEYWORDS: Phytoplankton, benthic algae, trophic status, fuzzy logic controller, cluster , shannon, simpson.

ÖNSÖZ

Çalışmalarım sırasında bilgileri, yardımları ve tecrübelerinden yararlandığım danışman hocam Doç. Dr. Cengiz AKKÖZ'e, çalışmalarımı birlikte yürüttüğümüz ve bana destek olan arkadaşım Arş. Gör. Baran AŞIKKUTLU'ya, analizlerimi yapmamda yardımcı olan arkadaşım Özgen CAN'a teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmalarımda bana maddi manevi destek olan aileme ve özellikle eşim Öğr. Gör. Derviş ÖZTÜRK'e teşekkür ederim.

Maddi desteklerinden dolayı, S. Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne ve Tübitak BİDEB'e teşekkür ederim.

Betül YILMAZ ÖZTÜRK
KONYA-2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **vi**

ÖNSÖZ ..... **viii**

İÇİNDEKİLER ..... **viii**

ÇİZELGE DİZİNİ ..... **x**

ŞEKİL DİZİNİ ..... **xiv**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **xvii**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **4**

2.1. Literatür Çalışmaları 4
2.2. Su Kalite Sınıfları 9
2.3. Göllerde Trofik Yapı 10
2.3.1. Trofik statü indeksi (TSI) 11
2.3.2. Fitoplankton bileşik oranı (FBO) 15
2.3.3. Dominant cinslere göre trofik seviye 16
2.4. Mühendislik Metotların Çevre ve Su Kirliliğinde Kullanımı 19

3. ARAŞTIRMA ALANININ ÖZELLİKLERİ **24**

3.1. Konya İlinin Su Kaynakları 24
3.2. Araştırma Alanının Coğrafi Konumu ve Gölün Özellikleri 24
3.3. Meteorolojik ve İklimsel Özellikler 29
3.4. Örnek Alma İstasyonları 30

4. MATERYAL VE YÖNTEM **33**

4.1. Algolojik Özellikler 33
4.1.1. Planktonik algler, epipelik, epifitik ve epilitik algler 33
4.2. Sıklık ve Pigment Analizleri 36
4.2.1. Kıyı bölgesi planktonik ve bentik alglerin sıklık analizinin hesaplanması 36
4.2.2. Kıyı bölgesi fitoplankton biyolojik kütlesinin (biomas) pigment analizi ile ölçümü 36
4.3. Gölün Trofik Yapısının ve Su Kalitesinin Belirlenmesi 37
4.3.1. Carlson (1977)'un trofik statü indeksinin (TSI) hesaplanması 37
4.3.2. Fitoplankton bileşik oranının (FBO) hesaplanması 37
4.3.2.1. Diğer fitoplankton indeksleri 38
4.3.3. Palmer'ın kirlilik indeksine göre gölün trofik seviyesinin belirlenmesi 38
4.3.4. Dominant cinslere göre gölün trofik seviyesinin belirlenmesi 38
4.4. İstatistiksel Analizler 38
4.4.1. Kümeleme analizi (cluster analizi) 39
4.4.2. Shannon-weaver çeşitlilik indeksi 39

4.4.3. Pielou düzenlilik indeksi (evenness) 40
4.4.4. Simpson indeksleri 40
4.5. Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerin Saptanması ve Kullanılan Gereçler 41
4.5.1. Sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen ve iletkenlik ölçümleri 42
4.5.2. Askıda katı madde (AKM) tayini 42
4.5.3. Kimyasal analizlerin tespiti 43
4.6. Bulanık Mantık Hesabı 44

5. BULGULAR 45

5.1. Göl Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri 45
5.1.1. Fizikokimyasal özellikler 45
5.1.2. Besin tuzları 50
5.1.3. Ağır metaller 53
5.1.4. Ağır metal kirliliğinin bulanık mantıkla değerlendirilmesi 57
5.2. Biyolojik Özellikler 75
5.2.1. Fitoplankton kompozisyonu 96
5.2.2. Epifitik alg kompozisyonu 100
5.2.3. Epipelik alg kompozisyonu 105
5.2.4. Epilitik alg kompozisyonu 108
5.2.5. Fitoplanktonun mevsimsel değişimi 114
5.3. Klorofil–*a* Miktarı 130
5.4. Apa Baraj Gölü Trofik Statü İndeksi (TSI) 132
5.5. Fitoplankton Bileşik Oranı (FBO) 134
5.5.1. Diğer fitoplankton indeksleri 134
5.6. Dominant Cinslere Göre Apa Baraj Gölü'nün Trofik Seviyesi 134
5.6.1. Palmer'ın kirlilik indeksine göre Apa Baraj Gölü'nün trofik seviyesi 134
5.6.2. Dominant cinslere Apa Baraj Gölü'nün trofik seviyesi ve su kalitesi 135
5.7. Fitoplanktonun Fonksiyonel Gruplarının Belirlenmesi 136
5.8. Kıyı Fitoplanktonun Kümeleme Analizi 136
5.9. Shannon-Weaver Çeşitlilik ve Pielou Düzenlilik İndeksi 140
5.9.1. İstasyonlara Göre Shannon-Weaver Çeşitlilik ve Düzenlilik İndeksi 140
5.10. Simpson Dominantlık İndeksi (D) 147
5.11. Simpson tür çeşitliliği indeksi (1/D) 147
5.12. Fiziko-Kimyasal Parametrelerin ve Alg Gruplarının PCA Analizi ile Değerlendirilmesi 148

6. TARTIŞMA 151

7. SONUÇ 184

KAYNAKLAR 187

EKLER 201

ÖZGEÇMİŞ 217

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 2.2.1. Kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre bazı kalite kriterleri (SKKY, 2008).....10
Çizelge 2.3.1. Verimlilik düzeyleri için sınır değerler.....11
Çizelge 2.3.2. Göllerin beslenme durumları.....11
Çizelge 2.3.1.1. Trofik statü indeksinin (TSI) sınıflandırılması.....12
Çizelge 2.3.1.2. Göllerin trofik yapısının sınıflandırılması ve bu sınıflandırmada kullanılan üç değişkenin TSI ve sınır değerleri. 12
Çizelge 2.3.1.2.Göllerin trofik yapısının sınıflandırılması ve bu sınıflandırmada kullanılan üç değişkenin TSI ve sınır değerleri (Devamı).....13
Çizelge 2.3.1.3. Fitoplanktonun ayrı-özellikli fonksiyonel grupları.....14
Çizelge 2.3.1.3. Fitoplanktonun ayrı-özellikli fonksiyonel grupları (Devamı). 15
Çizelge 2.3.2.1. Fitoplankton bileşik oranına göre göllerin ekolojik yapısı 15
Çizelge 2.3.2.1.1. Fitoplankton indeks değerleri 16
Çizelge 2.3.3.1.1. Palmer (1969)'in kirlilik indeksine göre göllerin kirlilik durumu.....16
Çizelge 2.3.3.1.2. Palmer (1969)'in kirlilik indeksine göre belirlenmiş cinsler ve değerleri.....17
Çizelge 2.3.3.2.1. Toplam fosfor, toplam azot, klorofil-a ve secchi derinliği dikkate alınarak su kalitesinin değerlendirilmesi 17
Çizelge 2.3.3.2.2. Su özelliği ve baskın fitoplankton kullanarak trofik yapının sınıflandırılması 18
Çizelge 2.3.3.2.3. Su kalitesi değerlerine göre gölün trofik yapısı ve su kalitesi.....18
Çizelge 2.3.3.2.4. Dominant cinslerin listesi.....19
Çizelge 3.1.1. Konya İli Su Kaynakları Potansiyeli 25
Çizelge 3.2.1. Apa Baraj Gölü'nün Genel Bilgileri.....25
Çizelge 3.3.1. Arazi çalışması boyunca Konya ilinin Çumra ilçesindeki ortalama sıcaklık ve yağış değerleri 29
Çizelge 4.6.1. Su Kalite Parametrelerinden Ağır Metal Değerleri 44
Çizelge 5.1.1.7.1. Fransız sertliğine ve Alman sertliğine göre sularının sertliğinin sınıflanması.....49
Çizelge 5.1.1.7.2. Sertlik derecelerinin dönüşüm tablosu.....49
Çizelge 5.1.1.7.3. Apa Baraj Gölü'nde Toplam Sertliğin Fransız Sertliğine Göre Sonuçları.....50
Çizelge 5.1.4.1. Bulanık model üyelik fonksiyonları ve klasik sınıflamadaki karşılıkları 58
Çizelge 5.1.4.2. Bulanık modelinin giriş değişkenlerine ait üyelik fonksiyonlarının almış olduğu limit değerler.....59
Çizelge 5.1.4.3. Bulanık modelin çıkış değişkenine ait üyelik fonksiyonlarının almış oldukları limit değerler. 60
Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....65
Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Devamı) 66
Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Devamı) 67
Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Devamı) 68
Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Devamı) 69
Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Devamı) 70
Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Devamı) 71
Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Devamı) 72
Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Devamı) 73
Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Devamı) 74
Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Devamı) 75

Çizelge 5.2.1. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi fitoplankton kommünitesinde tespit edilen taksonlar.....75
Çizelge 5.2.1. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi fitoplankton kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı).....76
Çizelge 5.2.1. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi fitoplankton kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı).....77
Çizelge 5.2.1. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi fitoplankton kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı).....79
Çizelge 5.2.1. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi fitoplankton kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı).....80
Çizelge 5.2.2. Apa Baraj Gölü epifitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar.....80
Çizelge 5.2.2. Apa Baraj Gölü epifitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı).....82
Çizelge 5.2.2. Apa Baraj Gölü epifitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı).....82
Çizelge 5.2.2. Apa Baraj Gölü epifitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı).....84
Çizelge 5.2.2. Apa Baraj Gölü epifitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı).....85
Çizelge 5.2.3. Apa Baraj Gölü epipelik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar 85
Çizelge 5.2.3. Apa Baraj Gölü epipelik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı).....86
Çizelge 5.2.3. Apa Baraj Gölü epipelik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı).....87
Çizelge 5.2.3. Apa Baraj Gölü epipelik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı).....88
Çizelge 5.2.3. Apa Baraj Gölü epipelik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı).....89
Çizelge 5.2.4. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar.....89
Çizelge 5.2.4. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı).....90
Çizelge 5.2.4. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı).....91
Çizelge 5.2.4. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı).....92
Çizelge 5.2.4. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı).....93
Çizelge 5.2.4. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı).....94
Çizelge 5.2.4. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı).....95
Çizelge 5.2.1.1. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi fitoplanktonunda tespit edilen taksonların sıklık analizi (F) sonuçları.....96
Çizelge 5.2.1.1. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi fitoplanktonunda tespit edilen taksonların sıklık analizi (F) sonuçları (Devamı).....97
Çizelge 5.2.1.1. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi fitoplanktonunda tespit edilen taksonların sıklık analizi (F) sonuçları (Devamı).....98
Çizelge 5.2.2.1. Apa Baraj Gölü epifitik alg kommünitesinde bulunan alg taksonlarının sıklık analizi (F) sonuçları.....103

Çizelge 5.2.2.1. Apa Baraj Gölü epifitik alg kommünitesinde bulunan alg taksonlarının sıklık analizi (F) sonuçları (Devamı).....104
Çizelge 5.2.2.1. Apa Baraj Gölü epifitik alg kommünitesinde bulunan alg taksonlarının sıklık analizi (F) sonuçları (Devamı).....105
Çizelge 5.2.3.1. Apa Baraj Gölü epipelik alg kommünitesinde bulunan alg taksonlarının sıklık analizi (F) sonuçları 107
Çizelge 5.2.3.1. Apa Baraj Gölü epipelik alg kommünitesinde bulunan alg taksonlarının sıklık analizi (F) sonuçları (Devamı).....108
Çizelge 5.2.4.1. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde bulunan alg taksonlarının sıklık analizi (F) sonuçları 111
Çizelge 5.2.4.1. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde bulunan alg taksonlarının sıklık analizi (F) sonuçları (Devamı).....112
Çizelge 5.2.4.1. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde bulunan alg taksonlarının sıklık analizi (F) sonuçları (Devamı).....113
Çizelge 5.2.4.1. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde bulunan alg taksonlarının sıklık analizi (F) sonuçları (Devamı).....114
Çizelge 5.6.1.1. Apa Baraj Gölü'nde kirlilik indeksine duyarlı cinsler.....135
Çizelge 5.6.2.1. Apa Baraj Gölü'nde baskın cinsler ve değerleri.....135
Çizelge 5.12.1. Fiziko-kimyasal ve biyolojik parametrelerin birbirleriyle olan ilişkisini gösteren Pearson Korelasyon Matrix tablosu 150
Çizelge 6.1. Fiziko-kimyasal sonuçların değerlendirilmesi 161
Çizelge 6.2. Apa Baraj Gölü'nde araştırma süresince ölçülen ortalama değerler ve Su kalite sınıfları 163
Çizelge 6.3. Apa Baraj Gölünde İndekslere Göre Çıkan Sonuçlar.....180

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 2.4.1. Bulanık Mantığın Bilimsel Yöntemlerdeki Yeri (Şen, 2001) 21
Şekil 2.4.2. Bulanık Mantığın Çalışma Şeması 21
Şekil 2.4.3. Mamdani tipi Bulanık Modelleme 22
Şekil 3.2.2. *Cyprinus carpio* (Sazan, Aynalı Sazan, Kültür Sazanı) 27
Şekil 3.2.3. *Tizostedion lucioperca* (Sudak, Ak Levrek, Dişli Balık) 27
Şekil 3.2.1. Apa Baraj Gölü'nün coğrafik konumu ve örnek alma istasyonları 28
Şekil 3.3.1. (Ocak 2010-Aralık 2011) Konya ilinin Çumra ilçesindeki ortalama sıcaklık ve toplam yağış grafiği 30
Şekil 3.4.1. Birinci İstasyondan Görünüm 31
Şekil 3.4.2. İkinci İstasyondan Görünüm 31
Şekil 3.4.3. Üçüncü İstasyondan Görünüm 32
Şekil 3.3.4. Dördüncü İstasyondan Görünüm 32
Şekil 3.4.5. Beşinci İstasyondan Görünüm 32
Şekil 4.5.1.1. Multiparametre cihazından bir görünüm 43
Şekil 5.1.1.2.1. Apa Baraj Gölü'nde su sıcaklığı ve çözünmüş oksijenin mevsimsel değişimi 46
Şekil 5.1.4.1. Bulanık mantık sonuç çıkarım sistemi 57
Şekil 5.1.4.2. Apa Baraj Gölü'nde ağır metallerin kalite sınıfları 58
Şekil 5.1.4.3. Alüminyum üyelik fonksiyonu 60
Şekil 5.1.4.4. Bakır üyelik fonksiyonu 60
Şekil 5.1.4. 5. Çinko üyelik fonksiyonu 61
Şekil 5.1.4.6. Demir üyelik fonksiyonu 61
Şekil 5.1.4.7. Kadmiyum üyelik fonksiyonu 61
Şekil 5.1.4.8. Kobalt üyelik fonksiyonu 62
Şekil 5.1.4.9. Krom üyelik fonksiyonu 62
Şekil 5.1.4.10. Kurşun üyelik fonksiyonu 62
Şekil 5.1.4.11. Mangan üyelik fonksiyonu 63
Şekil 5.1.4.12. Nikel üyelik fonksiyonu 63
Şekil 5.1.4.13. Çıkış değişkeninin üyelik fonksiyonu 63
Şekil 5.1.4.14. Ağır metallerin aylık ortalamalarından elde edilen bulanık modelin ürettiği sonuçlar 64
Şekil 5.2.1.1. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi fitoplankton kompozisyonu 96
Şekil 5.2.2.1. Apa Baraj Gölü epifitik alg kompozisyonu 101
Şekil 5.2.3.1. Apa Baraj Gölü epipelik alg kompozisyonu 105
Şekil 5.2.4.1. Apa Baraj Gölü epilitik kompozisyonu 109
Şekil 5.2.5.1. Apa Baraj Gölü'nün toplam fitoplankton yoğunluğunun yüzdelik değişimi 115
Şekil 5.2.5.1.1. Toplam organizma sayısının 1. istasyondaki mevsimsel değişimi 121
Şekil 5.2.5.1.2. Toplam organizma sayısının 2. istasyondaki mevsimsel değişimi 121
Şekil 5.2.5.1.3. Toplam organizma sayısının 3. istasyondaki mevsimsel değişimi 122
Şekil 5.2.5.1.4. Toplam organizma sayısının 1. istasyondaki mevsimsel değişimi 122
Şekil 5.2.5.1.5. Toplam organizma sayısının örnek alma istasyonlarındaki mevsimsel değişimi 123
Şekil 5.2.5.1.6. Toplam *Heterokontophyta*, *Chlorophyta* ve *Euglenophyta* divizyolarının 1. istasyondaki mevsimsel değişimi 123
Şekil 5.2.5.1.7. Toplam *Heterokontophyta*, *Chlorophyta* ve *Euglenophyta* divizyolarının 2. istasyondaki mevsimsel değişimi 124
Şekil 5.2.5.1.8. Toplam *Heterokontophyta*, *Chlorophyta* ve *Euglenophyta* divizyolarının 3. istasyondaki mevsimsel değişimi 124

Şekil 5.2.5.1.9. Toplam *Heterokontophyta*, *Chlorophyta* ve *Euglenophyta* divizyolarının 4. istasyondaki mevsimsel değişimi 125
Şekil 5.2.5.1.10. Toplam *Heterokontophyta*, *Chlorophyta* ve *Euglenophyta* divizyolarının 5. istasyondaki mevsimsel değişimi 125
Şekil 5.2.5.1.11. Toplam *Charophyta*, *Cyanobacteria* ve *Dinophyta* divizyolarının 1.istasyondaki mevsimsel değişimi 126
Şekil 5.2.5.1.12. Toplam *Charophyta*, *Cyanobacteria* ve *Dinophyta* divizyolarının 2.istasyondaki mevsimsel değişimi 126
Şekil 5.2.5.1.13. Toplam *Charophyta*, *Cyanobacteria* ve *Dinophyta* divizyolarının 3.istasyondaki mevsimsel değişimi 127
Şekil 5.2.5.1.14. Toplam *Charophyta*, *Cyanobacteria* ve *Dinophyta* divizyolarının 4.istasyondaki mevsimsel değişimi 127
Şekil 5.2.5.1.15. Toplam *Charophyta*, *Cyanobacteria* ve *Dinophyta* divizyolarının 5.istasyondaki mevsimsel değişimi 128
Şekil 5.2.5.1.16. Birinci istasyonda *Chlorophyta* ve bazı önemli türlerin mevsimsel Değişimi 128
Şekil 5.2.5.1.17. Birinci istasyonda *Heterokontophyta* ve bazı önemli türlerin mevsimsel değişimi 129
Şekil 5.2.5.1.18. Birinci istasyonda *Euglenophyta* ve bazı önemli türlerin mevsimsel değişimi 129
Şekil 5.2.5.1.19. Birinci istasyonda *Cyanobacteria* ve bazı önemli türlerin mevsimsel değişimi 130
Şekil 5.3.1. Toplam organizma ve klorofil-a yoğunluğunun mevsimsel değişimi 132
Şekil 5.4.1. Apa Baraj Gölü'nde ölçülen toplam fosfor ve klorofil-a değişkenlerine ait TSI değerleri 133
Şekil 5.4.1. Apa Baraj Gölü'nde toplam fosfor ve klorofil-a değişkenlerine ait yaz ayları TSI değerleri 133
Şekil 5.8.1. Apa Baraj Gölü 1. istasyon fitoplanktonunun Bray-Curtis benzerlik indeksi kullanılarak Kümeleme Analizi ile gruplandırılması 138
Şekil 5.8.2. Apa Baraj Gölü 2. istasyon fitoplanktonunun Bray-Curtis benzerlik indeksi kullanılarak Kümeleme Analizi ile gruplandırılması 138
Şekil 5.8.3. Baraj Gölü 3. istasyon fitoplanktonunun Bray-Curtis benzerlik indeksi kullanılarak Kümeleme Analizi ile gruplandırılması 139
Şekil 5.8.4. Apa Baraj Gölü 4. istasyon fitoplanktonunun Bray-Curtis benzerlik indeksi kullanılarak Kümeleme Analizi ile gruplandırılması 139
Şekil 5.8.5. Apa Baraj Gölü 5. istasyon fitoplanktonunun Bray-Curtis benzerlik indeksi kullanılarak Kümeleme Analizi ile gruplandırılması 140
Şekil 5.9.1.2. Apa Baraj Gölü 1. İstasyon fitoplanktonunun Shannon-Weaver Çeşitlilik ve Düzenlilik İndeksi 142
Şekil 5.9.1.3. Apa Baraj Gölü 2. İstasyon fitoplanktonunun Shannon-Weaver Çeşitlilik ve Düzenlilik İndeksi 142
Şekil 5.9.1.4. Apa Baraj Gölü 3. İstasyon fitoplanktonunun Shannon-Weaver Çeşitlilik ve Düzenlilik İndeksi 143
Şekil 5.9.1.5. Apa Baraj Gölü 4. İstasyon fitoplanktonunun Shannon-Weaver Çeşitlilik ve Düzenlilik İndeksi 143
Şekil 5.9.1.6. Apa Baraj Gölü 5. İstasyon fitoplanktonunun Shannon-Weaver Çeşitlilik ve Düzenlilik İndeksi 144
Şekil 5.9.1.1. Apa Baraj Gölü'nde örnekleme istasyonlarında Shannon-Weaver çeşitlilik (H') ve Pielou düzenlilik (J') indeksi 146

Şekil 5.11.1. Apa Baraj Gölü'nde örnekleme istasyonlarında Simpson dominatlık indeksi.....147
Şekil 5.11.1. Apa Baraj Gölü'nde örnekleme istasyonlarında Simpson tür çeşitliliği indeksi.....147
Şekil 6.1. a. *Nostoc commune*'nin makroskobik kolonial formu **b.** *Nostoc commune* X20'lik görüntüsü **c.** *Nostoc commune* X40'lık görüntüsü **d.** *Nostoc commune* X100'lük görüntüsü 176

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler ve Kısaltmalar

Simgeler	Açıklama
cm	Santimetre
ha	Hektar
hm	Hektometre
km	Kilometre
l	Litre
m	Metre
mm	Milimetre
mg	Miligram
°C	Santigrat derece
µm	Mikrometre
µS	Mikrosiemens
µg/l	Mikrogram/ litre
µS/cm	Mikro Siemens/santimetre

Kısaltmalar

Kısaltmalar	Açıklama
Ark.	Arkadaşları
İst.	İstasyon
Kalın.	Kalınlığı
Maks.	Maksimum
Min.	Minimum
Ort.	Ortalama
Ört.	Örtülü
Say.	Sayısı
Sıc.	Sıcaklık
Yağ.	Yağışlı
Kl.	Klorofil
TSI	Trofi durum indeksi
EC	Elektriksel iletkenlik
H'	Shannon-Weiner İndeksi
J'	Pieolu İndeksi
D	Simpson Dominantlık İndeksi
1/D	Simpson Tür Çeşitliliği İndeksi
TP	Toplam fosfor

1. GİRİŞ

Su, organizmaların biyolojik olaylarında canlı yaşam için hayati bir önem taşıdığı gibi, deniz ve göllerde de biyolojik sistemleri oluşturur. Hayatımızda birçok faaliyetimizde (evsel, endüstriyel, tarımsal) temel ihtiyaç maddesi olan suların ve su kaynaklarının fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin bilinmesi bu nedenlerden dolayı son derece önemlidir (Cirik ve Cirik, 2005).

Sucul ortamlar dünyadaki biyolojik çeşitlilik açısından ayrı bir öneme sahiptir. Gen havuzları niteliğinde olan bu ortamlar biyolojik çeşitliliğe en önemli katkıyı sağlarlar. Bu yüzden en eski çağlardan beri insanoğlunun araştırma konusu olmuş ve olmaya da devam edecektir.

Dünyadaki tatlı su rezervlerinin çoğunu sığ göller oluşturur ve bunlar da derin göllere göre daha üretken ve daha fazla kullanım alanına sahiptirler ve litoral komuniteler baskındır (Moss, 1998). Yeryüzündeki tatlı su miktarının önemli bir kısmını barındıran göllerin yanı sıra insanoğlu yapımı olan baraj gölleri, kendilerine has özellikleri nedeniyle oldukça özel ekosistemlerdir.

Göller karaların içinde yer almaları ve denizlere göre daha küçük su kütleleri olmaları nedeniyle çevresel değişimlerden denizlere oranla çok daha fazla ve hızlı etkilenirler. Bunun sonucunda, göller bulundukları coğrafi konuma ve iklim koşullarına göre çok değişik özellikler göstermekte ve buna bağlı olarak oldukça zengin tür çeşitliğine sahip olabilmektedirler. Baraj gölleri ise insanlar tarafından içme suyu eldesi, enerji üretimi, taşkın önleme ve sulama gibi amaçlarda kullanmak üzere, akarsuların önüne inşa edilen setlerin ardında toplanan durgun su kütleleridir. Baraj gölleri de diğer göller gibi kara içinde yer almalarına ek olarak, baraj göllerinin inşası, su seviyesi ve su dinlenme zamanı gibi bazı faktörlerinin insanlar tarafından kontrol edilmesiyle doğal göllerden ayrılmaktadır.

Baraj göllerinin ekosisteminin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin incelenmesi, nehir ekosisteminden göl ekosistemine geçişte olan değişimleri ve göl ekosisteminin süksesyonunun incelenmesi açısından önemlidir (Sezen, 2008). Baraj göllerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri doğal göllere göre daha değişken olduğu için, algal populasyon dinamikleri daha hızlı bir değişim içerisindedir (Wehr ve Sheath, 2003). Bu nedenle doğal göllerde olduğu gibi baraj göllerinde de, alg türleri, yayılımları ve yoğunluklarındaki mevsimsel değişimler ortamın trofik düzeyi hakkında önemli ipuçları vermektedir. Uzun süre izlenen değişimler ekolojik açıdan daha anlamlıdır

(Baykal ve Yıldız, 2006). Ayrıca baraj göllerinin kendilerine özgü insan kaynaklı değişimleri de barındırması bu su ortamlarını daha da özel yapmaktadır.

Dünyadaki baraj göllerinin %48'i sulama faaliyetleri için, %20'si enerji elde etmek için, geri kalanı ise kentsel ve endüstriyel alanlara su sağlamak için veya rekreasyon vb. gibi amaçlarda kullanılmaktadır (ICOLD, 1998). Son 50 yılda dünyadaki baraj sayısı hızla artmıştır. 1950'li yıllarda dünyadaki baraj sayısı 5000 iken 1970'li yıllarda 30000'e, 1980'li yıllarda ise 40000'e ulaşmıştır. Günümüzde 800000'den fazla baraj mevcuttur (ICSU-SCOPE, 1972; Naiman ve Decamps, 1990; Tundisi, 1993).

Türkiye'de toplam baraj sayısı tabii göller dışında 706 adet bulunmaktadır. Bunlardan bazılarının yüzey alanı; Atatürk Barajı 817 km^2, Keban Barajı 675 km^2, Karakaya Barajı 268 km^2, Hirfanlı Barajı 263 km^2, Altınkaya Barajı 118 km^2'dir. Türkiye'de işletmede olan barajların toplam sayısı 285'dir. Araştırma alanımızı oluşturan Apa Baraj Gölü işletme yılına bakılarak en eski 13. baraj gölümüzdür (DSİ, 2014a; DSİ, 2014b).

Günümüzde barajların alternatif kullanım amaçları hızla yaygınlaşmakta olup bunların başında akuakültür gelmektedir. Ülkemizde balık yetiştiriciliğinin yapıldığı baraj sayısı oldukça fazla olup sayıları her geçen gün artmaktadır. Bunun sonucunda baraj göllerinde yetiştirilip pazara sunulan ekonomik değere sahip balık miktarı her geçen gün artmaktadır. Baraj göllerinde balık yetiştiriciliği yapan bu işletmeler, ülkemiz su ürünleri üretimine katkıda bulunmasının yanında istihdam sağlayarak ülke ekonomisine de katkı sağlamaktadırlar. Apa Baraj Gölü'nde balık yetiştiriciliği yapılmaya çalışılmış fakat başarılı olunamamıştır.

İç sularda balıkçılığın verimli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için, bu suların beslenme kapasitesinin, ekolojik şartlarının ve hangi tür balık yetiştirilmesinin uygun olabileceğinin tespiti gerekmektedir. Bu nedenle besin zincirinin ilk halkasını oluşturan fitoplanktonların ve bentik alglerin taksonomisi, yoğunluğu, mevsimsel değişimi ve bu değişimi etkileyen ekolojik, fiziksel ve kimyasal faktörlerin saptanması gerekmektedir.

Sucul ekosisteminin yapısında meydana gelen en güçlü ve en hızlı değişimler fitoplanktonda görülür. Su ekosistemlerindeki alglerin sayı ve tür zenginlikleri, bulundukları su ortamının verimliliği hakkında bilgi verirken, kirlilik indikatörü olan bazı alg türleri de, yine bu ortamlardaki çevre kirliliğinin ve ötrofikasyonun derecesinin belirlenmesinde önemli kriter olmaktadır (Sezen, 2008). Bu nedenle Apa Baraj Gölü'nün planktonda ve bentikde bulunan alglerin tanımlanması ve çevre ile olan ilişkilerinin belirlenmesi çalışmanın önemini arttırmaktadır. Bunun yanısıra hayat

kaynağı olan atmosferdeki oksijenin yaklaşık %70-90'ı alglerin yaptığı fotosentez neticesinde karşılanır. Alglerin geniş manada bütün canlıların ihtiyacı olan oksijeni üretmekle sağladıkları faydadan başka ekonomik olarak da birçok faydası vardır. Algler atık suların temizlenmesinde, kozmetik, dişçilik ve kâğıt sanayinden, ürettikleri agar-agar, diyatomit, karragen, alginat gibi maddeler nedeniyle tıp ve eczacılık araştırmalarına kadar geniş uygulama alanı bulmaktadır (Altuner, 1998). Ayrıca içerdikleri yüksek orandaki proteinler nedeniyle (*Phaeophyta*, *Rhodophyta* ve *Chlorophyta*'nın makroskobik türleri) Kuzey ve Güney Amerika, Avrupa, Çin, Japonya ve Pasifik adalarında insanlar tarafından besin olarak tüketilmektedir (Leeper, 1976).

Bu araştırmada, Apa Baraj Gölü'nün kıyı bölgesi fitoplanktonik alg florası, bentik (epipelik, epilitik ve epifitik) alg florası, mevsimsel değişimi ve bu değişimi etkileyen göl suyunun fiziksel ve kimyasal faktörlerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca fitoplankton biyomasının sayımı ve klorofil-*a* miktarının ölçülmesi ile elde edilen sonuçlara göre Shannon-Weiner (H'), Pielou Düzenlilik İndeksi, Simpson İndeksleri (D, 1/D), Cluster analizi ve çeşitli fitoplankton indeksleri uygulanarak fitoplankton birlik yapısındaki değişimlerin incelenmesi ve kommunite yapısının özetlenmesi amaçlanmıştır. Bunun yanısıra ekolojik şartlar göz önüne alınarak göl suyunda ölçülen toplam fosfor ve klorofil-*a* yoğunluğundan hareketle Apa Baraj Gölü'nün verimlilik düzeyinin Carlson (1977)'un Trofik Durum İndeksi, Palmer (1969)'in Kirlilik İndeksi ve Dominant Cinslere göre sınıflandırılması hedeflenmiştir. Bu araştırmanın, Türkiye alg florasının tespiti çalışmalarına da katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Literatür Çalışmaları

Sucul ortamda algler çok zengin biyolojik çeşitliliğe sahiptir ve en önemli gruptur. Tatlı veya tuzlu sularda, makro ve mikro formlarda çok çeşitli yapı ve şekilde olabilen bu canlılar, yeryüzünde yaşamın sürdürülebilmesinde anahtar role sahiptirler. Algler mikroskobik canlılardan balıklara ve oradan da insana kadar uzanan, en başta klorofil olmak üzere çeşitli fotosentetik pigment maddeleri sayesinde primer prodüktiviteyi gerçekleştirerek, besin zincirinin ilk basamağını oluştururlar. Dünyanın dörtte üçünün sularla kaplı olduğunu düşünürsek, yeryüzündeki organik madde ve oksijen üretiminde alglerin önemini daha iyi anlamış oluruz.

Özellikle akuakültür ya da içme suyu eldesi için kullanılan baraj göllerinde fitoplankton açısından izlemenin sürekli hale getirilmesi kaçınılmazdır. Bu sayede aşırı çoğalarak sucul ortam canlılarını ve insan sağlığını etkileyebilen toksik mikro alglerin tespit edilmesi sağlanabilir ve gereken tedbirler alınabilir.

Ülkemiz iç sular bakımından oldukça zengindir. Fakat bu potansiyel gerektiği kadar değerlendirilememektedir. Baraj göllerinin fauna ve florasının belirlenmesine yönelik pek çok çalışma yapılmıştır. Aynı zamanda bu çalışmaların bir kısmı, çalışma alanının fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemiş, çıkan sonuçlar fitoplanktonların ya da bentik alglerin kompozisyonları ile değerlendirilmiştir.

Baraj göllerinde fitoplankton üzerine yapılan çalışmalar 1980'li yıllardan itibaren hız kazanmıştır. Aykulu ve Obalı (1981), Kurtboğazı Baraj Gölü (Ankara)'nün fitoplankton kompozisyonunu incelemiş ve 6 bölüme ait 74 takson tespit etmişlerdir. Aynı zamanda fiziksel ve kimyasal bazı analizler de yapılmıştır.

Gönülol (1985a), Çubuk-1 Baraj Gölü (Ankara)'nde gerçekleştirdiği çalışmada kıyı bölgesi algleri ve mevsimsel değişimini incelemiştir. Bunun yanında Gönülol (1985b), Bayındır Baraj Gölü (Ankara)'nün fiziko-kimyasal özellikleri ile fitoplankton kompozisyonu ve mevsimsel değişimini incelemiş, *Bacillariophyta* bölümünün baskın olduğunu bildirmiştir.

Yıldız (1985), Altınapa Baraj Gölü (Konya) alg toplulukları ve mevsimsel değişimlerini incelemiş ve *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanophyta* ve *Euglenophyta* bölümlerinin hâkim olduğunu tespit etmiştir. *Bacillariophyta*'dan *Cyclotella ocellata*'nın en yaygın tür olduğunu belirtmiştir.

Altuner ve Gürbüz (1994), Tercan Baraj Gölü (Erzincan) fitoplankton kompozisyonunu incelemişler ve fitoplankton florasının *Chlorophyta*, *Dinophyta*, *Bacillariophyta* ve *Euglenophyta* bölümlerinden oluştuğunu belirtmişlerdir.

Çetin ve Şen (1998) Keban Baraj Gölü fitoplanktonundaki diyatomeler (*Bacillariophyta*) ve mevsimsel değişimleri incelenmiş araştırma süresince planktonik diyatomelere ait 104 takson belirlenmiştir. Sentrik diyatomelerden *Cyclotella ocellata* Pantocksek, *C. kützingiana* Thwaites Pennate diyatomelerden ise *Asterionella formosa* Hassall ve *Fragilaria crotonensis* Kitton örneklerde bulunuş sıklıkları ve birey sayıları bakımından fitoplanktonda en önemli diyatomeler olmuşlardır. Aynı zamanda bazı fziksel ve kimyasal ölçümler de yapılmış ve diyatomelerin mevsimsel çoğalmaları ile su sıcaklığı ve silisyum miktarı arasında bir ilişki gözlenmiştir.

Gönülol ve Obalı (1998a) Hasan Uğurlu Baraj Gölü (Samsun)'nde gerçekleştirdikleri çalışmada fitoplankton kompozisyonunu incelemişler ve *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanophyta*, *Dinophyta* ve *Euglenophyta*'ya ait 57 takson tespit etmişlerdir. Ayrıca farklı taksonların belirli aylarda aşırı çoğalmalar yaptığı (*Asterionella formosa*, *Cyclotella planctonica*, *Pediastrum simplex* ve *Ceratium hirundinella*) belirlenmiş ve suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenerek gölün mezotrof karakter taşıdığı bildirilmiştir.

Gönülol ve Obalı (1998b), Suat Uğurlu Baraj Gölü (Samsun)'nde geçekleştirdikleri çalışmada gölün fitoplankton kompozisyonu ve mevsimsel değişimlerini incelemişlerdir. Ayrıca, *Bacillariophyta*'dan *Asterionella formosa*, *Cyclotella planctonica*, *Melosira granulata Chlorophyta*'dan *Pediastrum simplex*, *Pandorina morum*, *Dinophyta*'dan *Ceratium hirundinella* taksonlarının aşırı derecede çoğaldıklarını belirtmişlerdir.

Çetin ve Yıldırım (2000), Sürgü Baraj Gölü (Malatya)'nde gerçekleştirdikleri çalışmada gölün fitoplankton kompozisyonu ve mevsimsel değişimini incelemişlerdir.

Atıcı (2002), Sarıyar Baraj Gölü (Ankara)'nde yaptığı incelemelerde 1 tane *Cyanophyta*, 14 tane *Chlorophyta*, 3 tane *Euglenophyta* ve 1 tane *Heterokontophyta* bölümlerine ait toplam 19 tane tür Türkiye için yeni kayıt olarak bildirmiştir.

Gürbüz ve Kıvrak (2003), Kuzgun Baraj Gölü (Erzurum) bentik alg florasının mevsimsel değişimini incelemişlerdir.

Baykal ve ark. (2004), Devegeçidi Baraj Gölü (Diyarbakır) alglerini incelemişler ve *Cyanophyta* (29), *Euglenophyta* (5), *Chlorophyta* (45), *Pyrrhophyta* (5), *Bacillariophyta* (28), bölümlerine ait toplam 112 takson tespit etmişlerdir

Çetin ve Şen (2004), Orduzu Baraj Gölü (Malatya) fitoplanktonunu incelemişler ve *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanophyta*, *Euglenophyta* ve *Dinophyta* bölümlerine ait 117 takson tespit etmişlerdir. Aynı zamanda fiziksel ve kimyasal ölçümler yapmışlar ve fitoplankton yoğunluğunun su sıcaklığı ile pozitif bir korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir.

Baykal ve Açıkgöz (2004), Hirfanlı Baraj Gölü (Kırşehir) algleri üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. *Bacillariophyta* (208), *Chlorophyta* (65), *Cyanophyta* (39), *Euglenophyta* (10), *Dinophyta* (5) ve *Chrysophyta* (2) olmak üzere toplam 329 alg türü tespit etmişlerdir. Aynı zamanda bazı fiziko-kimyasal özelliklerini ölçmüşler ve göl suyu alkali karakterde olduğunu belirtmişlerdir.

Atıcı (2004), Sarıyar Barajı Planktonik Algleri üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Araştırma sırasında toplam 15 cinse ait 35 *Cyanophyta* taksonu tespit etmiştir. Baraj Gölü'nde en çok gözlenen organizmaların *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Spirulina*, *Phormidium* ve *Chroococcus* cinsleri olduğunu bildirmiştir. Sarıyar Baraj Gölü'nün planktonik *Cyanophyta* tür kompozisyonu ortaya konularak, bunların fiziksel ve kimyasal değişikliklere ve aylara bağlı olarak yıl içerisindeki dağılımları tespit edilmiştir.

Yılmaz (2004), Mumcular Barajı'nın (Muğla/Bodrum) fizikokimyasal özellikleri incelemiştir. Çalışma sonucunda ılıman bir tatlı su gölü olan barajın iyi sayılabilecek bir su kalitesine sahip olduğu, önemli bir kirlilik problemi olmadığı, ancak bazı mineral tuzların yetersizliği ve su kıtlığı sıkıntıları olduğunu bildirmiştir.

Atıcı ve ark. (2005), su kirliliğinin ve fitoplanktonik alg florasının Bayındır Baraj Gölü'nde kontrolü adlı çalışmada toplam 76 fitoplankton türü saptamışlardır. Bunların 13'ü *Cyanophyta*, 17'si *Chlorophyta*, 2'si *Dinophyta*, 6'sı *Euglenophyta* ve 38'i *Bacillariophyta*'ya aittir. Ayni periyotta, fiziksel ve kimyasal analizler ayrıca sürdürülmüş ve türlerin bollukları ile varlıkları değerlendirilerek barajda kirliliğe toleranslı alg tiplerinin olduğunu bulmuşlardır.

Kıvrak ve Gürbüz (2005), Demirdöven Baraj Gölü (Erzurum) fitoplankton kompozisyonunu ve gölün fiziko-kimyasal özelliklerini incelemişlerdir. *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanophyta* ve *Euglenophyta* bölümlerine ait toplam 174 takson tespit etmişlerdir.

Sömek ve ark., (2005), Topçam Baraj Gölü (Aydın)'nde gerçekleştirdikleri çalışmada gölün fitoplankton kompozisyonunu incelemişlerdir. 15'i *Cyanophyta*, 26'sı

Chlorophyta, 15'i *Bacillariophyta*, 3'ü *Dinophyta* ve 4'ü *Euglenophyta*'dan olmak üzere
toplam 63 takson tespit etmişlerdir.

Atıcı ve Obalı (2006) Sarıyar Barajı fitoplanktonunun mevsimsel değişimini ve klorofil-*a* değerlerini incelemişlerdir. *Bacillariophyta* ve *Chlorophyta* divizyolarının baskın organizma grupları olduğu bulunmuştur. *Bacillariophyta*'dan *Cyclotella*, *Navicula*, *Nitzchia* ve *Synedra*, *Chlorophyta*'dan da *Chlorella* ve *Scenedesmus* üyelerinin olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca gölde fiziko-kimyasal ölçümler yapılmış; fosfat, sülfat, kalsiyum ve sıcaklığın en üst seviyelerde olduğunu bildirmişlerdir.

Pala ve Çağlar (2006) Keban Baraj Gölü İçme bölgesinin epilitik diyatomelerini incelemişlerdir. Toplam 53 tür kaydetmişlerdir. Keban Baraj Gölü'nün araştırılan içme bölgesinde en fazla türle temsil edilen diyatome genuslarının, *Navicula* (9), *Gomphonema* (8) *Nitzschia* (7) ve *Fragilaria* (6) şeklinde olduğunu belirtmişlerdir.

Baykal ve Yıldız (2006) Çamlıdere Baraj Gölü'nde *Bacillariophyta* dışı algleri incelemişler ve 48'i *Cyanophyta*, 57'si *Chlorophyta*, 3'ü *Chrysophyta*, 13'ü *Euglenophyta* ve 1'i *Pyrrophyta* ait 112 tür teşhis etmişlerdir. *Chroococcales* ve *Chlorococcales* üyeleri daha çok planktonda ve yer yer epipelonda, ipliksi formlar ise, epifiton ve epilitonda daha yaygın ve bol olduğunu gözlemişlerdir. Çamlıdere Baraj Gölü'nün bazı fiziksel ve kimyasal özellikleride belirlemişler ve suyun pH'sı 6.4-8.3 arasında değişen hafif alkali özelliklerde olduğunu bildirmişlerdir.

Baykal ve ark. (2006), Hirfanlı Baraj Gölü fitoplankton ve zooplankton yoğunluklarının mevsimsel değişimi ve arasındaki ilişki incelemişlerdir. Organizma yoğunluklarının mevsimsel dağılımı beklenen düzende gerçekleşmediğini tespit etmişlerdir.

Ersanlı (2006), Çakmak Barajı (Tekkeköy–Samsun) fitoplanktonu ve mevsimsel değişimini incelemiştir. Çakmak Baraj Gölü fitoplanktonunda *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Chrysophyta*, *Cryptophyta*, *CyanoProkaryota*, *Dinophyta*, *Euglenophyta* ve *Xanthophyta* divizyolarına ait 136 takson tespit etmiştir. Gölde *Bacillariophyta* divizyosu üyeleri tür sayısı bakımından zengin olmasına karşın, populasyon yoğunluğu bakımından *Chlorophyta* divizyosu üyelerinin hâkim olduğunu belirtmiştir. Çakmak Baraj Gölü'nde fiziksel ve kimyasal analizler yapmış ve su kirliliği ve kontrol yönetmeligine göre, sıcaklık, pH, amonyak, nitrat ve sülfat değerleri yönünden I. sınıf su kalitesi grubuna girdiği, nitritin II. sınıf, çözünmüş oksijenin ise I. ve II. sınıf su kalitesi kriterlerine uyduğunu tespit etmiştir.

Güvensel (2006), Ömerli Baraj Gölü'nün su kalitesini belirlemek amacıyla Mayıs 2002-Nisan 2003 dönemine ait verileri bir su kalitesi programında (Aquatox) incelemiştir. Modelleme sonucunda, derelerden gelen kirletici yükleriyle birlikte göldeki mevcut durumun ne yönde değiştiği saptanmıştır.

Pala (2007), Keban Baraj Gölü Gülüşkür kesimindeki planktonik algleri (*Bacillariophyta*) ve mevsimsel değişimleri incelenmiştir. Araştırma süresince *Bacillariophyta*'ya ait toplam 165 takson belirlemiştir. Diyatomelerden *Nitzschia*, *Navicula*, *Achnanthes* ve *Cymbella* genuslarına ait türlerin fitoplanktonun en önemli üyelerini teşkil ettiğini belirtmiştir.

Taş ve Gönülol (2007), Derbent Baraj Gölü (Samsun) fitoplankton kompozisyonunu incelemişler ve 22'si *Cyanophyta*, 74'ü *Bacillariophyta*, 69'u *Chlorophyta*, 1'i *Chrysophyta*, 2'si *Cryptophyta*, 6'sı *Euglenophyta*, 3'ü *Pyrrophyta* ve 3'ü *Xanthophyta* bölümlerine ait toplam 180 takson tespit etmişlerdir.

Maraşlıoğlu (2007), Yedikır Baraj Gölü (Amasya-Türkiye) fitoplanktonunu ve mevsimsel değişimini incelemiştir. Fitoplanktonda *Chlorophyta*, *Bacillariophyta*, *Cyanophyta*, *Euglenophyta*, *Dinophyta*, *Chrysophyta*, Cryptophyta ve *Xantophyta* divizyolarına ait toplam 126 takson teşhis etmiştir. Çalışma süresi boyunca fiziksel ve kimyasal ölçümler yapmış, fitoplanktonda ışık ve sıcaklık gibi fiziksel faktörlerin yanı sıra kimyasal faktörlerden nitrat belirli alg türlerinin gelişmesinde sınırlayıcı etki gösterdiği bildirmiştir.

Özyalın ve Ustaoğlu (2008), Kemer Baraj Gölü (Aydın)'nün fitoplanktonlarını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda 33'ü *Chlorophyta*, 22'si *Bacillariophyta*, 10'u *Cyanophyta*, 7'si *Euglenophyta*, 4'ü *Dinophyta* ve 1'i *Chrysophyta* bölümlerine ait olmak üzere toplam 77 fitoplankton taksonu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada aynı zamanda baraj gölünün daha önce incelenmemiş olan fiziko-kimyasal özellikleride belirlenmiştir.

Sezen (2008), Sarımsaklı Baraj Gölü fitoplanktonunu, mevsimsel değişimini ve bu değişime etki eden fiziksel ve kimyasal faktörleri incelemiştir. Yapılan örnekleme sonucu 58'i *Chlorophyta*, 44'ü *Bacillariophyta*, 13'ü *Cyanophyta*, 5'i *Euglenophyta*, 3'ü *Dinophyta*, 1'i *Chrysophyta*, 1'i *Cryptophyta* ve 1'i *Xantophyta* divizyolarına ait toplam 126 takson tespit etmiştir. Fitoplankton yoğunluğu çalışma süresinde fiziksel ve kimyasal parametrelerden etkilenmiş olduğunu belirtmiştir.

Sevindik (2010), Çaygören Baraj Gölü (Balıkesir)'nün fitoplankton kompozisyonunu incelemiştir. Çalışma sonucunda *Chlorophyta* (75), *Bacillariophyta*

(60), *Cyanobacteria* (19), *Euglenophyta* (19), *Charophyta* (8), *Myzozoa* (6), *Cryptophyta* (3) ve *Heterokontophyta* (2) olmak üzere toplam 8 divizyoya dahil 192 takson teşhis etmiştir.

Ustaoğlu ve ark. (2010), Buldan Baraj Gölü (Denizli)'nün planktonik çalışmalar sonucunda, fitoplanktonda 76 (*Cyanobacteria*'ya ait 18, *Heterokontophyta*'ya ait 1, *Ochrophyta*'ya ait 26, *Dinoflagellata*'ya ait 3, *Euglenozoa*'ya ait 7, *Chlorophyta*'ya ait 17 ve *Charophyta*'ya ait 4 takson), zooplanktonda ise 30 (*Rotifera*'ya ait 23, *Cladocera*'ya ait 5, *Copepoda*'ya ait 1 ve *Argulidea*'ya ait 1 takson) olmak üzere toplam 106 takson tespit etmişlerdir. Aynı zamanda suyun bazı fiziksel ve kimyasal ölçümlerini de yapmışlardır.

Hasırcı (2012), Dodurga Baraj Gölü (Boyabat, Sinop) fitoplanktonunu ve mevsimsel değişimini incelemiştir. Dodurga Baraj Gölü fitoplanktonunda *Charophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanophyta*, *Dinoflagellata*, *Euglenozoa* ve *Ochrophyta* divizyolarına ait 35 takson tespit etmiştir. Bu taksonlardan 5'ini Türkiye Alg Florası için yeni kayıt olarak bildirmiştir.

2.2. Su Kalite Sınıfları

Günümüzde tatlı su kaynakları giderek azalmakta ve su sorunuyla karşılaşan toplumların oranı giderek artmaktadır. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY) Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıfları'na göre sular; yüksek kaliteli, az kirlenmiş, kirli ve çok kirlenmiş su olmak üzere dört su kalite sınıfında değerlendirilir (SKKY, 2008). Bu su kalite sınıflarının özelliği şu şekilde belirtilir:

Sınıf I: Yüksek kaliteli sular

a. Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu olarak

b. Rekreasyonel amaçlar için (yüzme gibi vücut teması gerektirenler)

c. Alabalık üretimi

d. Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılan sulardır.

Sınıf II: Az kirlenmiş sular

a. İleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu olarak

b. Rekreasyonel amaçlar için

c. Balık üretimi (alabalık hariç)

d. Sulama suyu olarak

e. Sınıf I dışında kalan diğer amaçlar için kullanılan sulardır.

Sınıf III: Kirlenmiş su

Gıda tekstil gibi kaliteli su gerektiren sanayiler hariç, uygun bir arıtmadan sonra Sanayide kullanılan sulardır.

Sınıf IV: Çok kirlenmiş su

Sınıf I, II ve III için verilen kalite parametreleri bakımından daha düşük kalitedeki yüzeysel sulardır (Çizelge 2.2.1).

Çizelge 2.2.1. Kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre bazı kalite kriterleri (SKKY, 2008)

Parametreler	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
Sıcaklık (°C)	25	25	30	>30
Ph	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
Çözünmüş oksijen (mg/l)	8	6	3	<3
Oksijen doygunluğu (%)	90	70	40	<40
Amonyum azotu (mg/l)	0.2c	1c	2c	>2
Nitrit azotu (mg/l)	0.002	0.01	0.05	>0.05
Nitrat azotu (mg/l)	5	10	20	>20
Fosfat (mg/l)	0.02	0.16	0.65	>0.65
Sülfat (mg/l)	200	200	400	>400
Toplam çözünmüş madde (mg/l)	500	1500	5000	>5000

2.3. Göllerde Trofik Yapı

Bir su ortamının ötrofikasyon açısından ele alınması aşamasında en önemli adımlardan biri trofik seviyenin doğru bir şekilde tespit edilmesidir. Göllerin trofik seviyelerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan üç temel parametre; toplam fosfor, klorofil-*a* ve secchi diski derinliğidir. Bunun dışında hipolimnetik oksijen ihtiyacı, alkalinite, sediment canlılarının oranlarının kullanıldığı diğer parametreler de mevcuttur. Buna göre bir gölün verimlilik düzeyi; klorofil-*a* yoğunlukları, Secchi diski ve fosfor değerleri temel alınarak OECD (1982)'ye göre belirlenmektedir (Çizelge 2.3.1). Thomann ve Mueller (1987) bir su ortamının trofik seviyesinin tespitinde kullanılabilecek sınıflandırma yapmışlardır (Çizelge 2.3.2).

Çizelge 2.3.1. Verimlilik düzeyleri için sınır değerler (OECD, 1982)

Verimlilik düzeyi	P (fosfat) (mg/m^3)	Klorofil-*a* (mg/m^3)	Maksimum Klorofil-*a* (mg/m^3)	Seki diski (m)	Minumum Seki diski (m)
Ultra-oligotrofik	4	1	2.5	12	6
Oligotrofik	10	2.5	8	6	3
Mezotrofik	10-35	2.5-8	8-25	3-6	1.5-3
Ötrofik	35-100	8-25	25-75	1.5-3	0.7-1.5
Hiperötrofik	100	25	75	1.5	0.7

Çizelge 2.3.2. Göllerin beslenme durumları (Thomann ve Mueller., 1987)

Parametre	Oligotrofik	Mezotrofik	Ötrofik
Toplam fosfor (µg/l)	<10	10-20	>20
Klorofil- *a* (µg/l)	<4	4-10	>10
Bulanıklık (NTU)	<25	25-30	>30
Hipolimnetik oksijen (%)	>80	10-80	<10

2.3.1. Trofik statü indeksi (TSI)

Sudaki nütrientlerle göllerin zenginleşme miktarını ifade eden Trofik Statü İndeksi (TSI), göl su kalitesinin bir indikatörüdür. Zaman içerisinde trofik durumda değişimleri değerlendirmek için trofik indeksten yararlanılır. Trofik statü indeksi, göl yönetimi için değerli bir veri oluşturur. Bu veriler göl ekosistemi ve bileşenlerinin birbirleriyle olan ilişkisinin tam ve canlı göstergesidir. Bu göstergelerden zaman içerisinde trofik durumda değişimleri değerlendirmek ve bölge içindeki gölleri karşılaştırmak için yararlanılır (http://www.mashpeemec.us.html, 2005). Trofik durum indeksini belirlemek için, üç indeks değişkeni (Secchi diski, klorofil-*a* ve toplam fosfor) arasındaki ilişkiler kullanılır (Carlson ve Simpson, 1996).

Çizelge 2.3.1.1'de trofik statü indeksine göre (TSI) sınıflandırma verilmiştir. Secchi diski (SD), toplam fosfor (TP) ve klorofil-*a* (kl-*a*) TSI değerlerinin toplamının ortalamaları eğer 0'a yakın değerlerde ise göl oligotrofik düzeye daha yakın, 100'e daha yakınsa gölün hiperötrofik yapıda olduğu kabul edilir.

Çizelge 2.3.1.1. Trofik statü indeksinin (TSI) sınıflandırılması (Carlson ve Simpson, 1996)

TSI_{ORT}	Kl-*a* (µg/l)	TP (µg/l)	SD (m)	Trofik Durum
<30-40	0-2.6	0-12	4-8	Oligotrofik
40-50	2.6-7.3	12-24	2-4	Mezotrofik
50-70	7.3-56	24-96	0.5-2	Ötrofik
70-100+	56-155+	96-384+	<0.25-0.5	Hiperötrofik

Fosfor, alg gelişimi için sınırlayıcı bir besin elementidir. Toplam fosfor miktarı gölde ötrofikasyon ve üretkenlik düzeyini tespit etmek için kullanılır. Zamanla fosfordaki artış, gölde besin zenginleşmesinin bir göstergesidir. Secchi diski derinliği en düşük olduğunda toplam fosforun en yüksek miktarı bulunur, tam tersi durum da doğrudur. Klorofil-*a*, tüm yeşil bitkilerde mevcut bir pigmenttir ve alg yoğunluğunu ölçmek için kullanılır. Yüksek klorofil-*a* değerleri suda aşırı nütrientlerden oluşan yüksek planktonik alg yoğunluğunu gösterir. Toplam fosfor ve klorofil arasında logaritmik ilişki vardır (Haggard ve ark., 1999).

TSI'nın temelinde, göldeki algal biyomastan yararlanmak suretiyle göllerin trofik açıdan sınıflandırılması yatmaktadır. Bu indekste kullanılan her üç değişken de (Kl-*a* yoğunluğu, SD derinliği ve TP) algal bioması yansıtır. Göllerin trofik yapısının sınıflandırılması ve bu sınıflandırmada kullanılan üç değişkenin TSI ve sınır değerleri çizelge 2.3.1.2'de verilmiştir. Böylelikle üç değişkenden herhangi biri kullanılarak göl suları verimlilik açısından sınıflandırılabilmektedir.

Çizelge 2.3.1.2. Göllerin trofik yapısının sınıflandırılması ve bu sınıflandırmada kullanılan üç değişkenin TSI ve sınır değerleri (Carlson, 1977).

TSI değerleri	Klorofil-*a* (µg/l)	Secchi diski derinliği (m)	Toplam fosfor (µg/l)	Özellikler	Sucul yaşam
<30	<0.95	>8	<6	**Oligotrofik:** Temiz su, O_2 yıl boyunca hipolimniyonda mevcut	Alabalıklar yoğundur
30-40	0.95-2.6	8-4	6-12	Sığ göllerin hipolimniyon tabakası oksijensiz olabilir	Alabalıklar sadace derin göllerde mevcuttur
40-50	2.6-7.3	4-2	2-24	**Mezotrofik:** Su kısmen temiz, yaz süresince hipolinmiyondaki oksijensizlik artış gösterebilir	Hipolimniyondaki oksijensizlik alabalıkların bulunmamasına sebep olur

Çizelge 2.3.1.2.Göllerin trofik yapısının sınıflandırılması ve bu sınıflandırmada kullanılan üç değişkenin TSI ve sınır değerleri (Carlson, 1977) (Devamı).

50-60	7.3-20	2-1	24-48	**Ötrofik:** Hipolimniyon oksijensiz, makrofit problemleri de gözlenebilir	Sadece ılık sularda yayılış gösteren balıklar mevcuttur. Levreğe yoğun rastlanılabilir
60-70	20-56	0.5-1	48-96	Mavi-yeşil algler dominanttır, alg köpükleri ve makrofitler sorun teşkil eder	Yoğun makrofit, alg köpükleri ve düşük saydamlık sudaki yüzmeyi engelleyebilir
70-80	56-155	0.25-0.5	96-192	**Hiperötrofik:** Işık verimliliği sınırlar. Algler ve makrofitler yoğundur	Sazan gibi *Cyprinid*'lere rastlanır
80<	155<	<0.25	192-384	Alg köpükleri ve az sayıda makrofit mevcuttur	Töleranslı balıklar yoğundur; yazın balık ölümleri gözlenebilir

Trofik statü indeksinin (TSI) temel dayanağının göllerde ve göletlerdeki algal biyoması sınırlayan bazı faktörlerin tanımlanmasında yararlanılan değişkenlerin birbiriyle olan ilişkilerinin olduğu belirtilmiştir. Eğer çalışmalarda bu üç değişken de ölçülmüş ise, bu üç değişkenin TSI değerleri hesaplandığında farklı indeks değerlerinin çıkması muhtemeldir. Bu gibi durumlarda bu üç değişken arasında göllerdeki algal biyoması en doğru yansıtan klorofil-*a* indeksine öncelik verilir. Ayrıca Carlson (1977), kış örneklerine nazaran yazınki trofik durumu toplam fosforun klorofilden daha iyi yansıttığını ifade etmiştir.

Moss (1998)'un ileri sürdüğü Alternatif Durum Modeline göre hem algal hem de makrofitlerce zengin hale gelen kommuniteler geniş besin birikimlerine sahip olabilirler. Kommunite birliğinin temeli, çoğu türlerin kozmopolit veya tek dağılışa sahip olduğunu kabul eder fakat belirli özelliklere ve çevresel şartlara karşı nisbi hassasiyetleri bu tip şartlara pozitif olarak toleranslı veya daha az hassas olanlarla karşılaştırıldığında azalır (Reynolds ve ark., 2002). Bu araştırıcılar ortak uyum özellikleri paylaşan türlerin fonksiyonel birliğini temel alan tatlı su fitoplanktonunun fonksiyonel sınıflandırılmasını kurmuşlardır (Çizelge 2.3.1.3).

Çizelge 2.3.1.3. Fitoplanktonun ayrı-özellikli fonksiyonel grupları (Reynolds ve ark., 2002)

Kodon	Habitat	Tipik Temsilcileri	Toleransları	Hassasiyetleri
A	Temiz, iyi karışan, tabanı fakir göller	*Urosolenia* *Cyclotella comensis*	Besin noksanlığı	pH artışı
B	Vertikal olarak karışan, mezotrofik küçük-orta göller	*Aulacoseira subarctica* *Aulacoseira islandica*	Işık noksanlığı	pH artışı, Si azalması, Tabakalaşma
C	Karışan, ötrofik küçük-orta göller	*Asterionella formosa* *Aulacoseira ambigua*	Işık, C noksanlıkları	Si tükenmesi
D	Nehirleri de içeren sığ, zengin turbid sular	*Synedra acus* *Nitzschia* spp. *Stephanodiscus hantzschii*	Taşkınlık	Besin azalması
N	Mezotrofik epilimnion	*Tabellaria* *Cosmarium* *Staurodesmus*	Besin noksanlığı	Tabakalaşma, pH artışı
P	Ötrofik epilimnion	*Fragilaria crotonensis* *Aulacoseira granulata* *Closterium aciculare*	Hafif ışık ve C noksanlığı	Tabakalaşma, Si azalması
T	Derin, iyi karışan epilimnion	*Geminella*, *Mougeotia* *Tribonema*	Işık noksanlığı	Besin noksanlığı
$\mathbf{S_1}$	Turbid karışan tabakalar	*Plantothrix agardhii* *Limnothrix redekei* *PseudAnabaena*	Yüksek ışık noksanlığı şartları	Taşkınlık
$\mathbf{S_2}$	Sığ, turbid karışan tabakalar	*Spirulina* *Arthrospira* *Raphidiopsis*	Işık noksanlığı şartları	Taşkınlık
$\mathbf{S_N}$	Ilık karışan tabakalar	*Cylindrospermopsis* *Anabaena minutissima*	Işık, nitrojen noksanlığı şartları	Taşkınlık
Z	Temiz, karışan tabakalar	*Synechococcus* Prokaryot pikoplankton	Düşük besin	Işık noksanlığı Otlatma
$\mathbf{X_3}$	Sığ, temiz, karışan tabakalar	*Koliella* *Chrysococcus*	Düşük taban durumu	Karışım, otlatma
$\mathbf{X_2}$	Sığ, temiz, karışan tabakalar	*Plagioselmis* *Chrysochromulina*	Tabakalaşma	Karışım, beslenme filtresi
$\mathbf{X_1}$	Zengin şartlar altında sığ karışan tabakalar	*Chlorella*, *Ankyra* *Monoraphidium*	Tabakalaşma	Besin noksanlığı beslenme filtresi
Y	Genellikle küçük zengin göller	*Cryptomonas*	Düşük ışık	Fagotroflar
E	Genellikle küçük, oligotrofik, tabanı fakir göller veya heterotrofik göletler	*Dinobyron* *Mallomonas*(*Synura*)	Düşük besinler	CO_2 noksanlığı
F	Temiz epilimnion	Kolonial klorofitler örneğin *Botryococcus* *Oocystis lacustris*	Düşük besinler yüksek turbidite	CO_2 noksanlığı
G	Kısa, besince zengin su sütunları	*Eudorina* *Volvox*	Yüksek ışık	Besin noksanlığı
J	Sığ, zengin göller,göletler ve nehirler	*Pediastrum*, *Coelastrum* *Scenedesmus*	—	Düşük ışık altına yerleşme
K	Kısa, besince zengin sütunlar	*Aphanothece* *Aphanocapsa*	—	Derin karışım

Çizelge 2.3.1.3. Fitoplanktonun ayrı-özellikli fonksiyonel grupları (Reynolds ve ark., 2002) (Devamı).

Kodon	Habitat	Tipik Temsilcileri	Toleransları	Hassasiyetleri
H_1	Dinitrojen fikse eden *Nostoc*aleans	*Anabaena flos-aquae Aphanizomenon*	Düşük nitrojen, düşük C	Karışım, zayıf ışık, düşük fosfor
H_2	Geniş mezotrofik göllerin dinitrojen fikse eden *Nostoc*aleans	*Anabaena lemmermannii Gloeotrichia echinulata*	Düşük nitrojen	Karışım, zayıf ışık
U	Yaz epilimnionu	*Uroglena*	Düşük besinler	CO_2 noksanlığı
L_O	Mezotrofik göllerdeki yaz epilimnionu	*Peridinium*, *Woronichinia Merismopedia*	—	—
L_M	Ötrofik göllerdeki yaz epilimnionu	*Ceratium Microcystis*	Çok düşük karbon	Karışım, düşük Tabakalaşma
M	Küçük ötrofik, düşük enlemdeki göllerin karışan tabakaları	*Microcystis Sphaerocavum*	Yüksek güneş ışığına maruz kalma	Taşkınlık, düşük ışık
R	Tabakalaşmış mezotrofik göllerin metalimnionu	*Planktothrix rubescens*, *P. mougeotii*	Düşük ışık, güçlü ayrım	Kararsızlık
V	Ötrofik tabakalaşmış göllerin metalimnionu	*Chromatium Chlorobium*	Çok düşük ışık, güçlü ayrım	Kararsızlık
W_1	Küçük organik göletler	*Euglenoids*, *Synura*, *Gonium*	Yüksek BOD	Beslenme
W_2	Sığ mezotrofik göller	*Trachelomonas*	—	—
Q	Küçük humik göller	*Gonyostomum*	Yüksek renk	—

2.3.2. Fitoplankton bileşik oranı (FBO)

Birçok araştırıcı fitoplanktonda mevcut grupların tür sayısının birbiriyle oranlarının gölün verimliliğini gösterdiği fikrini ortaya koymuşlardır (Pearsal, 1921; Thunmarks, 1945; Nygaard, 1949; Hutchinson, 1967). Bu oranlardan Nygaard (1949)'ın önerdiği koefisyon daha çok uygulanmıştır. Bu indeks bir gölün beslenme derecesini en iyi açıklamaya yarayan bir indekstir. Nygaard (1949)'ın bileşik oranı (FBO) Ott ve Laugaste (1996) tarafından modifiye edilmiştir. FBO'ya göre göllerin trofik statüsü ve FBO değeri çizelge 2.3.2.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.3.2.1. Fitoplankton bileşik oranına göre göllerin ekolojik yapısı (Ott ve Lausgaste, 1996)

GÖL STATÜSÜ	FBO
Oligo-distrof	<2
Mezotrof	2-5
Ötrof	5-7
Hiperötrof	>7

2.3.2.1. Diğer fitoplankton indeksleri

Çalışmamızda baraj gölünün trofi durumunu belirlemek amacıyla FBO (Fitoplankton Bileşik Oranı) dışında çeşitli araştırıcılar tarafından önerilen fitoplankton indeksleri kullanılmıştır. Bu indekslerin standart değerleri çizelge 2.3.2.1.1.'de verilmiştir (Rawson, 1956., Brugam, 1979).

Çizelge 2.3.2.1.1. Fitoplankton indeks değerleri

Fitoplankton indeksleri	Oligotrofik	Mezotrofik	Ötrofik
Diatom İndeksi 1	0.0-0.3		0.0-1.75
Diatom İndeksi 2	0.0-0.3		0.0-1.7
***Cyanophyceae* İndeksi**	0.0-0.4		0.0-3.0
***Chlorophyceae* İndeksi**	0.0-0.7		0.2-9.0
Stockner Diatom İndeksi	0-1	1-2	> 3

2.3.3. Dominant cinslere göre trofik seviye

2.3.3.1. Palmer'in kirlilik indeksi

Palmer (1969), tatlı sularda fitoplankterleri kullanarak göllerin trofik yapıları hakkında bilgi edinmiştir. 20 farklı fitoplankton türünü (Çizelge 2.3.3.1.1; Çizelge 2.3.3.1.2) kullanarak bunların mililitrede 50 adet veya daha fazla tespit edilmesi halinde bu fitoplankterlere belirli puanlar vermiştir. Trofik seviyeyi belirlemek için, kirliliğe hoşgörülü fitoplankton türlerine bulunduğu seviyeye göre 1'den 5'e kadar puan verilmiştir. Organik kirliliğe daha az uyum sağlayan türlere daha düşük puanlar verilmiştir. Kirlilik değerleri hesaplandığında 20 ve daha üzeri bir değere ulaşılıyorsa yüksek oranda organik kirliliğin göstergesidir. Hesaplanan değerler 15-19 arasında ise organik kirliliğe ılımlı olduğunu gösterir, eğer 15'den daha küçükse hesaplanan değer organik kirliliğin olmadığının göstergesidir.

Çizelge 2.3.3.1.1. Palmer (1969)'in kirlilik indeksine göre göllerin kirlilik durumu

Ortalama Değer	Organik Kirlilik
0-10	Yok
10-15	Orta
15-20	Orta-Yüksek
≥20	Yüksek

Çizelge 2.3.3.1.2. Palmer (1969)'in kirlilik indeksine göre belirlenmiş cinsler ve değerleri

CİNS	DEĞER	CİNS	DEĞER
Anacystis	**1**	*Micractinium*	**1**
Ankistrodesmus	**2**	*Navicula*	**3**
Chlamydomonas	**4**	*Nitzschia*	**3**
Chlorella	**3**	*Oscillatoria*	**5**
Cyclotella	**1**	*Pandorina*	**1**
Closterium	**1**	*Phacus*	**2**
Euglena	**5**	*Phormidium*	**1**
Gomphonema	**1**	*Scenedesmus*	**4**
Lepocinclis	**1**	*Stigeoclonium*	**2**
Melosira	**1**	*Synedra*	**2**

2.3.3.2. Su kalitesinin ve trofik yapının sınıflandırılması

Trofik yapı; su özelliği ve baskın fitoplankton kullanılarak Loiraine ve Vollenweider (1981) (Çizelge 2.3.3.2.1), Wetzel (2001) (Çizelge 2.3.3.2.2) ve Peerapornpisal ve ark. (2007) (Çizelge 2.3.3.2.3, Çizelge 2.3.3.2.4) tarafından sınıflandırılmıştır.

Çizelge 2.3.3.2.1. Toplam fosfor, toplam azot, klorofil-a ve secchi derinliği dikkate alınarak su kalitesinin değerlendirilmesi (Loiraine ve Vollenweider, 1981)

Değişkenler	(Ortalama yıllık değerler)	Oligotrofik	Mezotrofik	Ötrofik	Hiperötrofik
Toplam fosfor (mg/m^3)	Ortalama	8.0	26.7	84.4	
	x±1s.d.	4.85-13.3	14.5-49	38-189	
	x±2s.d.	2.9-22.1	7.9-90.8	16.8-424	750-1200
	aralık	3.0-17.7	10.9-95.6	16.2-386	2
	n	21	19 (21)	71 (72)	
Toplam azot (mg/m^3)	Ortalama	661	753	1875	
	x±1s.d.	371-1180	485-1170	861-4081	
	x±2s.d.	208-2103	313-1816	395-8913	100-150
	aralık	307-1630	361-1387	393-6100	2
	n	11	8	37 (38)	
Klorofil-*a* (mg/m^3)	Ortalama	4.2	16.1	42.6	
	x±1s.d.	2.6-7.6	8.9-29	16.9-107	
	x±2s.d.	1.5-13	4.9-52.5	6.7-270	
	aralık	1.3-10.6	4.9-19.5	9.5-275	
	n		4.9-19.5	9.5-275	
Secchi derinliği (m)	Ortalama	9.9	4.2	2.45	
	x±1s.d.	5.9-16.5	2.7-7.4	1.5-4.0	
	x±2s.d.	3.6-27.5	14-13	0.9-6.7	0.4-0.5
	aralık	5.4-28.3	1.5-8.1	0.8-7.0	2
	n	13	20	70 (72)	

Çizelge 2.3.3.2.2. Su özelliği ve baskın fitoplankton kullanarak trofik yapının sınıflandırılması (Wetzel, 2001)

GENEL GÖL TROFİSİ	SU ÖZELLİKLERİ	BASKIN ALGLER	DİĞER SIK ORTAYA ÇIKAN ALGLER
Oligotrofik	Hafif asidik; çok tuzlu	Desmidler *Staurodesmus*, *Staurastrum*	*Sphaerocystis*, *Gloeocystis*, *Rhizosolenia*, *Tabellaria*
Oligotrofik	Hafif alkali nötr; besince fakir göller	Diyatomlar, genellikle *Cymbella* ve *Tabellaria*	Bazı *Asterionella* spp., bazı *Melosira* spp., *Dinobryon Chrysophyceae*
Oligotrofik	Hafif alkali nötr; besin bakımından fakir ya da besinin azaldığı mevsimlerde verimli göller	Chrysophyceae'ler-den özellikle *Dinobryon*, bazı *Mallomonas*	Diğer Chrysophyceae'ler, örn: *Synura*, *Uroglena*, Diatom *Tabellaria*
Oligotrofik	Hafif alkali nötr; besince fakir göller	*Chlorococcales Oocystis* ya da *Chrysophyceae*'den *Botryococcus*	Oligotrofik diyatomlar
Oligotrofik	Hafif alkali nötr; genellikle besin az artik sığ göllerde yaygın	Dinoflagellatlar, özellikle bazı *Peridinium* ve *Ceratium* spp.	Küçük *Chrysophyceae*'ler ve *Cryptophyceae*'ler ve diyatomlar
Mezotrofik ya da Ötrofik	Hafif alkali nötr; yıllık dominant ya da bazı mevsimlerde ötrofik göller	Dinoflagellatlar, bazı *Peridinium* ve *Ceratium* spp.	*Glenodinium* ve birçok diğer algler
Ötrofik	Genellikle besince zengin alkali göller	Yıl boyunca diyatomlar, özellikle *Asterionella* spp., *Fragilaria crotonensis*, *Synedra*, *Stephanodiscus* ve *Melosira granulata*	Birçok diğer algler özellikle yılın sıcak dönemlerinde yeşil ve mavi yeşil algler; oldukça yüksek çözünmüş organik maddenin artışında desmidler
Ötrofik	Genellikle alkali; besince zengin; sıcak göllerin sıcak dönemleri ya da besince zengin tropikal göller	Mavi yeşil alglerden özellikle *Anacystis* (=*Microcystis*) *Aphanizomenon*, *Anabaena*	Diğer mavi yeşil algler; eğer organik olarak zenginleşmiş yada kirlenmiş ise *Euglenophyceae*'ler bulunur.

Çizelge 2.3.3.2.3. Su kalitesi değerlerine göre gölün trofik yapısı ve su kalitesi (Peerapornpisal ve ark., 2007)

ORTALAMA	TROFİK STATÜ	GENEL SU KALİTESİ
1.0 – 2.0	Oligotrofik	Temiz
2.1 – 3.5	Oligo-Mezotrofik	Orta temiz
3.6 – 5.5	Mezotrofik	Orta
5.6 – 7.5	Mezo-Ötrofik	Orta kirli
7.6 – 9.0	Ötrofik	Kirli
9.1 – 10.0	Hiperötrofik	Çok kirli

Çizelge 2.3.3.2.4. Dominant cinslerin listesi (Peerapornpisal ve ark., 2007)

Cins	Değer	Cins	Değer	Cins	Değer
Actinastrum	5	*Dictyosphaerium*	7	*Nitzschia*	9
Acanthoceras	5	*Dimorphococcus*	7	*Oocystis*	6
Amphora	6	*Dinobryon*	1	*Oscillatoria*	9
Anabaena	8	*Encyonema*	6	*Pandorina*	6
Ankistrodesmus	7	*Epithemia*	6	*Pediastrum*	7
Aphanocapsa	5	*Euastrum*	3	*Peridiniopsis*	6
Aphanothece	5	*Eudorina*	6	*Peridinium*	6
Aulacoseira	6	*Euglena*	10	*Phacus*	8
Bacillaria	7	*Eunotia*	2	*Phormidium*	9
Botryococcus	4	*Fragilaria*	5	*Pinnularia*	5
Centritractus	4	*Golenkinia*	5	*Planktolyngbya*	7
Ceratium	4	*Gomphonema*	6	*Pseudoanabaena*	7
Chlamydomonas	6	*Gonium*	6	*Rhizosolenia*	6
Chlorella	6	*Gymnodinium*	6	*Rhodomonas*	8
Chroococcus	6	*Gyrosigma*	7	*Rhopalodia*	5
Closterium	6	*Isthmochloron*	5	*Scenedesmus*	8
Cocconeis	6	*Kirchneriella*	5	*Staurastrum*	3
Coelastrum	7	*Melosiera*	5	*Staurodesmus*	3
Cosmarium	2	*Merismopedia*	9	*Stauroneis*	5
Crucigenia	7	*Micractinium*	7	*Strombomonas*	8
Crucigeniella	7	*Micrasterias*	2	*Surirella*	6
Cryptomonas	8	*Microcystis*	8	*Synedra*	6
Cyclotella	2	*Monoraphidium*	7	*Synura*	8
Cylindrospermopsis	7	*Navicula*	5	*Tetraedron*	6
Cymbella	5	*Nephrocytium*	5	*Trachelomonas*	8
				Volvox	6

2.4. Mühendislik Metotların Çevre ve Su Kirliliğinde Kullanımı

Sanayi ve endüstrileşmenin yoğun olduğu bölgelere yakın su kaynaklarında kontrol mekanizması olarak çevre yönetim araçları kullanılabilmektedir. Çevre yönetim araçları, elde edilen bilgi ve verileri değerlendirerek halka, yöneticilere, karar mekanizmalarına, iş dünyasına sonuçların iletilmesini sağlamaktadırlar (Storsdieck ve Zimmermann, 1994; Erdmenger, 1998). Ekolojik risk değerlendirmesi, nihai problem çözümü olmasa da (Bartell, 1997) farklı ekosistemlere uygulanabilecek en önemli çevre yönetim araçlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Wenger ve ark., 2000; Serveiss, 2002).

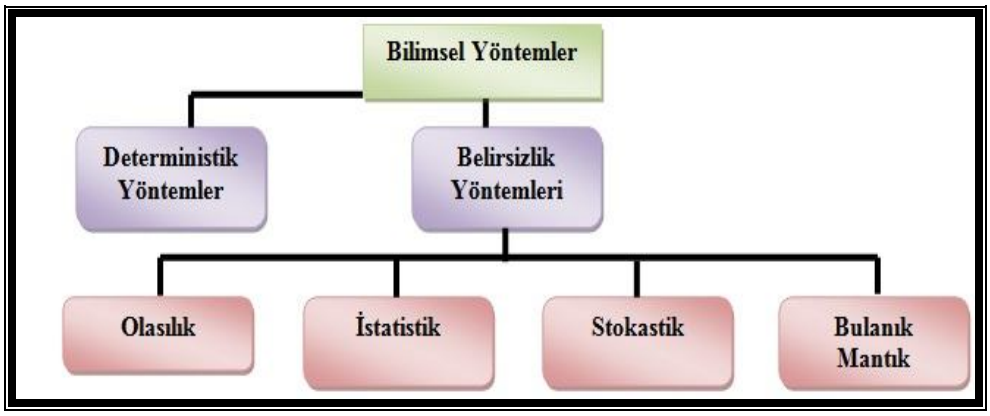
Ekolojik risk değerlendirme; çevre yönetimi ile ilgili kararların geliştirilmesi, bilimsel bilginin toplanması, organize edilmesi ve sunulması için gereken bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Serveiss, 2002).

Ekolojik risk değerlendirme araçları olarak günümüzde birçok klasik metot kullanılmakla beraber, su kaynaklarında risk değerlendirme açısından mühendislik modellemelerinin uygulanması oldukça yenidir.

Mühendislik yaklaşımlarla elde edilebilen tüm sayısal ve sözel bilgiler çözüm algoritmasına katılarak incelenen olayın kontrolünde anlamlı çözümlere ulaşılmaktadır. Son yıllarda insanların sunduğu sözel bilginin sayısal hale getirilerek bilgisayarlar ve algoritmalar tarafından algılanarak hesaplamalarının yapılabilmesi için yapay zeka tekniği geliştirilmiştir. Yapay zeka tekniği matematik ve aksiyomlu yaklaşımlardan bağımsız bir çözüm algoritmasını temsil eder (Şen, 2001). Yapay zeka hakkında çeşitli tanımlar mevcuttur. Tüm araştırmacıların üzerinde anlaştığı bir tanım olmamakla birlikte yapay zeka; "insana özgü zeka davranışlarını araştıran, bilgilerin saklanmasında ve işlenmesinde veri yapıları, algoritmalar, programlama dilleri ve teknolojileri gibi bilgi işlem yöntemlerini kullanan bir bilim dalıdır" şeklinde tanımlanabilir (Çetiner ve ark., 1998). Yapay zeka alanında bilim adamlarının üzerinde çalıştığı Robotik, Doğal Ara Birim Uzman Sistemler, Genetik Algoritma, Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları gibi bir çok yapay zeka tekniği vardır.

Kirletilmiş suların kalite değerlendirmesi; yalnızca sulardaki kirlilik unsurlarının etkilerinin belirlenmesinde değil sınırlı su kaynaklarının sürdürülebilirliği için önemli teorik bilgilerde sağlamaktadır. Su kalitesinin değerlendirilmesinde birçok kirlilik indeks metotları kullanılmaktadır. Bu metotlar; farklı derecelerdeki su kirliliğinin miktarını ve farklılığını gösteren kesin limitleri tanımlamaktadır. Fakat her bir su kirleticisinin kararsızlığından dolayı kalite değerlendirmelerinde, risk ile ilişkili bir belirsizlik mevcuttur. Belirsizlik sınıflandırma diyagramlarında kesin sınırların yer alması, bu diyagramların kullanımını zorlaştırmaktadır. Bu belirsizlik yüzünden bazı çevre araştırıcıları bulanık mantık tabanlı ileri değerlendirme metotları üzerinde çalışmaya yönelmek zorunda kalmıştır.

Son 30 yıla kadar olan çalışmalarda sadece iki çıktılı olan Aristo mantığı kullanılmıştır (Kişi ve ark., 2003). Aristo mantığına göre sadece siyah veya beyaz çıktılarından bir tanesini tercih etmek gereklidir. Oysa ki insanın düşünce sisteminde arada olan değişik derecede gri tercihlerin de yapılması söz konusudur. İşte buna imkan verecek olan, bulanık (fuzzy) mantık ve ondan kaynaklanan sistemlerdir (Şekil 2.4.1)



Şekil 2.4.1. Bulanık Mantığın Bilimsel Yöntemlerdeki Yeri (Şen, 2001)

Bulanık mantık yaşamın belirsizliklerinin üstesinden gelmek için kullanılan muhakeme metodudur. Bulanık mantığın altında yatan temel fikir günlük kullandığımız birçok kavramın belirsiz oluşudur. Örneğin hava sıcak denildiğinde herkes kesin olarak 'hava' kelimesinin günlük hayattaki kullanımını anlamaktadır. Ancak 'sıcak' kelimesinin ifade ettiği anlam izafi olarak birbirinden farklı olabilir. Kutuplarda bulunan bir kişinin sıcak için 15°C algılamasına karşılık ekvator civarındaki bir kişi için 35°C bulabilir. Arada birçok kişinin görüşü olarak başka derecelerde bulunur. Böylece 'sıcak'kelimesinin altında insanlarında ima ettiği sayısal anlayışın bir sonucu olarak belirsiz bir durum vardır. Bu şekilde kelimelerin ima ettikleri belirsizliklere bulanıklık denir (Şen, 2001).

Bu şekli ile insan yaşamında kesinliğin olmadığı her alanda bulanık mantık kullanımı daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Bu kesinlik olgusu ile de bulanık mantık klasik mantıktan ayrılmaktadır. Klasik mantıkta sınıflandırma kesinlik içerir. Bir eleman ya bir kümenin içindedir ya da dışındadır. Hâlbuki bulanık mantıkta bir eleman birden fazla kümenin içersinde olabilmektedir. Bulanık mantık, bulanık denetleyiciden oluşmaktadır (Şekil 2.4.2).



Şekil 2.4.2. Bulanık Mantığın Çalışma Şeması

1.Giriş/Veri Tabanı: İncelenecek olan olayın maruz kaldığı girdi değişkenlerini ve bunlar hakkındaki tüm bilgileri içerir. Buna veri tabanı veya kısaca giriş adı da verilir.

2. Bulanıklaştırıcı: Sistemden alınan denetim giriş bilgilerini dilsel niteleyiciler olan sembolik değerlere dönüştürme işleminin yapıldığı bölümdür.

3. Bulanık Kural Tabanı: Veri tabanındaki girişleri çıkış değişkenlerine bağlayan mantıksal, EĞER-İSE türünde yazılabilen bütün kuralların tümünü içerir.

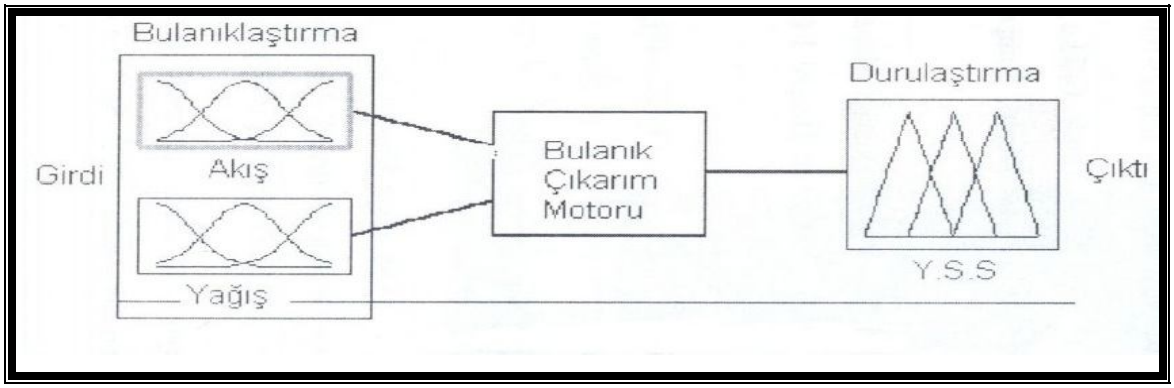
- Sürücü adayına hız şu kadar km'ye varınca gaza şu kadar miktar bas denilecek yerde,eğitim sırasında

'EĞER hız düşük İSE gaza fazlaca bas'veya 'EĞER hız yüksek İSE gaza az bas'gibi kurallar söylenir.

4. Durulaştırma: Bulanık çıkarım motorunun bulanık küme çıkışları üzerinde ölçek değişikliği yapılarak gerçek sayılara dönüştürüldüğü birimdir.

5. Çıkış: Bilgi ve bulanık kural tabanlarının bulanık çıkarım vasıtasıyla etkileşimi sonucunda elde edilen çıktı değerlerinin topluluğunu belirtir (Şen, 2003).

6. Bulanık Çıkarım Motoru: Bulanık kural tabanında giriş ve çıkış bulanık kümeleri arasında kurulmuş olan parça ilişkilerin hepsini bir araya toplayarak sistemin bir çıkışlı davranmasını temin eden işlemler topluluğunu içeren bir mekanizmadır. Bu motor her bir kuralın çıkarımlarını bir araya toplayarak tüm sistemin girdileri altında nasıl bir çıktı vereceğinin belirlenmesine yarar. Çoklu girdiler kural tabanı ve çıkarım motoru ile işlenerek tek çıktı haline dönüştürülür (Şekil 2.4.3).



Şekil 2.4.3. Mamdani tipi Bulanık Modelleme

Yapay zeka metotlarından biri olan bulanık mantığın su mühendisliği alanında kullanımı çok fazla olmamakla birlikte giderek yaygınlaşmaktadır (Chang ve Chen, 2001; Xiong ve ark., 2001).

Su kalitesinin gözlemlenmesi, tek başına önemli bir değer taşımaz. Belirli bir değere sahip kirlilik parametresi ancak doğal olarak plan seviyeleri ve yönetmelikler hakkında bilgi bulunduğunda anlam kazanır (Icaga, 2007). Geleneksel su kalite yönetmelikleri keskin kümeler ile belirlenen kalite sınıflarını içerir ve farklı sınıflar arasındaki sınırların içsel olarak anlaşılması güç olur (Silvert, 2000). Üst ve alt limitler içeren metotların iki belirsizliği bulunmaktadır. Öncelikle, geleneksel su kalite değerlendirme yöntemleri süreksiz bir form kullanırlar. Bu sınıflandırma tekniği, bu yaklaşım kullanıldığında bir parametrenin sınırlara yakın ya da uzak olması derişim değerlendirmesinde eşit önem taşıyacağından, veri ile ilgili olarak kaba ve kesinliği olmayan bir yaklaşıma neden olabilir. İkinci olarak, her kalite parametresi dört sınıftan birine ait olabilir. Yani tüm parametreler tek bir sınıf içerisinde bulunamazlar. Tek bir örnekleme bölgesinden oluşturulmuş çeşitli kalite sınıflarının varlığı söz konusu örnekleme bölgesinin kalite tanımlamasında belirsizliğe yol açabilir (Icaga, 2007).

Bulanık mantık, gözlemler arası uyuşmazlık ve kesin değer yargılarına ihtiyaç duyulması gibi sık karşılaşılan pek çok problemi çözerek çevresel dizinlerin geliştirilmesi alanında uygulanabilir. Genellikle su kalitesini tanımlayan bir sayısal ölçek kullanan ve parametre değerlerini çeşitli kalite özelliklerine toplayan bir alternatif yöntem sağlayan bulanık sentetik değerlendirme, çevresel kalite değerlendirmelerinde 1990'lardan beri kullanılmakta ve üzerinde çalışılmaktadır (Ludwig ve Tulbure, 1996; Liou ve ark., 2003; Liou ve Lo, 2005).

Suların ağır metal birikiminin belirlenmesi ile ilgili olarak bulanık mantıkla yapılmış fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada bulanık (fuzzy) mantık ilkeleri kullanılarak klasik sınıflandırmanın yanı sıra farklı bir açıdan ağır metal kirliliğinin değerlendirilmesi yapılacaktır.

3. ARAŞTIRMA ALANININ ÖZELLİKLERİ

3.1. Konya İlinin Su Kaynakları

Apa Baraj Gölünün sınırları içerisinde yer aldığı Konya ilinin su kaynakları ve rezervlerinin son durumu şu şekilde verilmiştir. İlde en önemli ve en çok kullanılan su kaynağı yeraltı suyu, yüzey suyu ve pınar suyudur. DSİ 4. Bölge Müdürlüğü verilerine göre 2012 Konya su kaynakları çizelge 3.1.1.'de verilmiştir.

İldeki su kaynakları özellikle son yıllarda birçok baskı ve olumsuz etki altındadır. Yağışın ve su kaynaklarının azlığı, iklim değişikliği ve yaşanan kuraklık, sanayinin gelişmeye başlaması ve endüstriyel atıksu deşarjları, arıtılmayan evsel atıksu deşarjları, tarımsal amaçlı bilinçsiz su tüketimi, tarımdan kaynaklanan atıksular, yer altı suyunun azalması, katı atık depolama sorunu bu baskı ve etkilerin başlıcalarıdır. Konya Ovasında sulu tarıma geçilmesi ile birlikte yeraltı ve yerüstü su kaynakları önemli ölçüde baskı altına girmiştir. Özellikle yeraltı suyunun aşırı kullanımı sonucu yer altı suyu seviyeleri hızla düşmektedir (Çevre Durum Raporu, 2012).

3.2. Araştırma Alanının Coğrafi Konumu ve Gölün Özellikleri

Çalışma alanı olarak seçilen Apa Baraj Gölü, Çarşamba suyu tarafından beslenir. Çarşamba suyu kapalı havza akarsularının en önemlilerindendir. Beyşehir Gölü'nden çıkan su Seydişehir ovasına girer ve ova boyunca uzanır. Su Kisecik Köyü yakınlarına kadar doğal yatağı izler. Oradan Suğla Gölüne buradan da kayaboğazına gelir. Avdan köprüsü altında Bozkırdan gelen kuvvetli bir kol ile birleşerek Apa Baraj Gölü'ne ulaşır. Apa Kasabası içinden geçerek Dineksaray kasabasından sonra Çumra Ovası ve son olarak Hotamış Gölü'ne dökülür (Saraçoğlu, 1990).

Çumra ilçesi sınırları içinde yer alan Apa Baraj Gölü 37°35'97''Kuzey 32°54'54''Doğu boylamları arasında Çarşamba suyu üzerinde Apasaraycık Köyü ile Apa Kasabası arasında 29.83 metre yüksekliğinde zonlu toprak dolgu tipinde %90 sulama %10 taşkınları önlemek için inşa edilmiştir. Baraj Gölü 1963 yılında işletmeye açılmıştır (Çimen ve Karakurt, 1998). Toprak dolgu tipi olan barajın gövde hacmi 1.327.000 m³, normal su kotunda göl hacmi 169 hm^3, normal su kotunda gölalanı 12.60 km²'dir. 97.015 hektarlık bir alana sulama hizmeti vermektedir (Çizelge 3.2.1.).

Çizelge 3.1.1. Konya İli Su Kaynakları Potansiyeli (Çevre Durum Raporu, 2012)

	hm^3/yıl						
Yerüstü Suyu (İl çıkışı toplam ortalama akım)	2.939	**Doğal Göl Yüzeyleri**	167.640 ha	**Baraj Rezervuarı Yüzeyleri**	3.348 ha	**Seddelemeli Rezervuar Yüzeyleri**	6.797 ha
Uludere	143.2	Beyşehir Gölü	58.000 ha	**Apa Barajı**	1.260 ha	Çavuşçu Depolaması	2.797 ha
Beyşehir Gölü	446	Tuz Gölü	78.536 ha	May Barajı	677 ha	Suğla Depolaması	4.000 ha
Çavuş Deresi	37.4	Hotamış Gölü	22.600 ha	Altınapa Barajı	298 ha		
Süberte Çayı	117.9	Ereğli Akgöl	8.504 ha	Sille Barajı	34 ha		
Çarşamba Çayı	164.8	Akşehir Gölü	Bölge müdürlüğü görev alanı içerisinde değildir	İvriz Barajı	483 ha		
Zanapa Deresi	233.6			Derebucak Barajı	78 ha		
May Deresi	53.6			Bağbaşı Barajı	464 ha		
Meram Çayı	51			Damlapınar Barajı	54 ha		
Sille Deresi	2						
İnsuyu Deresi	14.7						
Göksu Nehri	818.7						
Yunak Gökpınar Deresi	223.2						
Ilgın Deresi	124						
Bakırpınarı, Zengi, Beşgöz Kaynakları	36.4						
Yeraltı Suyu (İldeki Toplam Rezerv)	1.508						
Toplam Su Potansiyeli	4.447						

Çizelge 3.2.1. Apa Baraj Gölü'nün Genel Bilgileri

Apa Baraj Gölü	
Yer	Konya
Amaç	Sulama
Nehir	Çarşamba Çayı
Gövde dolgu tipi	Toprak
Yükseklik	29.80
Göl Hacmi	169 hm^3
Göl Alanı	12.60 km^2
Yıllık İçme Suyu	- hm^3

Yağış miktarına göre Beyşehir Gölü'nden her yıl bilhassa kış aylarında Apa Baraj Gölü'ne su gönderilir. Apa Baraj Gölü'nde biriktirilen bu su yaz aylarında Çumra ovasını sulaması için gönderilir. Apa Baraj Gölü Konya-Bozkır arasında olup Konya iline 70 km, Çumra ilçesine 25 km uzaklıktadır. Maksimum derinliği 26 m, denizden yüksekliği 1013 m'dir. Baraj bulunduğu yer itibariyle alüvyonlardan, kireç taşlarından ve killerden oluşmaktadır. Alüvyon ve kireç taşlarının fazla olması sonucu su kaçağı çok fazladır (Şekil 3.2.1).

Baraj gölü çevresi kısmen ağaçlandırılmıştır. Bilhassa gövdeye yakın kısımda her iki yakada ağaçlandırma yapılmıştır. Baraj gölü etrafında balıkların yumurta bırakabilecekleri sazlık veya kamışlık yoktur. Fakat omnivor beslenme özelliğine sahip olan balıklar için bol miktarda su altı bitkisi mevcuttur (Mert, 2002).

Baraj gölü kıyısında D.S.İ. ve Selçuk Üniversitesi tesisleri ile piknik alanları mevcuttur. Apa Baraj Gölü'nün yakın çevresindeki kasabalarda balıkçılık yapılmaktadır. Gölde gün geçtikçe azalsa da Sazan (*Cyprinus carpio* L.), Tatlı Su Kefali (*Leuciscus cephalus*, L.) ve Sudak (*Tizostedion lucioperca* L.) avcılığı yapılmaktadır. Bu baraj gölüne 2 tür aşılama yapılmıştır. Bunlardan birincisi *Cyprinus carpio* (Sazan, Aynalı Sazan, Kültür Sazanı), Sazan ticari balıkcılık, geniş ölçekte yapılan yetiştiricilik, sportif balıkçılık bakımından önemli bir türdür (Şekil 3.2.2.). Bazen de istilacı bir tür özelliği kazanmakta (dünyadaki istilacı ilk 100 canlı türü içinde yer alıyor) ve girdiği ekosistemlere zarar vermektedir. Sazan, aşılandığı bazı yerlerde geniş bir yayılışa ulaşarak, vejetasyonu tahrip etmekte, beslenme esnasında bitkileri kökünden söküp, sedimenti karıştırarak bulanıklığa ve oksijen düşmesine yol açmaktadır. Bazı bölgelerde de yerli balıkların yumurtaları için potansiyel bir predatör olarak kaydedilmektedir. Bu nedenlerle zararlı bir tür olarak değerlendirilmektedir (Welcomme, 1988; USGS, 2004). Sazanın aşılandığı kaynaklarda meydana gelen bu değişimleri her zaman bu balığa bağlamak mümkün değildir. Çünkü aşılamayı takiben kaynaklara olan insan müdahaleleri, kirlenme, yanlış kullanım, ötrifikasyon habitatlarda yıkıcı etkiler yapmakta, meydana gelen değişmelerle bazı türler ortadan kalkmakta bu olumsuzluklar da sazana yüklenmektedir (Welcomme, 1988). Türkiye'de aşılandığı kaynaklardan başlıcaları arasında Apa Baraj Gölü bulunmaktadır (Çetinkaya, 2006).



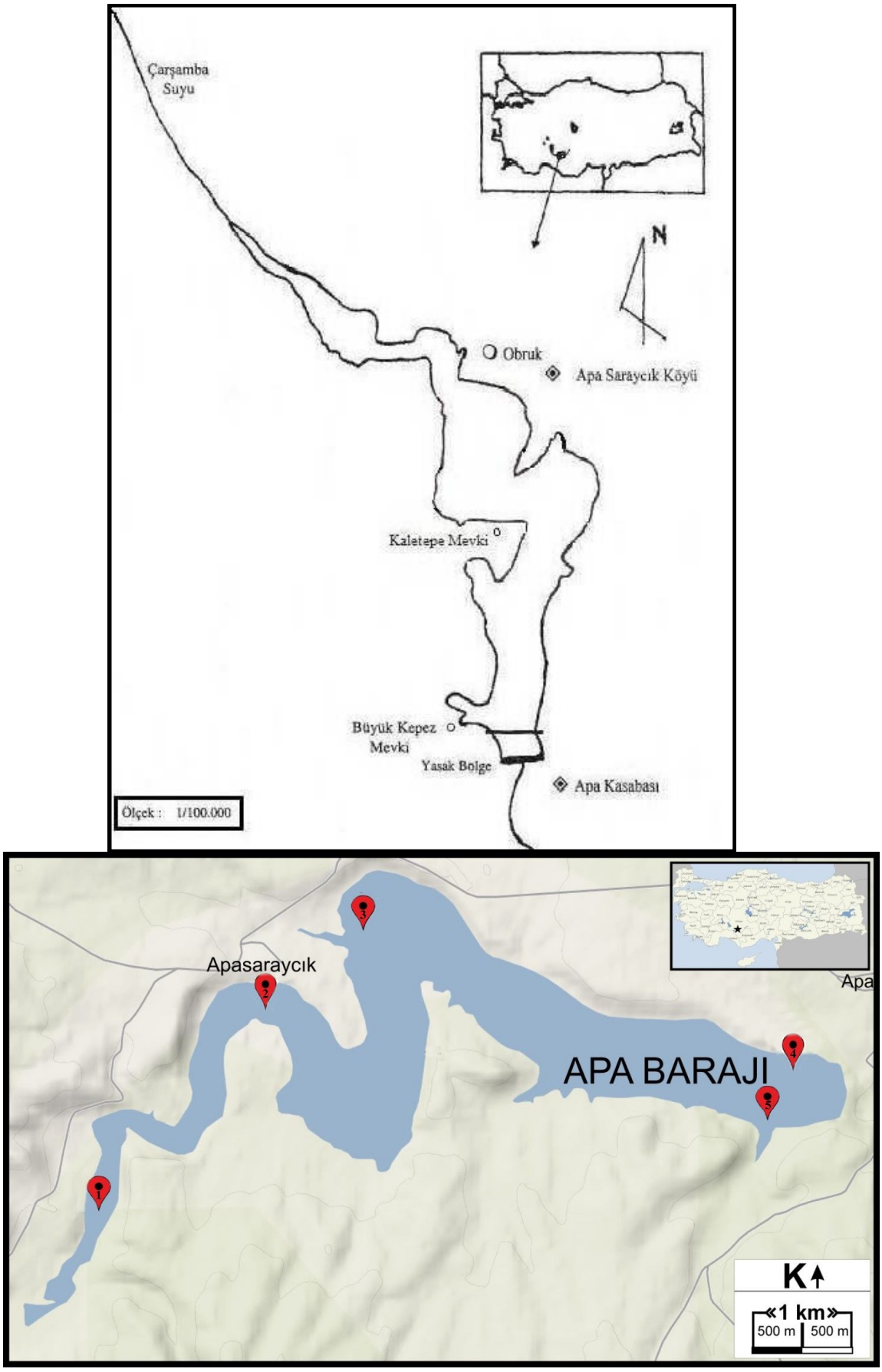
Şekil 3.2.2. *Cyprinus carpio* (Sazan, Aynalı Sazan, Kültür Sazanı)

Aşılanan diğer tür ise, *Tizostedion lucioperca*: PERCIDAE (Syn=*Sander lucioperca*, *Lucioperca lucioperca*) (Sudak, Ak Levrek, Dişli Balık)'dır. Sudak yayılış alanı içinde değerli bir ticari balıktır. Spor balığı olarak kalitesi birçok Avrupa ülkesine götürülüp aşılanması sonucunu doğurmuştur. Aşılama çalışmalarına predatör karakteri nedeniyle şiddetle karşı çıkılmış olmakla birlikte, aşılamaların çoğunun su ekosistemlerine bir fauna elemanı ilavesi, özellikle avcılar ve balıkçılık yönetimi açısından başarılı olmuştur. Ancak bu aşılamalara korumacılar tarafından karşı çıkılmıştır.

Sudak aşılanan kaynaklarda çoğu zaman populasyonlar oluşmakta, ticari ve sportif balıkcılık gelişmektedir. Ancak İngiltere de Great Ouse nehrine aşılanan sudakların nehrin yerli türleri olan Turna ve Tatlı Su Levreği populasyonlarında azalmaya yol açtığı bildirilmektedir (Welcomme, 1988). Diğer birçok ülkelerde de olumsuz etkiler görülmüştür (Anonymous, 2006). Türkiye'de aşılandığı kaynaklardan başlıcaları arasında Apa Baraj Gölü bulunmaktadır (Şekil 3.2.3) (Çetinkaya, 2006).



Şekil 3.2.3. *Tizostedion lucioperca* (Sudak, Ak Levrek, Dişli Balık)



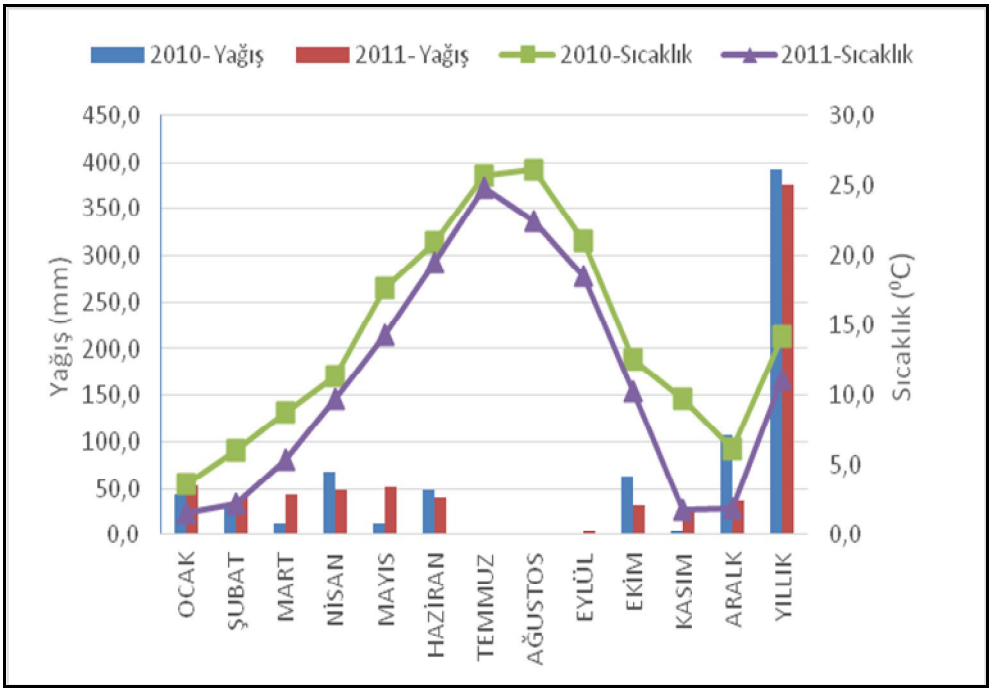
Şekil 3.2.1. Apa Baraj Gölü'nün coğrafik konumu ve örnek alma istasyonları

3.3. Meteorolojik ve İklimsel Özellikler

İç Anadolu bölgesinin güney kısmında yer alan Konya'da kışlar sert, soğuk ve kar yağışlı, yazlar sıcak ve kurak geçer. Yıllık ortalama sıcaklık 11.5°C'dir. Rastlanan en yüksek sıcaklık 40°C, en düşük ise -28.2°C'dir. Yılın ortalama 10 gününde sıcaklık -10°C'den düşüktür. Don olayı görülen gün sayısı 100'dür. Don 14 Eylül ile 15 Mayıs arasında görülebilir. Ortalama nisbî nem 60'tır. Konya'da yaklaşık 23 gün sisli geçer ve Türkiye'de bu konuda başta gelir. Bunda şehrin bir çanak içinde kurulmuş olmasının da büyük rolü vardır (Anonim, 2014a).Apa Baraj Gölü'nün Ocak 2010-Aralık 2011 sıcaklık ve yağış değerleri çizelge 3.3.1 ve şekil 3.3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.3.1. Arazi çalışması boyunca Apa Baraj Gölü ve çevresinin ortalama sıcaklık ve yağış değerleri (Meteoroloji genel müdürlüğü)

AYLAR	2010- Yağış	2011- Yağış	2012- Yağış	2010-°C	2011-°C	2012-°C
OCAK	43.6	52.9	37.1	3.7	1.6	-1.3
ŞUBAT	33.3	40.1	-9999	6.1	2.3	-1.9
MART	12.1	44.2	-9999	8.8	5.4	4.3
NİSAN	67.4	48.0		11.4	9.7	
MAYIS	12.4	52.5		17.7	14.3	
HAZİRAN	47.9	39.5		20.9	19.5	
TEMMUZ	0.0	-9999		25.7	24.9	
AĞUSTOS	-9999	1.0		26.1	22.5	
EYLÜL	1.6	3.8		21.0	18.6	
EKİM	62.6	32.1		12.6	10.3	
KASIM	4.2	29.2		9.8	1.8	
ARALIK	106.8	24.9		6.2	1.9	
-9999 Yağış Yoktur. // Boşluk:Yağış Ölçümü Yapılmamıştır.						



Şekil 3.3.1. (Ocak 2010-Aralık 2011) Konya ilinin Çumra ilçesindeki ortalama sıcaklık ve toplam yağış grafiği

3.4. Örnek Alma İstasyonları

Apa Baraj Gölü bentik algleri, kıyı bölgesi fitoplanktonu ve bunların mevsimsel değişimlerini, göl suyunun klorofil-*a* miktarı ile fiziksel ve kimyasal özelliklerini tespit etmek amacıyla gölden beş örnek alma istasyonu belirlenmiştir. Arazi çalışması iki yıl boyunca (Ocak ve Şubat aylarında iklim şartlarından dolayı örnek alınamamıştır) örnekleme yapılarak tamamlanmıştır. Araştırma süresince, Mart 2010-Mart 2012 tarihleri arasında aylık periyotlarla bu beş istasyondan kıyı bölgesi fitoplankton örneklemesi için, kıyıdan yaklaşık 5 m açıktan yüzeyin hemen altından su örnekleri alınmıştır. Epifitik alglerin örneklemesi, istasyonlardan su bitkileri toplanarak yapılmıştır. Epipelik alg örneklemesi için istasyonlardan kıyıdan sediment örneği alınmıştır. Epilitik alg örneklemesi için ise istasyonlardan taş örneği alınmıştır.

İstasyonların araştırma alanındaki konumları ve görünümleri (Şekil 3.4.1-3.4.5) şu şekildedir.

İstasyon-1: Koordinatı 37°20'42''K enlemi, 32°27'31''D boylamındadır. Çarşamba çayının giriş yaptığı kısımdır. İstasyon zemini yumuşak kahverengi çamurla kaplıdır.



Şekil 3.4.1. Birinci İstasyondan Görünüm

İstasyon-2: Koordinatı 37°22'11''K enlemi, 32°28'55''D boylamındadır. Apasaraycık köyünün sınırı olduğu bölgedir. İstasyon zemini yumuşak kahverengi çamur ve taşlarla kaplıdır.



Şekil 3.4.2. İkinci İstasyondan Görünüm

İstasyon-3: Koordinatı 37°22'28''K enlemi, 32°29'36''D boylamındadır. Apasayacık Köyüne 10 km uzaklıktaki taşlık bölgedir. İstasyon zemini kahverengi çamur fakat çok az bulunmaktadır. Bu bölge tamamen taşlarla kaplıdır.



Şekil 3.4.3. Üçüncü İstasyondan Görünüm

İstasyon-4: Koordinatı 37°21'22''K enlemi, 32°32'10''D boylamındadır. Apa Barajı dinlenme tesisinin tam karşı tarafında olan boğaz şeklindeki bölgedir, aynı zamanda barajın su depolama olan kısmıdır. Zemini yumuşak kahverengi çamurla kaplıdır.



Şekil 3.3.4. Dördüncü İstasyondan Görünüm

İstasyon-5: Koordinatı 37°21'49''K enlemi, 32°32'21''D boylamındadır. Apa Barajı dinlenme tesisinin olduğu bölgedir, aynı zamanda barajın su depolama olan kısmıdır.



Şekil 3.4.5. Beşinci İstasyondan Görünüm

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Algolojik Özellikler

4.1.1. Planktonik algler, epipelik, epifitik ve epilitik algler

4.1.1.1. Planktonik algleri inceleme metodu (örnek alma, sayım ve teşhis)

Apa Baraj Gölü'nün kıyı bölgesi planktonik alglerinin kalitatif ve kantitatif incelenmesi ve mevsimsel değişimini tespit etmek amacıyla, belirlenen beş istasyondan yüzey (0-20 cm) suyundan 1'er litre su örneği alınmıştır. Laboratuvara getirilen su örnekleri organizmaların homojen olarak dağılması için iyice çalkalanmış ve daha sonra her istasyon için 1 litrelik kavanozlara boşaltılmıştır. Su içerisindeki organizmaların boyanarak tespit edilmesi ve dibe çökmesi için her kavanoza lugol (IKI) ilave edilip (1/100 oranında) 5-7 gün bekletilmiştir. Daha sonra kavanozlar sarsılmadan ince U şeklindeki cam boru ile sifonlama yapmak suretiyle kavanozda 100 ml su kalıncaya kadar üstteki berrak kısım boşaltılmıştır. Bu işlemden sonra 24 saat daha bekletilmiş, 9 ml su örneği kalıncaya kadar üstteki berrak kısım boşaltılmış ve 10 ml'lik ölçü silindirine aktarılarak üzerine 1 ml formol (%4'lük) eklenmiştir. 24 saatin sonunda sedimantasyon örnekleri 2 ml'ye indirgenmiştir. Geriye kalan kısım ependorf tüplerine aktarılarak sayım işlemine kadar saklanmıştır.

Sayım işlemi sırasında Thoma lamı kullanılmıştır. Bu Sayım lamı 1 mm x 1 mm ölçütlerindedir. Thoma lamında 16 büyük kare, her büyük karede 25 küçük kare olmak üzere toplam 400 küçük kare vardır. Sayım bu karelerde yapılır. Sayım sırasında sayılan türlerin yoğunluğuna ve büyüklüğüne göre bazen sayım kamarasının tamamı bazen de belirlenen hücreler sayılır. Sayımlarda her ipliksi alg ve koloni bir fert kabul edilip değerlendirilmiştir. Organizma sayısı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Organizma sayısı/ml = A × SF × 10000

A: 16 büyük karede sayılan hücre sayısı (4.1)

SF: Seyreltme faktörü

10000: 0.1 mm^3'deki sayım sonucunu 1 ml'deki sayıya dönüştürmek ve standart sonuç elde etmek için kullanılan bir değişmezdir.

Sayımda genellikle büyük karelerin tümü dikkate alınmaz. Genellikle çaprazlama 8 büyük kare sayılıp sonuç 2 ile çarpılır (1ml=1cc=1cm^3=10000×0.1 mm^3).

Planktonik alglerin teşhis edilmeleri için 1litrelik su örnekleri Whatman GF/A süzgeç kâğıtlarından süzülmüştür. Süzgeç kâğıdının yüzeyinde toplanan algler lamel ile kazınarak su veya %10'luk gliserin çözeltisi içinde kapatılması ile geçici preparatlar hazırlanmıştır. Hazırlanan bu geçici preparatlar araştırma mikroskobunda incelenerek alglerin teşhisi yapılmıştır.

4.1.1.2. Epipelik algleri inceleme metodu (örnek alma ve teşhis)

İstasyonlarda sedimanlar üzerinde bulunan epipelik alg komünitesini kalitatif olarak incelemek için; 1 cm çapında, 100 cm uzunluğundaki bir cam borunun bir ucu baş parmakla kapatılmış, diğer ucu suya sokularak sedimanlar üzerinde yatay olarak hafifçe gezdirilmek suretiyle cam borunun içine çamurlu suyun girmesi sağlanarak örnek toplanmıştır. Bu çamurlu su, 500 ml'lik ağzı geniş kavanozlara boşaltılmıştır. Cam boru birçok defa örnek alma yerinin sedimanları üzerinde gezdirilerek yeterli miktarda çamurlu suyun alınması sağlanmıştır. Her örnek alma tarihinde mümkün olduğunca aynı miktarda örneğin alınmasına dikkat edilmiştir.

Alınan epipelik örnekler laboratuvarda bekletilerek (yaklaşık 3 saat), çökmüş olan çamurların üstündeki su dikkatle dökülmüş, kavanozlar çalkalanarak içlerindeki çamurlu su örneği 10 cm çapındaki petri kutularına boşaltılmıştır. Petri kutularına konan çamurun çökmesi için 1 saat beklendikten sonra çamurun üzerine çıkan fazla su ince uçlu bir pipet yardımıyla dikkatlice çekilmiş, çamurun nemli yüzeyine 22×22 mm'lik 6 lamel yerleştirilerek ışığın dik geldiği bir yerde ertesi güne kadar bekletilmiştir. Fototaksi hareketi ile çamurun yüzeyine çıkarak lamellerin alt yüzeylerine yapışan algler, lamellerin iki damla %40'lık gliserin içine kapatılması ile elde edilen geçici preperatlarda incelenmiş ve diyatomeler dışındaki algler teşhis edilmiştir. İncelemeden sonra lameller yıkanarak %4'lük formaldehit ile fiske edilmiştir.

Diyatomelerin teşhisinde kullanılan rafe ve sitria gibi yapıların net olarak görülebilmesi için içeriğindeki organik maddeyi uzaklaştırmaya yarayan asit ile kaynatma metodu kullanılmıştır (Round, 1973). Bu amaçla, petri kutusunda çamur üzerindeki kalan lameller 50 ml'lik beher içerisinde saf su ile yıkanarak diatome kabuklarının çökelmesi için bir süre beklenmiş, ardından üst kısımda kalan fazla su döküldükten sonra, beherlere eşit miktarda nitrik asit (HNO_3) ve sülfürik asit (H_2SO_4) karışımı ilave edilmiştir. Bu karışım 15-20 dakika çeker ocakta kaynatıldıktan sonra diyatome kabuklarının asitten temizlenmesi için saf su ile yıkanmıştır. Asitten

uzaklaştırılan diyatome kabukları kurutulup "Entellan" ortam kapatma maddesi ile daimi preparat haline getirilmiştir. Preparatlarda lamelin ortasından geçen düz hat üzerinde en az 100 diyatome sayılarak türlerin bolluk dereceleri ölçülmüştür (Sladeckova, 1962).

4.1.1.3. Epifitik algleri inceleme metodu (örnek alma ve teşhis)

Epifitik alg komünitesini kalitatif olarak incelemek için, istasyonlardan, üzerinde epifitik algleri ihtiva eden su içine batık bitkilerin (*Myriophyllum spicatum* L) yaprak ve gövdelerinden örnekler toplanarak temiz bir kavanoza konulmuştur. Laboratuvara getirilen örnekler kavanoz içine bir miktar temiz su konularak ağzı kapatılmış ve birer dakikalık sürelerle 3 dakika boyunca kavanozun her yönde güçlü bir şekilde çalkalanmasıyla epifitik alglerin bitkiden ayrılması sağlanmıştır. Kavanozun içindeki bitkiler sıkılıp alındıktan sonra, epifitik alg içeren solüsyon %4'lük formaldehit ile fiske edilmiştir. Diyatomeler dışındaki algler geçici preperatlarla, diyatomeler ise daimi preparatlar hazırlanarak teşhisleri yapılmıştır.

4.1.1.4. Epilitik algleri inceleme metodu (örnek alma ve teşhis)

Su içerisinde bulunan farklı büyüklükteki taşlar toplanarak laboratuara getirilmiştir. Daha nemleri kurumadan üzerlerindeki algler kazınarak geçici preparatlar hazırlanmıştır. Yapılan bu geçici preparatlarda diyatome dışındaki algler tanımlanarak kaydedilmiştir. Diyatomelerde ise, içlerindeki organik maddelerden kurtarıldıktan sonra daimi preparatlar yapılarak incelenip tanımlamaları yapılmıştır. Her preparatta en az 100 diyatome sayılarak, türlerin bolluk derecesi hakkında karar verilmiştir (Sladeckova, 1962) .

Alglerin teşhisinde ilgili kaynaklardan yararlanılmıştır (Hustedt, 1930; Huber-Pestalozzi, 1938; Huber-Pestalozzi, 1942; Huber-Pestalozzi, 1950; Starmach, 1966; Prescott, 1973; Lind ve Brook, 1980; Komarek ve Fott, 1983; Komarek ve Anagnostidis, 1986; Anagnostidis ve Komarek, 1988; 1989; Popovski ve Pfiester, 1990; Krammer ve Lange-Bertalot, 1991a; 1991b; 1999; Cox, 1996; Hartley, 1996; Komarek ve Anagnostidis, 1999; John ve ark.,2003; Wehr ve Sheath , 2003; Krammer, 2003; Tsarenko ve ark., 2006). Teşhis edilen türlerin güncel sistematik kategorilerini kontrol

etmek için, algaeBase alg veri tabanından tür listesi güncellenmiş ve tür listesi buna göre düzenlenmiştir (Guiry, 2012).

Alglerin incelenmesinde Olympus marka CX31 model araştırma mikroskobu ve Nicon Eclipse 80 i mikroskop kullanılmıştır. Fotoğraf çekimleri Olympus marka Camedia C-5060 model fotoğraf makinası ve Nikon digital sight DS-Fi1 fotoğraf makinası ile yapılmıştır. Şekiller ve fotoğraf çalışmanın sonunda ekler bölümünde sunulmuştur. Mevcut türlerin otörleri (author) sonuçlar bölümünde belirtildiği için eklerde tekrar yazılmamıştır. Ölçümler mikrometre (μm) cinsinden verilmiştir.

4.2. Sıklık ve Pigment Analizleri

4.2.1. Kıyı bölgesi planktonik ve bentik alglerin sıklık analizinin hesaplanması

Kıyı bölgesi planktonik ve bentik alglerin sıklık analizi (F) hesaplanmıştır. Bir türün araştırma bölgesinde bulunma yüzdesi o canlının sıklığını verir. Aşağıdaki formül kullanılarak alglerin sıklık analizi hesaplanmıştır.

Sıklık (F) = (Na /Nn) x 100 (4.2)

Na: A türünü içeren örnekleme sayısı

Nn: Tüm örnekleme sayısı

4.2.2. Kıyı bölgesi fitoplankton biyolojik kütlesinin (biomas) pigment analizi ile ölçümü

Göl suyundaki klorofil-*a* miktarını tespit etmek için, kıyı bölgesinde belirlenen beş istasyondan yüzeyin hemen altından 1 litrelik su örnekler alınarak soğuk zincirle aynı gün içinde laboratuvara getirilmiştir. Örnekler Whatman GF/C cam elyaf filtre kâğıdından vakum yardımıyla süzülmüştür. Süzüntünün bulunduğu filtre kağıdı bükülerek kapaklı santrifüj tüpüne yerleştirilmiştir. Bu şekilde derin dondurucuda analiz yapılıncaya kadar bekletilmiştir. Analiz yapılacağı zaman tüpün içine 10 ml %90'lık aseton (Merck) ile klorofilin feofitin oluşturmasını önlemek için yaklaşık 0.2-0.3 g susuz $MgCO_3$ (Merck) ilave edilmiştir.

Daha sonra 24 saat tekrar buzdolabında bekletilen karışım, son olarak Whatmann-GF/A filtre kağıdından geçirilip elde edilen süzüntü sırasıyla 665, 645 ve 630 nanometre dalga boyunda Hach-Lange markalı DR 2800 model spektrofotometrede

ölçülmüş, ardından klorofil- *a* miktarı Richard and Thomson (1952) tarafından ortaya konan ve Parsons and Strickland (1963) tarafından absorbsiyon katsayıları yeniden düzenlenen aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır.

$$\text{Klorofil-}\ a\ (\text{mg/m}^3) = \frac{v\ (11{,}6 \times D_{665} - 0{,}14 \times D_{630} - 1{,}31 \times D_{645})}{I x V} \qquad (4.3)$$

V= Ölçümler için süzülen göl suyunun hacmi (lt)

v= Ekstraksiyon için kullanılan aseton hacmi (ml)

l= Spektrofotometre küvetinin çapı (cm)

4.3. Gölün Trofik Yapısının ve Su Kalitesinin Belirlenmesi

4.3.1. Carlson (1977)'un trofik statü indeksinin (TSI) hesaplanması

Apa Baraj Gölü'nün iki değişkenine (klorofil-*a* yoğunluğu, toplam fosfor içeriği) ait trofik durum indeks değerleri aşağıdaki basit eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır (Carlson, 1977). Formüldeki toplam fosfor ve klorofil-*a* yoğunluklarının birimleri mikrogram/litre (µg/l) olarak alınmıştır.

Klorofil-*a* (kl-*a*) yoğunluğu trofik indeks değerinin hesaplanması:

$$TSI(\text{kl-}a) = 9.81 \times \ln(\text{kl-}a) + 30.6 \qquad (4.4)$$

Toplam fosfor (TP) trofik indeks değerinin hesaplanması:

$$TSI(TP) = 14.42 \times \ln(TP) + 4.15 \qquad (4.5)$$

Bu iki değişkene göre ortalama TSI'nın hesaplanması aşağıdaki formüle göre yapılır.

$$TSI(ORT) = [TSI(\text{kl-}a) + TS(TP)]/2 \qquad (4.6)$$

4.3.2. Fitoplankton bileşik oranının (FBO) hesaplanması

Nygaard (1949)'ın Fitoplankton Bileşik Oranı (FBO)'nı yeniden düzenleyen Ott ve Laugaste (1996)'ın belirttiği şekilde FBO hesaplanmıştır.

$$FBO = \frac{Cyanophyta + Chlorococcales + Centrales + Euglenophyceae + Cryptophyta + 1}{Desmidiales + Chrysophyceae + 1} \qquad (4.7)$$

4.3.2.1. Diğer fitoplankton indeksleri

Çalışmamızda baraj gölünün trofi durumunu belirlemek amacıyla FBO (Fitoplankton Bileşik Oranı) dışında çeşitli araştırıcılar tarafından önerilen fitoplankton indeksleri kullanılmıştır. Bu indekslerin isimleri ve hesaplama formülleri aşağıda verilmiştir (Rawson, 1956; Brugam 1979).

Diatom İndeksi 1: Centrik diyatom /Pennat diyatom

Diatom İndeksi 2: Centrik diyatom ort. org. sayısı /Pennat diyatom ort. org. sayısı

***Cyanophyceae* İndeksi:** *Cyanophyceae*/*Desmidales*

***Chlorophyceae* İndeksi:** Chlorococcales/*Desmidales*

Stockner Diatom indeksi: *Araphidinea Diatomophyceae*/*Centric Diatomophyceae*

4.3.3. Palmer'ın kirlilik indeksine göre gölün trofik seviyesinin belirlenmesi

Sayım sonuçlarına göre ml'de 50 ve daha fazla kaydedilen taksonların çizelge 2.4.3.1.1'de Palmer (1969)'ın belirttiği cinslerin değerleri toplanarak organik kirliliğin miktarı ve göletin trofik yapısı belirlenmiştir.

4.3.4. Dominant cinslere göre gölün trofik seviyesinin belirlenmesi

Dominant cinslere göre göllerin trofik seviyesinin ve su kalitesinin belirlenmesinde Peerapormpisal ve ark. (2007)'ın yöntemi uygulanmıştır (Çizelge 2.3.3.2.3.). Cinslerin değerlerine göre aşağıdaki formül uygulanmış ve çizelge 2.3.3.2.4.'deki değere göre gölün su kalitesi ve trofik durumu belirlenmiştir.

$$D_{ort} = \frac{\text{1.Cins değeri + 2.Cins değer + 3. Cins değeri +…}}{\text{Toplam Cins Sayısı}} \qquad (4.8)$$

4.4. İstatistiksel Analizler

Sucul ekosistemlerde biyomas tayini için yapılan sayım, biyohacim, biyokütle, pigment analizi gibi çalışmaların yanı sıra, gelişen bilgisayar teknolojisinden de faydalanılarak istatistikî çalışmaların sayısı günümüzde artmaya başlamıştır. Fitoplankton dağılışı ile çevresel faktörler arasındaki ilişkileri daha iyi tespit etmek için

ve gerçekçi sonuçlar elde etmek amacıyla çok çeşitli istatistiksel programlarda yer alan çok değişkenli analizlerden oldukça sık yararlanılmaya başlanmıştır.

Örnekleme ayları arasındaki tür kompozisyonu farklılıklarının ve fitoplankton grup yapısındaki değişimlerin (örneğin türlerin varlığı ve bollukları) belirlenebilmesi için Bray-Curtis benzerlik indeksi kullanılarak kümeleme analizi, tür çeşitliliğini ve dağılımını belirlemek için Shannon-Weaver Çeşitlilik İndeksi, Pielou Düzenlilik İndeksi ve Simpson indeksleri yapılmıştır. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde BioDiversity Professional 2.0 (Mcaleece, 1997) paket programı kullanılmıştır.

Fiziko-kimyasal parametreler ve fitoplankton komünitesi arasındaki ilişkiyi belirlemek içinde, SPSS 15.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Bu program üzerinde pearson korelasyon matriks analizi (Pearson Corelasyon Matrix -PCA) uygulanmıştır.

4.4.1. Kümeleme analizi (cluster analizi)

Alglerin kompozisyonu ve mevsimsel değişimlerinin açıklanmasında, nümerik metotlardan kümeleme analizi yöntemiyle alglerin toplam organizma miktarlarının aylara göre gruplandırılması Bray-Curtis benzerlik indeksi kullanılarak yapılan bir istatistiksel işlemdir.

Kümeleme analizi (Cluster analizi), günümüzde artık yaygın olarak kullanılan ve benzerlik seviyelerine göre yapılan bir gruplandırma metodudur (Pielou, 1994). Başka bir ifadeyle kümeleme analizi, x veri matrisinde yer alan ve doğal gruplamaları kesin olarak bilinmeyen birimleri ya da değişkenleri birbirleri ile benzer olan alt kümelere ayırmaya yardımcı olan yöntemler topluluğudur. Kümeleme analiz birimleri değişkenlikler arası benzerlik ya da farklılıklara dayalı olarak hesaplanan bazı ölçülerden yararlanarak homojen gruplara bölmek için kullanılır (Özdamar, 2003).

4.4.2. Shannon-weaver çeşitlilik indeksi

Sucul ekosistemdeki tür çeşitliliğini ve dağılımını belirlemek ve ortamda meydana gelen değişimlere karşı organizmaların cevaplarını saptamak için istasyonlarda alg komünitelerinin çeşitliliği Shannon-weaver çeşitlilik indeksi kullanılarak hesaplanmıştır. Kullanılan indekslerde ölçüm yapılan ortamdaki tür sayısı ve her bir türün birey sayısı dikkate alınmaktadır. Bu çalışmada seçilen istasyondaki

planktonik alglerin her ay için tür sayısı ve her bir türün birey sayısı dikkate alınmaktadır. Elde edilen verilerle Shannon-Weaver Çeşitlilik İndeks değerleri (H') hesaplanmıştır (Shannon ve Weaver, 1949).

Sucul ekosistemlerde biyolojik çeşitliliğinin hesaplanmasında en yaygın olarak kullanılan indeks Shannon-Weaver İndeksi (H')'dir ve aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$H' = -\sum_{i=s} \left(\frac{n_i}{N}\right) x \log_2 \left(\frac{n_i}{N}\right) \quad (4.9)$$

N:Toplam birey sayısı

S:Farklı türlerin sayısı

n_i: i inci örnekte birey sayısı

Shannon düzenlilik indeksi, çeşitlilik indeksinin tür sayısına bölünmesiyle elde edilir. Türlerin nisbi bolluğu (düzenlilik) sıfır civarında ise bu düşük çeşitliliği (düzenlilik) ya da yüksek tek tür dominantlığını, 1 civarında ise her türün eşit bolluğunu veya maksimum düzenliliğini gösterir (Routledge, 1980; Alatalo, 1981).

4.4.3. Pielou düzenlilik indeksi (evenness)

Bu indeks istasyonda bulunan türler arasında yalnız birey sayılarının nasıl dağıldığını, düzenliliğini ve homojenliğini göstermektedir. Kommünite içinde az sayıda baskın türlerin varlığı indeks değerini önemli oranda düşürmektedir. Değerin 1'e yakın çıkması düzenli ve sıfıra yakın çıkması ise düzensiz dağıldığını gösterir. Bu indeks asağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır (Jorgensen ve ark, 2005).

J´:Düzenlilik indisi

J´=H´/H´max

H´=hesaplanan Shannon-Weiner indeksi

H´max=maksimum çeşitlilik H´max= $\log_2$ (S),

S=Toplam tür sayısı

$$J' = \frac{H'}{\log(S)} \quad (4.10)$$

4.4.4. Simpson indeksleri

Bu indeks bir nisbi bolluk (oranlama) indeksidir ve n/N olasılık oranı karelerinin toplanmasıyla elde edilir. Bu indeks kommunitenin birim alanda bulunan her türe ait

biyokütle miktarının kullanılarak tanımlanmasını sağlar. Bu indekslerde değerler 0 ile 1 arasında değişir. Simpson dominantlık indeksinde değer yüksek olursa o ekosistemde baskınlık yüksek, buna karşılık tür çeşitliliği az demektir (Odum ve Barrett, 2005; Gökmen, 2007). Simpson dominantlık indeksinde tür sayısı ne kadar çok ve düzenli dağılırsa değer sıfıra yakın, tür sayısı az ve dominantlık yüksekse bulunan değer 1'e yakın çıkar.

Simpson dominantlık indeksi (Simpson index) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır (Jorgensen ve ark., 2005).

$$D = \sum_{i=1}^{S} P_i^2 \qquad (4.11)$$

S, kommunitedeki toplam tür sayısını yani tür zenginligini ifade etmektedir. Pi, her bir türün biyokütle veya sayı olarak bütün içerisindeki oranıdır.

Simpson tür çeşitliliği indeksi (Simpson reciprocal index) (1/D) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır (Jorgensen ve ark., 2005, Gökmen, 2007).

$$D = 1/\sum_{i=1}^{S} P_i^2 \qquad (4.12)$$

Simpson tür çeşitliliği indeksinde D'nin büyüklüğü tür zenginliğine ve bireylerin türler arasında ne denli eşit sayıda dağıldığının bir göstergesi olan denkliğe bağlıdır. Çok sayıda türden oluşan ancak birey sayısının türler arasındaki dağılımının dengesiz olduğu bir kommunite düşük D değerine sahip olurken, daha aza türden oluşan ancak birey sayısının türler arasında daha dengeli olduğu bir kommunite daha yüksek D değerine sahip olabilir (Jorgensen ve ark., 2005, Gökmen, 2007).

4.5. Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerin Saptanması ve Kullanılan Gereçler

Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi suyunun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelemek için yerinde ve laboratuvarda analizler yapılmıştır. Su sıcaklığı, pH, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, istasyonlarda anlık ölçüm yapılmıştır. Bulanıklık ölçümleri, alınan numuneler fazla bekletilmeden laboratuvara getirilmiştir ve

ölçümler turbidimetre cihazıyla gerçekleşmiştir. Kimyasal parametrelerin analizi ise istasyonlardan alınan su örneklerinde laboratuvar ortamında spektrofotometrik olarak yapılmıştır.

4.5.1. Sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen ve iletkenlik ölçümleri

Apa Baraj Gölü'nün sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, iletkenlik, Mart 2010 ile Mart 2012 (Ocak ve Şubat ayları iklim şartlarından dolayı örnek alınımı yapılamamıştır) tarihleri arasında 20 ay süreyle yapılmıştır. Tüm istasyonlar için gerçekleştirilen bu ölçümler, her ay düzenli olarak çalışma sırasında yerinde yapılmıştır. Örnek alımı sırasında, yüzey suyu için gerçekleştirilen bu ölçümlerde HACH LANGE marka HQ40d modelli multiparametre ölçüm cihazı kullanılmıştır (Şekil 4.5.1.1). Ölçüm sırasında ilgili cihaza ait elektrotlar su içerisine daldırılarak sabit değerler elde edilinceye kadar beklenilmiş ve daha sonra elde edilen bu değerler kaydedilmiştir.

Bulanıklık ölçümleri laboratuvarda Hach Lange 2100 AN marka turbidimetre cihazıyla yapılmıştır.

4.5.2. Askıda katı madde (AKM) tayini

AKM tayini için beş istasyondan 1'er litre su örneği alınmıştır. Örnek su filtre işleminden önce çalkalanarak, 1 saat 105°C'de etüvde bekletilmiş ve hassas olarak tartımı alınmış 0.45 µm göz açıklığındaki Whatman GF/C marka filtre kâğıdından milipore filtre sistemi yardımı ile süzülmüştür. Filtre kâğıdı üzerinde kalmış muhtemel tuz kristallerini çözmek için 1 ml saf su kullanılmıştır. Daha sonra filtre çıkarılarak alüminyum bir plaka üzerine alınmış, etüvde 105°C'de 1 saat kurutulmuştur. Daha sonra desikatörde 15 dakika soğutulup hassas terazide tartılmıştır. Aşağıdaki formül kullanılarak AKM miktarı ölçülmüş, sonuç mg/l cinsinden hesaplanmıştır. Eğer su bulanık ve kirli ise 250 veya 500 ml su örneği filtre edilmiştir (APHA, 1985).

AKM(mg/l)=[(A-B)×1000]/örnek hacmi (ml)

A: Filtre + kalıntı ağırlığı (mg) (4.13)

B: Filtre ağırlığı (mg)



Şekil 4.5.1.1. Multiparametre cihazından bir görünüm

4.5.3. Kimyasal analizlerin tespiti

Kimyasal analiz ölçümleri için su numuneleri 1 l'lik plastik şişelere kıyıya yakın bölgeden ve suyun yüzey kısmından alınmıştır. Alınan su örneklerinden amonyum, fosfat, klorür, magnezyum, nitrat, nitrit, potasyum, sülfat ve su sertliği ölçümleri Hach Lange DR 2800 markalı spektrofotometrede uygun kitler kullanılarak yapılmıştır. Suda çözünmüş halde bulunan ağır metallerin belirlenebilmesi için örnekler önceden ağırlığı tartılmış 0.45 µm gözenek çapındaki Milipore filtre kâğıdından süzülmüştür. Filtre edilmiş su örneği sırasıyla deterjan, su, nitrik asit, Mili-Q su ile temizlenmiş cam şişelerde %2 (v/v) konsantre nitrik asit ile asitlendirilerek 4 °C'de buz dolabında korunmuştur (Nguyen ve ark., 2005). Ağır metallerden Alüminyum (Al), Bakır (Cu), Çinko (Zn), Demir (Fe), Kadmiyum (Cd), Kobalt (Co), Krom (Cr), Kurşun (Pb), Mangan (Mn), Nikel (Ni) ölçümleri Hach Lange DR 2800 markalı spektrofotometrede uygun kitler kullanılarak yapılmıştır. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOI_5) 20 °C'ye sabitlenmiş Velp Scientifica FTC 90 markalı soğutmalı etüvde 5 gün boyunca manyetik karıştırıcılarla karıştırılan suda Velp Scientifica markalı B.O.D. sensör cihazlarıyla kayıt edilmiştir. Klorofil-*a* ölçümleri laboratuvarda Hach Lange DR 2800 markalı spektrofotometreyle yapılmıştır.

4.6. Bulanık Mantık Hesabı

MATLAB® (2010) paket programının bulanık mantık araç kutusu kullanılmıştır. Bulanık mantığın hesaplamasında Mamdani matematiksel modeli uygun görülmüştür. Çünkü Mamdani modeli daha sezgiseldir ve yorumlamaya dayalı veri girişleri için daha uygundur. Ekolojik çalışmalarda insan tecrübesi ve gözlemi sonuçların yorumlanmasında çok önemlidir.

Araştırma sonucunda su örneklerindeki ağır metal birikim değerlerinin sınıflandırılması geleneksel su kalite değerlendirme metotlarından farklı olan günümüzde su kalite sınıflandırılması için kullanılmaya başlanan mühendislik metodu olan yapay zeka temeline dayanan bulanık mantık tabanlı yöntem ile yapılmıştır. Bulanık mantığın su kalite parametrelerine uygunluğu değerlendirilmiştir (Çizelge 4.6.1).

Çizelge 4.6.1. Su Kalite Parametrelerinden Ağır Metal Değerleri (SKKY, 2008)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
Alüminyum (Al) (mg/l)	0.3	0.3	1	> 1
Bakır (Cu) (µg/l)	≤20	50	200	> 200
Çinko (Zn) (µg/l)	200	500	2000	> 2000
Demir (Fe) (µg/l)	300	1000	5000	> 5000
Kadmiyum (Cd) (µg/l)	3	5	10	> 10
Kobalt (Co) (µg/l)	10	20	200	> 200
Krom (Cr) (µg/l)	≤20	50	200	> 200
Kurşun (Pb) (µg/l)	10	20	50	> 50
Mangan (Mn) (µg/l)	100	500	3000	> 3000
Nikel (Ni) (µg/l)	≤20	50	200	> 200

Su kalitesinin değerlendirmesinde birçok kirlilik indeks yöntemi kullanılmaktadır. Fakat alt ve üst limitleri içeren değerlendirme parametrelerinin kullanıldığı geleneksel su kalitesi değerlendirme yöntemlerinin iki bilinmeyeni vardır. Bunlardan birincisi, geleneksel yöntemlerin kabataslak ve veriler hakkında hiçbir kesinliği bulunmayan bir yaklaşıma sebebiyet vermeleridir. Çünkü ölçülen parametre değerinin tabloda yer alan sınırlara olan uzaklığı veya yakınlığı göz önünde bulundurulmamaktadır. İkincisi ise, her kalite parametresinin dört kategoriden birine ait olma zorunluluğudur. Aksi takdirde, tek bir örnekleme alanında farklı kalite sınıflarının varlığı adı geçen örnekleme alanının kalitesinin tanımlamasında belirsizliğe yol açacaktır (Icaga, 2007). Bu gibi belirsizlikler bazı araştırmacıları bulanık mantık tabanlı su kalitesi değerlendirme yöntemlerine yöneltmiştir (Sönmez ve ark., 2013; Icaga, 2007; Taheriyoun ve ark., 2010; Hao ve ark., 2012).

5. BULGULAR

5.1. Göl Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Apa Baraj Gölü'nde kıyı bölgesinde seçilen istasyonlardan alınan yüzey suyu örneklerinde Mart 2010-Mart 2012 tarihlerinde aylık olarak yapılan fizikokimyasal analiz sonuçları çizelge 5.1.1'de verilmiştir.

5.1.1. Fizikokimyasal özellikler

5.1.1.1. Su sıcaklığı (°C)

Göl suyu sıcaklığı gölün coğrafik konumuna, derinliğine, alanına, mevsimlere, soğurduğu güneş enerjisi miktarına ve içinde bulunan erimiş madde miktarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Ayrıca göl suyunun, mevsimsel olarak buharlaşma ile ve göle giren ve çıkan sular nedeniyle sıcaklığı değişebilir. Suyun fiziksel özelliklerinden olan yüksek özgül ısıya sahip olması ve maksimum yoğunluğa +3.98 °C'de ulaşması canlılığın devamı için gereklidir. Oksijen gibi bazı gazların çözünürlükleri sıcaklığın artışıyla ters orantılı olarak azalır. Yüksek sıcaklıkların yaşandığı yaz aylarında, artan biyolojik aktiviteye karşı azalan oksijen çözünürlüğü nedeniyle göldeki canlılık faaliyetleri olumsuz yönde etkilenmektedir.

Apa Baraj Gölü'nde araştırma süresince ölçülen en düşük su sıcaklığı 2010 Aralık ayında 4.5 ºC, en yüksek su sıcaklığı 2010 Temmuz ayında 29.3 ºC olarak ölçülmüştür. Ortalama su sıcaklığı ise 16.36 ºC olmuştur.

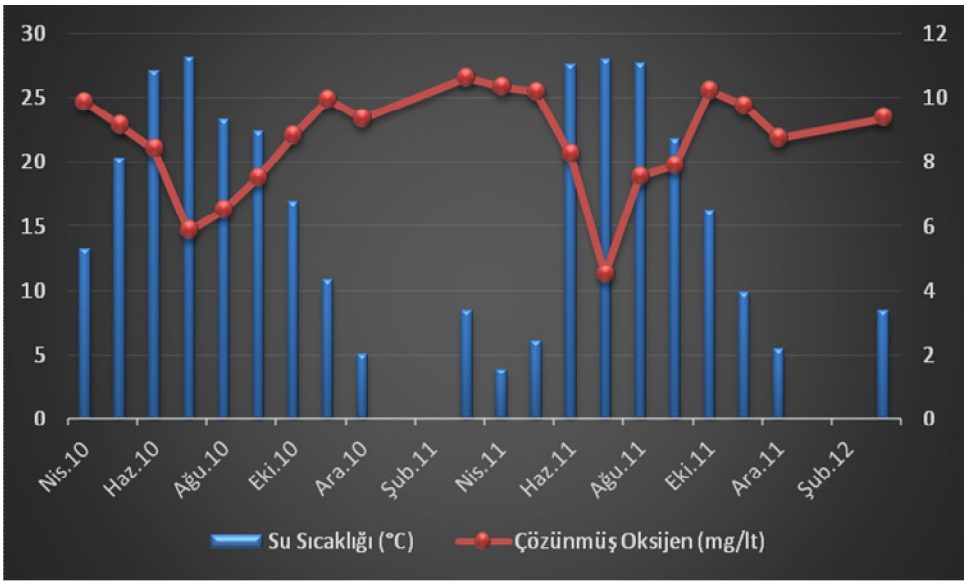
5.1.1.2. Çözünmüş oksijen (DO, mg/ l)

Sularda bulunan en önemli maddelerden biri oksijendir. Oksijen hem sucul ortamdaki metabolik olayların düzenleyicisi hem de suyun kalitesinin bir göstegesidir. Sucul ortamlarda yaşayan canlılar hayatlarını sürdürebilmek için gerekli olan enerjiyi oksijenden faydalanarak üretebilirler. Oksijenin sudaki çözünürlüğünün az olması nedeniyle, sucul ortamdaki oksijen havaya oranla daha az bulunmaktadır. Örneğin aynı hacim ve kısmi basınçtaki hava ile karşılaştırıldığında sudaki oksijen atmosferdeki oksijenin 1/5-1/20'si kadardır. Ayrıca çözünmüş oksijen suyun kirlilik miktarına da

bağlıdır. Sudaki canlıların metabolizma olaylarında kullandığı oksijen o an suda bulunan çözelti halindeki oksijendir, H_2O'da bulunan oksijen değildir. Suda saptanan oksijen miktarı; o andaki suyun sıcaklığına, su yüzeyiyle temasta olan atmosferdeki gazların kısmi basıncına, sudaki çözünmüş tuz yoğunluğuna ve diğer biyolojik olaylara bağlıdır.

Su örneklerinde yapılan ölçümlerde en düşük çözünmüş oksijen değeri 2011 Temmuz ayında 4.36 mg/l, en yüksek çözünmüş oksijen değeri 2011 Mart ayında 11.3 mg/l olarak ölçülmüştür. Ortalama çözünmüş oksijen değeri ise 8.59 ºC olmuştur.

Şekil 5.1.1.2.1'de çözünmüş oksijen ve su sıcaklığı arasındaki ilişki ve mevsimsel değişim görülmektedir.



Şekil 5.1.1.2.1. Apa Baraj Gölü'nde su sıcaklığı ve çözünmüş oksijenin mevsimsel değişimi

5.1.1.3. pH

Sudaki yaşam dögüsünün devam edebilmesi için önemli parametrelerden biri de hidrojen iyon konsantrasyonu (pH)'dur. Su içindeki yaşamın devam edebilmesi için pH 4-9 aralığında olmalıdır. Doğal suların büyük bölümü karbonat ve bikarbonat varlığı nedeniyle hafif bazik özelliktedir. Bu nedenle göllerde pH 6-9 arasında değişmektedir. Bazı durumlarda nadir olarak akıntı olmayan ve buharlaşmanın yoğun olduğu göllerde alkali maddelerin birikmesiyle pH 12 dolaylarına kadar yükselebilir. Bunun aksine volkanik göllerde sülfürik asit birikmesiyle pH 2 civarlarına kadar inebilmektedir.

Her canlının yaşayabildiği belli bir pH aralığı vardır. Örneğin balıklar için pH 6.4-8.6 aralığındadır. Bir gölün pH'ı ölçülerek o göldeki serbest CO_2 miktarı ve alkalin veya asidik olduğu saptanabilir. pH ile oksijen arasında ters orantılı bir ilişki vardır. Yüksek pH değerleri örneğin amonyum iyonlarına etki ederek onları amonyağa dönüştürür, toksik etkisi yüksek olan bu madde de balıklar için zararlı olabilmektedir.

Göl suyunun pH değerleri 7.83–9.66 arasında değişmiştir. En düşük değer 2010 Mart ayında 7.83, en yüksek değer ise 2011 Eylül ayında 9.66 olarak ölçülmüştür. Ortalama pH ise 8.49 olarak gerçeleşmiştir.

5.1.1.4. Elektriksel iletkenlik (µS/ cm)

Elektiriksel iletkenlik suyun elektrik akımını iletme kapasitesi veya çözeltinin elektrik akımını geçirmeye karşı gösterdiği dirençtir. Bu özellik suda iyonize olan maddelerin toplam konsantrasyonuna ve sıcaklığa bağlıdır, iyonların yer değiştirme hızı üzerine sıcaklığın etkisi vardır. Kısacası iletkenlik suyun içerdiği çözünmüş iyonların miktarını belirler. Su saflaştıkça iletkenlik azalır. İletkenlik sıcaklık ve tuzluluk artışıyla doğru orantılı olarak artar. Birimi direnç biriminin tersi olup microsiemens/cm'dir. Sulu çözeltilere ait iletkenlik ölçeği, 0.05 µS/cm (25 °C) olan saf su ile başlar. Doğal olarak içme suyu veya yüzey suyu gibi sular, 100-1000 µS/cm aralığında bir iletkenlik değerine sahiptir. Ölçeğin üst ucunda ise bazı asitler ve alkali bileşikler bulunabilir. Yeni damıtılmış damıtık suyun iletkenliği 0.5-2 µS/ cm olur. İçme sularında elektriksel iletkenlik değeri en çok 2000 µS/cm olabilir.

Yapılan iletkenlik ölçümlerinde en düşük değer 2011 Ekim ayında 151.1 µS/cm, en yüksek değer ise 2010 Nisan ayında 218 µS/cm olarak kaydedilmiştir. Ortalama elektiriksel iletkenlik ise 185.05 µS/cm'dir.

5.1.1.5. Bulanıklık değerleri (NTU)

Saf su oldukça berraktır. Şeffaf suda ışık çok az bir kayıpla su altında oldukça derinlere inebilir. Doğal su hiçbir zaman saf su kadar şeffaf değildir; çünkü içinde çözünmüş maddeler, mikroskobik canlılar, askıntı maddeler vb. birçok parçacık bulunur. Berraklığı çeşitli nedenlerle azalan sulara bulanık su adı verilir. Az bulanık sular canlılar için gerekli maddeleri daha fazla taşıdığından, yaşama ortamı olarak daha elverişlidir. Yüksek bulanıklık su altı bitkilerinde ve alglerde fotosentezi azaltır, bitki

büyümesini yavaşlatır. Askıdaki taneciklerin adsorplama kapasiteleri, suda bulunan ve sağlık açısından istenmeyen bazı inorganik ve organik bileşiklerin tutulmasına yol açabilir. Dolayısıyla içme suyunun bulanıklığı ile insan sağlığı arasında dolaylı bir ilişki kurulabilir. Doğal sular 20 NTU seviyesine kadar temiz bir görünümdedir. Bulanıklık 75 NTU'ya ulaştığında suyun görünümü bulutlu bir görünüm alır. Sağlık Baknalığı İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmelik Değerleri'ne göre içme sularının bulanıklığı en fazla 1 NTU seviyesinde olmalıdır.

Bulanıklık ölçümleri laboratuvarda Hach Lange 2100 AN marka turbidimetre cihazıyla yapılmıştır. Apa Baraj Gölü'nde yaptığımız ölçümlerde en yüksek bulanıklık değeri 2010 Eylül ayında 74.5 NTU olarak ölçülmüştür. En düşük ölçüm ise 2010 Temmuz ayında 1.02 NTU olarak ölçülmüştür. Ortalama bulanık ise 20.52'dir.

5.1.1.6. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı değerleri ($BOİ_5$, mg/ l)

$BOİ_5$, aerobik şartlar altında mikroorganizmaların organik maddeleri parçalayarak stabilize etmesi gereken oksijen miktarıdır. Atık su ve yüzey suyu numunelerinde organik kirlenmeyi belirlemede en sık kullanılan parametre 5 günlük BOİ ($BOİ_5$) değeridir. Yaygın kullanımına karşın bu yöntemin bazı dezavantajları vardır; yüksek miktarda aktif ve atık suya alıştırılmış bakteriyel aşı gereksinimi, toksik atık sular için ön arıtma gereksinimi, nitrifikasyonun engellenmesi gereksinimi, sadece biyolojik olarak parçalanabilir maddelerin ölçülebilmesi, uzun zaman gereksinimidir. $BOİ_5$ aerobik oksidasyona dayanır ve besin maddesi olarak kullanılan organik maddelerin, 20 °C'de karışık bir mikroorganizma tarafından tüketilen oksijen miktarının ölçümünü içeren bir yaşam testi olarak bilinir.

Apa Baraj Gölü'nde en yüksek $BOİ_5$ değeri 2011 Eylül ayında 27 mg/l olarak ölçülmüştür. En düşük $BOİ_5$ değeri değeri ise 2011 Nisan ayında 1.3 mg/l olarak ölçülmüştür. Ortalama $BOİ_5$ değeri ise 10.38'dir. Ölçümler Velp Scientifica markalı BOİ sensör cihazlarıyla yapılmıştır.

5.1.1.7. Toplam sertlik

Suyun sertlik derecesi içerdiği erimiş kalsiyum ve magnezyum tuzlarına bağlıdır. Sular bu iyonları topraktan alır. Sular tuzları, erimiş halde bulunan kalsiyum ve magnezyum bikarbonat tuzları, sülfat tuzları, klorür tuzları ve ayrıca az miktarda nitrat

tuzları halinde içerirler. Özellikle bikarbonat ve sülfat tuzları suyun sertliğinde önemli rol oynar. Sular kaynatılınca karbonat tuzları çöker, bu nedenle karbonatların oluşturduğu sertliğe "Geçici Sertlik", diğer tuzların (özellikle sülfatların) oluşturduğu sertliğe de "Kalıcı Sertlik" denir. Sularda Ca için üst sınır 100 mg/l, Mg için 50 mg/l'dir (Dedekayaoğulları ve Önal, 2009).

İçerisinde 10 mg/l Ca tuzu bulunan su "1 Fransız Sertlik Derecesi''ne sahiptir diye tanımlanır. Ülkemizde de kullanılan Fransız sertliğine ve Alman sertliğine göre sularının sertliğinin sınıflanması çizelge 5.1.1.7.1'de verilmiştir.

Çizelge 5.1.1.7.1. Fransız sertliğine ve Alman sertliğine göre sularının sertliğinin sınıflanması

Suyun özellikleri	**Fransız Sertlik Derecesi**	**Alman Sertlik Derecesi**
Çok yumuşak	0-7 Fs°	0-4°dH
Yumuşak	7-15 Fs°	4-8°dH
Orta sert	15-22 Fs°	8-12°dH
Sert	22-32 Fs°	12-18°dH
Çok sert	32-42 Fs°	18-30°dH
Aşırı sert	42< Fs°	30>°dH

Ölçümler Alman sertliğine göre hesaplanmıştır (Çizelge 5.1.1.7.3) ve bu sonuçlar Fransız sertliğine dönüştürülmüştür (Çizelge 5.1.1.7.2). Toplam sertlik Fransız serliğine göre en düşük 2010 Eylül ayında 15.1 F°S, en yüksek 2011 Haziran ayın da 23 F°S olarak kaydedilmiştir. Ortalama toplam sertlik değeri ise 18.04'dür.

Çizelge 5.1.1.7.2. Sertlik derecelerinin dönüşüm tablosu

Unit	mekv/l	°dH (°dH)	°e	°f (°tH)	mg/l $CaCO_3$	gpg $CaCO_3$
1 mekv/l	1	2.805	3.51	5	50	2.924
1°dH(°dH)	0.3536	1	1.25	1.78	17.8	1.042
1 °e	0.2852	0.8	1	1.43	14.3	0.833
1 °f (°tH)	0.2	0.561	0.702	1	10	0.585
1mg/1$CaCO_3$	0.02	0.0561	0.0702	0.1	1	0.0585
1gpg$CaCO_3$	0.342	0.9593	1.2004	1.71	17.1	1

Çizelge 5.1.1.7.3. Apa Baraj Gölü'nde Toplam Sertliğin Fransız Sertliğine Göre Sonuçları

	1. istasyon	2.istasyon	3. istasyon	4 istasyon	5. istasyon	Ort.
Mart 2010	19.6	19.6	21.4	19.6	18.7	19.78
Nisan 2010	22.1	18.9	18.7	21.4	22.1	20.64
Mayıs 2010	18.9	20.1	19.8	20.8	18.9	19.7
Haziran 2010	18.3	19.8	19	19.4	19.9	19.28
Temmuz 2010	18.9	18.2	19	19.9	18.3	18.86
Ağustos 2010	17.8	17.6	17.2	17.4	17.5	17.5
Eylül 2010	15.2	15.1	**15.1**	15.3	15.3	15.2
Ekim 2010	19.6	18.9	20.1	20.5	19.2	19.66
Kasım 2010	17	16.9	16.9	17.1	16.8	16.94
Aralık 2010	17	16.9	16.9	17.1	16.8	16.94
Mart 2011	17.2	17.6	17.1	17.1	17	17.2
Nisan 2011	16.6	16	16	16	16.5	16.22
Mayıs 2011	17.8	17.8	17.6	17.6	17.7	17.7
Haziran 2011	16.6	16.2	20.8	**23**	16.4	18.6
Temmuz 2011	17.1	16.4	17.3	18.2	18.3	17.46
Ağustos 2011	19.5	17.6	17.2	19.2	17.5	18.2
Eylül 2011	17	15.1	16.9	17	15.3	16.26
Ekim 2011	17.8	18.9	20.1	20.5	17.4	18.94
Kasım 2011	18.8	16.9	18.7	18.8	18.6	18.36
Aralık 2011	20.5	18.7	16.9	18.6	16.8	18.3
Mart 2012	17.2	17.6	17.1	17.1	17	17.2

5.1.2. Besin tuzları

5.1.2.1. Amonyum değerleri (NH_4^+-N, mg/l)

Çoğu kimyasalın arıtım yöntemleriyle sulardan uzaklaştırılmasına rağmen çözünmüş amonyumun uzaklaştırılmasında yeterli başarı sağlanamamaktadır. Genellikle kirlilik içeren sular alınmasıyla canlı vücuduna giren yüksek konsantrasyonlardaki çözünmüş amonyum varlığı insan sağlığı için ciddi tehlikelere neden olmaktadır. (Kurama ve Poetzschke, 2002).

Amonyum azotu 0.032–3.157 mg/l arasında değişim göstermiştir. En düşük 2011 Ağustos ayında, en yüksek ise 2011 Mart ayında tespit edilmiştir. Ortalama amonyum azotu 0.64 mg/l'dir.

5.1.2.2. Nitrit azotu (NO_2-N mg/l)

Su kirlenmesi olaylarında çoğunlukla azotlu maddeler ilk aranması gereken kirlilik unsurudur. Azot, doğal dolanımı olan, değişik bileşikler oluşturan bir maddedir. Farklı oksidasyon seviyelerinde hemen tüm canlı hücrelerin yaşama ve üremeleri için gerekli bir besin maddesidir. Fosfor ile birlikte azot mikrobiyolojik büyümede besin olarak çok önemlidir. Azot su kaynaklarında istenmeyen alg kümelerine ötrofikasyona sebep olur. Nitrit bir geçiş fazı olduğundan sıvılarda çok az bulunan bir iyondur. Bu nedenle kullanılan yöntemin çok hassas olması gerekir.

En düşük nitrit azotu değeri 0 mg/l, en yüksek değer ise 2010 Kasım ayında 0.338 mg/l kaydedilmiştir. Ortalama nitrit azotu değeri 0.05 mg/l'dir.

5.1.2.3. Nitrat azotu (NO_3-N mg/l)

En düşük nitrat azotu değeri 2010 Mart ayında 0.082 mg/l kaydedilirken, en yüksek değer 2010 Aralık ayında 6.715 mg/l olarak ölçülmüştür. Ortalama nitrat azotu değeri 1.64 mg/l'dir.

5.1.2.4. Sülfat (SO_4 mg/l)

Organik maddelerin çok olduğu bir ortamda oksijen ve nitrat bulunmuyorsa anaerobik bakteriler sülfat iyonunu parçalayarak oksijeni kullanırlar. Tatlı sularda bulunan sülfat anyonu yağmur aracılığıyla sülfatlı sedimanlardan suya geçer. Bir sucul ortamda yeterince sülfat bulunmaması fitoplankton gelişimini olumsuz yönde etkiler, bunun sonucu olarakta ortamdaki biyolojik verim azalır.

En düşük sülfat değeri 2010 Haziran ayında 10.3 mg/l kaydedilirken, en yüksek değer 2010 Aralık ayında 41.7 mg/l olarak ölçülmüştür. Ortalama sülfat değeri 22.82 mg/l'dir.

5.1.2.5. Kalsiyum (Ca^{++} mg/l)

Kalsiyum (Ca^{++}) doğal sularda en bol bulunan elementlerden biridir. Algler ve yüksek bitkiler için önemlidir. Kalsiyum alglerin normal metabolizmasında büyümelerini sağlayan önemli bir elementtir (Egemen ve Sunlu, 1999). Doğal suların

Ca^{++} içeriği 150 mg/l'ye kadar ulaşabilirken, 25 mg/l civarında iken prodüktivite maksimuma ulaşır, 12 mg/l'nin altında ise prodüktivitenin iki kat azalacağı belirtilmektedir (Nisbet ve Verneaux, 1970; Bremond ve Vuichard, 1973).

En düşük kalsiyum değeri 43.7 mg/l ile 2011 Haziran ayında, en yüksek kalsiyum değeri ise 65 mg/l ile 2010 Nisan ayında ölçülmüştür. Ortalama kalsiyum değeri 53.53 mg/l'dir.

5.1.2.6. Magnezyum (Mg^{++} mg/l)

Magnezyum iyonu (Mg^{++}) suyun sertliğini meydana getiren iyonlardan biridir. Mg klorofilin bileşiminde bulunduğundan klorofilli bitkiler için yaşamsal önem taşır. Alg, mantar ve bakterilerde fosfor metabolizmasını düzenler. Göllerde Mg oranının düşük olması gölün fitoplankton verimliliğini önemli ölçüde etkiler, bunun sonucunda göl oligotrofik özellik kazanır (Egemen, 2006). Doğal sularda Mg 10-50 mg/l arasında değişir.

En düşük magnezyum değeri 8.16 mg/l ile 2011 Aralık ayında, en yüksek magnezyum değeri ise 15.8 mg/l ile 2010 Nisan ayında ölçülmüştür. Ortalama magnezyum değeri 10.78 mg/l'dir.

5.1.2.7. Toplam Fosfat (µg/l)

Sularda fosfor çeşitli fosfat türleri şeklinde bulunur ve gerek doğal su ortamlarında gerekse su ve atıksu arıtımında gerçekleşen çok sayıdaki reaksiyona girer. Fosfor nedeniyle ortaya çıkan su kirlenmesinin temel kaynağının %83'lük bir payla endüstri ve kanalizasyon atık suları olduğu bildirilmektedir. Yüksek düzeydeki fosforun akarsu, göl ve denizlere ötrofikasyona yol açtığı bilinmektedir. Çeşitli kaynaklardan yüzey sularına ulaşan fosfatlar suyun oksijen bakımından zengin üst kısımlarında bulunan alg ve diğer yeşil bitkilerin aşırı miktarda artmasına ve bu artışa bağlı olarak bu organizmaların da artıklarında bir artış meydana getirmektedir.

En düşük fosfat 2011 Aralık ayında 9 µg/l, en yüksek fosfat ise 2011 Temmuz ayında 78 µg/l olarak kaydedilmiştir. Ortalama fosfat 27.038 µg/l'dir.

5.1.2.8. Potasyum (K^+, mg/l)

Potasyum doğal suların kapsamındaki miktarı azdır. Bazı jeokimyasal prosesler ve absorbsiyon nedeniyle potasyum toprakta kalır ve suya fazla ulaşamaz. Suların çoğunluğundaki potasyum miktarı 20 mg/l'den daha azdır. Fakat daha yüksek konsantrasyonlarda potasyumun bulunduğu sular da mevcuttur. Bu durum suyun bulunduğu jeolojik formasyonlarla ilgilidir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

En düşük potasyum 0 mg/l, en yüksek potasyum ise 2011 Temmuz ayında 2.68 mg/l olarak kaydedilmiştir. Ortalama potasyum 0.77 mg/l'dir.

5.1.2.9. Klorür değerleri (Cl^-, mg/l)

Klorür içeriği sularda mineral içeriğinin fazla olması anlamına gelir. Klorür iyonu (Cl^-) tüm doğal sularda farklı konsantrasyonlarda bulunabilir.

En düşük klorür 2010 Haziran ayında 2.11 mg/l, en yüksek klorür ise 2011 Aralık ayında 25.8 mg/l olarak kaydedilmiştir. Ortalama klorür 6.22 mg/l'dir.

5.1.2.10. Askıda katı madde (AKM)

En düşük AKM 2012 Mart ayında 23 mg/l, en yüksek AKM ise 2010 Eylül ayında 88 mg/l olarak kaydedilmiştir. Ortalama AKM 53.19 mg/l'dir.

5.1.3. Ağır metaller

Ağır metaller biyotik ve abiyotik öğelerde birikim göstermeleri, ortamda uzun süre kalabilmeleri, sucul canlılarda toksik etki göstermeleri ve besin zinciri yoluyla diğer canlılara geçmesi nedeniyle önem taşımaktadır (Shrivastava ve ark., 2003). Metal kirliliğinin madencilik, eritme, yakma, endüstriyel atıklar, kömür kullanımı ve pestisit üretimi gibi pek çok kaynağı olduğu ve metallerin sucul ekosistemlere atmosferden, endüstriyel atıklarından, tarımsal ve kentsel atıklarının boşaltılması ile geçtiği bilinmektedir (Landis ve Yu, 1999). Asit yağmurları ve asidik atıklar ağır metallerin sucul ortamdaki etkisini artırmaktadır. Asitli atıklar, suların pH değerini düşürmekle birlikte, normal koşullar altında toprağa bağlı olan alüminyum, kadmiyum ve civa gibi zehirli metallerin topraktan süzülerek sucul ortama girmesine neden olmaktadır. Asidik

sularda yüksek konsantrasyonda biriken civa, kadmiyum, kurşun, vb. ağır metaller sucul canlıların sayısını ve çeşitliliğini azaltmaktadır (Özdemir, 2005).

Demir, bakır, çinko ve manganez gibi metaller esansiyel elementlerdendir ve canlılarda önemli rol oynarlar. Ancak civa, kurşun ve kadmiyum gibi metaller esansiyel elementlerden değildir ve iz miktarlarda bile canlılarda toksik etkiler meydana getirebilirler. Ayrıca esansiyel elementler de aşırı olarak alındığında toksik etki oluşturabilmektedir (Türkmen ve Ciminli, 2007).

5.1.3.1. Alüminyum (Al)

Alüminyumun insan sağlığı için tehlikeli sonuçları olabilir. Yüksek miktardaki alüminyumun özellikle sinir sistemi hastalıklarına yol açabildiği bilinmektedir. Ayrıca çocuklarda hafıza kaybı, öğrenme güçlüğü gibi ciddi sonuçları olabilmektedir. Kronik böbrek rahatsızlığı olanların durumlarını kötüleştirdiği bildirilmektedir. Ayrıca vücutta alüminyum birikmesinin çeşitli kemik hastalıklarına, eklem ağrılarına, kanda eritrosit yapımında bozulmaya ve bağışıklık sisteminde hasara yol açtığı saptanmıştır (Anonim, 2014b).

En düşük alüminyum 0 mg/l, en yüksek alüminyum ise 2011 Ekim ayında 0.018 mg/l olarak kaydedilmiştir.

5.1.3.2. Bakır (Cu)

Doğal olarak bitki ve hayvanlarda bulunan bir element olan bakır, insan ve diğer tüm canlılar için esansiyel ağır metaldir. Özellikle su kaynaklarına tarımsal yüzey akışlarından karışabilen bakırın aşırı miktarları oldukça zararlı olabilmektedir. Fakat sucul ekosistemlere girdiklerinde genellikle belirli bir sürede sudaki parçacıklara bağlanarak zarar etkileri daha aza indirgenmektedir. Kanserojen bir metal olmadığı bildirilen bakırın yüksek düzeylerinin ishal, kusma, mide bulantısı ve kramplara sebep olabildiği ve özellikle karaciğer, böbrek, mide akciğer, bağırsak ile beyin ve adrenal bezde birikim yaptığı saptanmıştır (ATSDR, 2010).

En düşük bakır 2010 Nisan ayında 3.972 µg/l, en yüksek bakır ise 2010 Eylül ayında 21.162 µg/l olarak kaydedilmiştir. Ortalama bakır 9.8 µg/l'dir.

5.1.3.3. Çinko (Zn)

Çinko otomotiv, azotlu gübre, cam, çimento, metal, petrol, plastik-sentetik madde, termik enerji ve çelik endüstrisinde geniş oranda kullanılmaktadır. Bu nedenle atık sular çinko açısından incelenmelidir (Küçükoğlu, 1996)

En düşük çinko 2011 Mart ayında 101 µg/l, en yüksek çinko ise 2011 Ağustos ayında 289 µg/l olarak kaydedilmiştir. Ortalama çinko 174.58 µg/l'dir.

5.1.3.4. Demir (Fe)

Demir, hayvanların solunum pigmentinde bulunması ve sudaki birçok kimyasal olayda katalizör görev yapması bakımından ve alglerin gelişiminde oldukça önemlidir (Tanyolaç, 2009).

En düşük demir 2010 Aralık ayında 121 µg/l, en yüksek demir ise 2011 Ekim ayında 955 µg/l olarak kaydedilmiştir. Ortalama demir 463.78 µg/l'dir.

5.1.3.5. Kadmiyum (Cd)

Kadmiyumun sulardaki kirlilik kaynakları çok çeşitlidir. Su ve sedimentteki Cd kirliliğinin başlıca kaynakları genellikle elektro kaplama fabrikaları, ikinci el metallerin yeniden değerlendirilmesi işlemleri, motorlu taşıtlardan atılan aerosoller, boya fabrikaları, pekçok kimya endüstrisi, tarımsal kullanımlar (gübre ve pestisitler), fosil yakıtların yanması, kurşun madenciliği ve çinko eritme işlemleridir (Kruger, 2002).

En düşük ve en yüksek kadmiyum değeri belirlenememiştir çünkü tüm değerler "–" çıkmıştır. Buna göre kadmiyum 0 kabul edilir ve gölde hiç rastlanılmamıştır.

5.1.3.5. Kobalt (Co)

Canlıların beslenmesinde de önem taşımaktadır. Kobalt B_{12} vitamininin merkez yapı taşıdır. Bu güne kadar bilinen en etkili biyokatalizördür. Günlük kobalt ihtiyacı 5 µg kadardır. Kobalt eksikliğinde anemi riski artar (Doğan, 2002).

En düşük kobalt 2011 Ekim ayında 0 µg/l, en yüksek kobalt ise 2010 Temmuz ayında 13 µg/l olarak kaydedilmiştir. Ortalama kobalt 0.600 µg/l'dir.

5.1.3.6. Krom (Cr)

Sucul ekosistemlerde krom kirliliği ile ilgili temel sorunlardan biri, sedimentte birikmeye başlamadan önce yıllarca suda kalabilmesidir. Cr elementi, doğal rezervleri dışında metal kaplamalarında metal koruyucu olarak, manyetik bantlarda, boya maddesi olarak, zemin kaplamalarda, ahşap ve ürünlerini korumada, alaşımlarda, çimento, kâğıt ve kauçuk üretiminlerinde yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir (Landis ve Yu, 1999). Cr elementinin yüksek çözünürlüğü sayesinde de madencilik ve endüstriyel atık deşarjları ile karıştığı sucul ekosistemlerin sedimentlerinde kolayca birikebildiği belirtilmiştir.

En düşük krom 2011 Aralık ayında 0 µg/l, en yüksek krom ise 2010 Nisan ayında 25 µg/l olarak kaydedilmiştir. Ortalama krom 1.69 µg/l'dur.

5.1.3.7. Kurşun (Pb)

Tarım arazilerinde kullanılan pestisitler önemli miktarlarda kurşun içerebilmektedir. Kurşun, atmosferden yada direkt olarak toprağa geçtikten sonra toprak partiküllerine kuvvetlice yapışır ve kalıntıları toprağın üst tabakasında uzun süre kalabilir. Bu da tarım arazilerine sadece bugünkü değil geçmişteki pestisit uygulamalarının bile, topraktaki kurşun içeriklerinin önemli kısmından sorumlu olabileceği anlamına gelmektedir (ATSDR, 2005). Kurşunlu yakıtların tüketimi de, kurşun emisyonunda ve hava, toprak ve sucul sistemlerdeki kurşun akümülasyonlarında büyük öneme sahiptir.

En düşük kurşun 2011 Ekim ayında 0,001 µg/l, en yüksek kurşun ise 2010 Temmuz ayında 15 µg/l olarak kaydedilmiştir. Ortalama kurşun 3.36 µg/l'dur.

5.1.3.8. Mangan (Mn)

Mangan, yerkabuğunun yaklaşın %0.1'lik kısmını oluşturan, yeryüzünde en bol bulunan elementlerden biridir. Ancak mangan yeryüzünde doğal olarak saf element halinde bulunmaz ve neredeyse yüzden fazla element ile bileşikler halinde bulunur (ATSDR, 2000).

En düşük mangan 2011 Temmuz ayında 40 (µg/l), en yüksek mangan ise 2012 Mart ayında 685 µg/l olarak kaydedilmiştir.

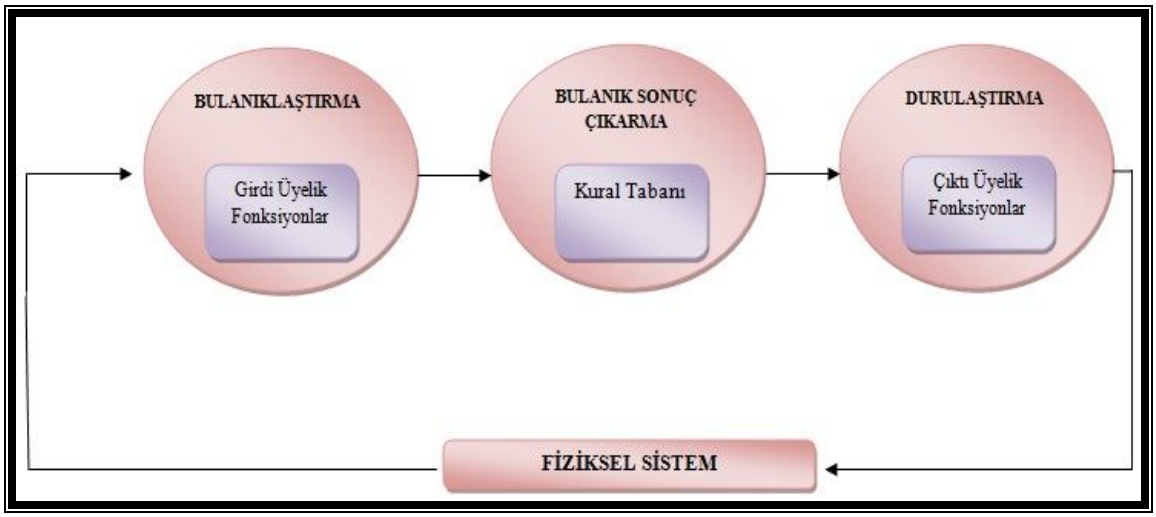
5.1.3.9. Nikel (Ni)

Nikel doğada bulunan en yaygın 24. elementtir ve dünyanın çekirdeğinin yaklaşık %6'lık kısmını nikelin oluşturduğu bilinmektedir. 1983 yılında, akuatik ekosistemlere antropojenik etkiler ile salınan nikel hesaplanmıştır ve ortalaması 113 milyon kg/yıl olmak üzere miktarın 33 ile 194 milyon kg/yıl arasında değiştiği tespit edilmiştir (Nriagu ve Pacyna, 1988). Nikel madenleri ve nikel ya da bileşikleri işleyen endüstri kuruluşlarının atıkları hem atmosferdeki hem de sucul sistemlerdeki en önemli nikel kontaminasyon kaynaklarıdır (ATSDR, 2005).

En düşük nikel 2010 Nisan ayında 0 µg/l, en yüksek nikel ise 2010 Ağustos ayında 56 µg/l olarak kaydedilmiştir.

5.1.4. Ağır metal kirliliğinin bulanık mantıkla değerlendirilmesi

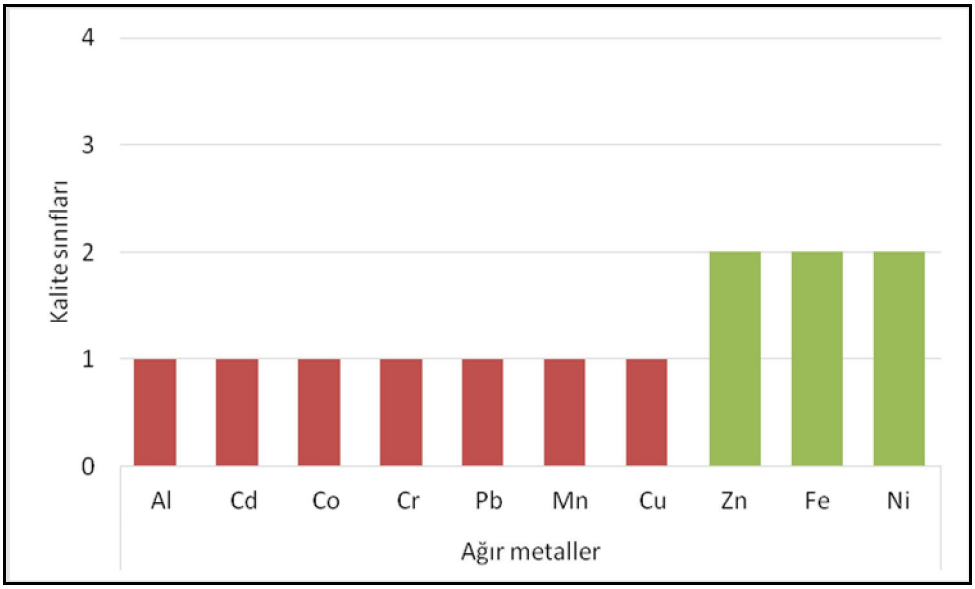
Bulanık mantık genellikle bulanıklaştırma, bulanık sonuç ve durulaştırma aşamalarını kapsar (Şekil 5.1.4.1).



Şekil 5.1.4.1. Bulanık mantık sonuç çıkarım sistemi

Apa Baraj Gölü ağır metal miktarlarının iki yıllık ortalamaları dikkate alındığında, klasik sınıflandırmaya göre ağır metallerin her biri için suyun kalite sınıfları şekil 5.1.4.2'de sunulmaktadır. Bulanık modele ait üyelik fonksiyonları ve bunlara karşılık gelen klasik sınıf isimleri ise çizelge 5.1.4.1'de verilmiştir. Üyelik fonksiyonlarının limit değerleri ise klasik sınıflamada birbirine komşu olan limit değerlerinin aritmetik ortalamaları alınarak belirlenmiştir. Bu yaklaşımla, klasik

sınıflamadaki limit değerlerinin bulanık modelde üyelik fonksiyonları arasında kalmaları sağlanmıştır. Ayrıca, ölçümü yapılan ağır metal değişkenlerine ait üyelik fonksiyonları üçgensel yapıda oluşturulmuştur.



Şekil 5.1.4.2. Apa Baraj Gölü'nde ağır metallerin kalite sınıfları

Çizelge 5.1.4.1. Bulanık model üyelik fonksiyonları ve klasik sınıflamadaki karşılıkları

Üyelik Fonksiyonu	**Klasik Sınıflama**
Çok Kaliteli	I
Kaliteli	II
Kalitesiz	III
Çok Kalitesiz	IV

Giriş değişkenlerine ve sonuç çıktılarına ait üyelik fonksiyonlarının almış oldukları limit değerler çizelge 5.1.4.2'de ve 5.1.4.3'de sunulmaktadır.

Bulanık mantık hesabı yapılırken programa uygun bir kural tablosu, uzman tarafından oluşturulur. Bu kural tablosu verilerine göre sonuçlar değerlendirilir. Çalışmamız için oluşturduğumuz kural tablosu Çizelge 4.7.1 'den faydalanılarak şu şekilde oluşturulmuştur:

Çizelge 5.1.4.2. Bulanık modelinin giriş değişkenlerine ait üyelik fonksiyonlarının almış olduğu limit değerler

Ağır metaller	**Üyelik fonksiyonu**	**Limit değerleri**		
		a	**b**	**c**
Alüminyum (Al^{3+}) (mg/l)	çok kaliteli	<0	0	0.45
	kaliteli	0.15	0.30	0.650
	kalitesiz	0.45	0.650	1.5
	çok kalitesiz	0.650	1.5	>1.5
Bakır (Cu) (µg / l)	çok kaliteli	<0	0	35
	kaliteli	10	35	125
	kalitesiz	35	125	275
	çok kalitesiz	125	300	>300
Çinko (Zn) (µg/l)	çok kaliteli	<0	0	350
	kaliteli	100	350	1250
	kalitesiz	350	1250	2750
	çok kalitesiz	1250	3000	>3000
Demir (Fe) (µg/l)	çok kaliteli	<0	0	650
	kaliteli	150	650	3000
	kalitesiz	650	3000	7000
	çok kalitesiz	3000	7500	>7500
Kadmiyum (Cd) (µg/l)	çok kaliteli	<0	0	4
	kaliteli	2	4	8
	kalitesiz	4	8	12
	çok kalitesiz	8	15	>15
Kobalt (Co) (µg/l))	çok kaliteli	<0	0	15
	kaliteli	5	15	110
	kalitesiz	15	110	275
	çok kalitesiz	110	300	>300
Krom(toplam)(Cr) (µg / l)	çok kaliteli	<0	0	35
	kaliteli	10	35	125
	kalitesiz	35	125	275
	çok kalitesiz	125	300	>300
Kurşun (Pb) (µg/l)	çok kaliteli	<0	0	15
	kaliteli	5	15	35
	kalitesiz	15	35	65
	çok kalitesiz	35	75	>75
Mangan (Mn) (µg/l)	çok kaliteli	<0	0	300
	kaliteli	50	300	1750
	kalitesiz	30	1750	4250
	çok kalitesiz	1750	4500	>4500
Nikel (Ni) (µg / l)	çok kaliteli	<0	0	35
	kaliteli	10	35	125
	kalitesiz	35	125	275
	çok kalitesiz	125	300	>300
Krom(toplam)(Cr) (µg / l)	çok kaliteli	<0	0	0,125
	kaliteli	0.125	0.375	0.625
	kalitesiz	0.375	0.625	0.875
	çok kalitesiz	0.625	0.875	1

Çizelge 5.1.4.3. Bulanık modelin çıkış değişkenine ait üyelik fonksiyonlarının almış oldukları limit değerler.

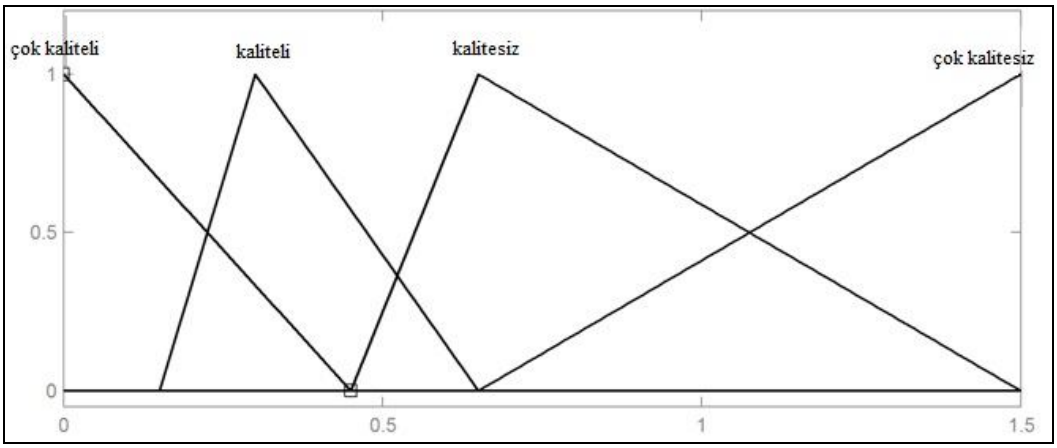
Çıkış Değişkeni	Üyelik Fonksiyonu	Parametreler			
		a	b	c	d
Kalite indeksi işlem aralığı [0;1]	Çok Kaliteli	< b	0	0.125	0.375
	Kaliteli	0.125	0.375	0.625	-
	Kalitesiz	0.375	0.625	0.875	-
	Çok Kalitesiz	0.625	0.875	1	> c

Kural tablosu

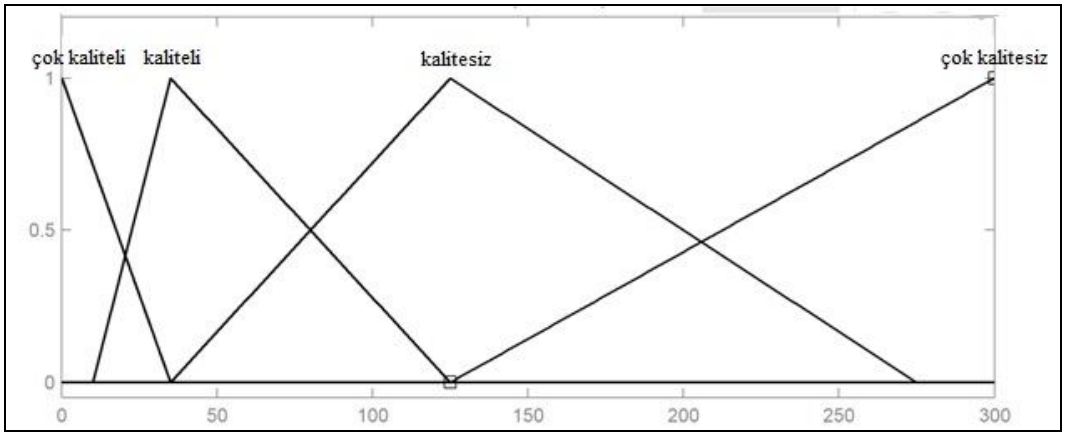
EĞER(IF) **Cd** =Çok Kaliteli veya (or) **Co**=Çok Kaliteli veya (or) **Cr** =Çok Kaliteli veya (or) **Pb** =Çok Kaliteli veya (or) **Al**=Çok Kaliteli veya (or) **Mn** =Çok Kaliteli veya (or) **Cu** = Çok Kaliteli ise (THEN) Çıktı (Output) = Çok Kaliteli

EĞER(IF) **Zn** = Kaliteli veya (or) **Fe** = Kaliteli veya (or) **Ni** Kaliteli ise (THEN) Çıktı (Output)= Kaliteli

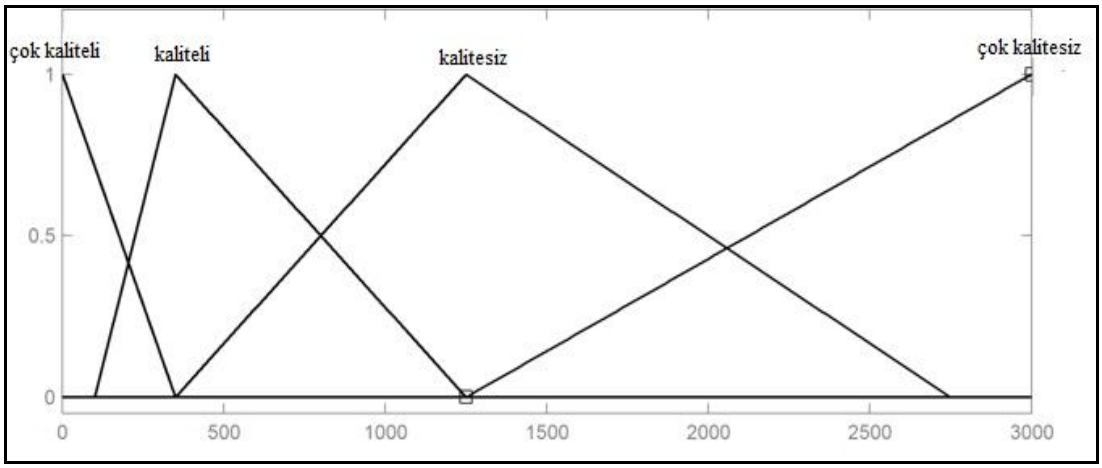
Çizelge 5.1.4.2'de ve çizelge 5.1.4.3 'deki limit değerleri kullanılarak elde edilen her bir ağır metale ve çıkış değişkenine ait üyelik fonksiyon grafikleri şekil 5.1.4.3 ile şekil 5.1.4.12 arasında sunulmuştur.



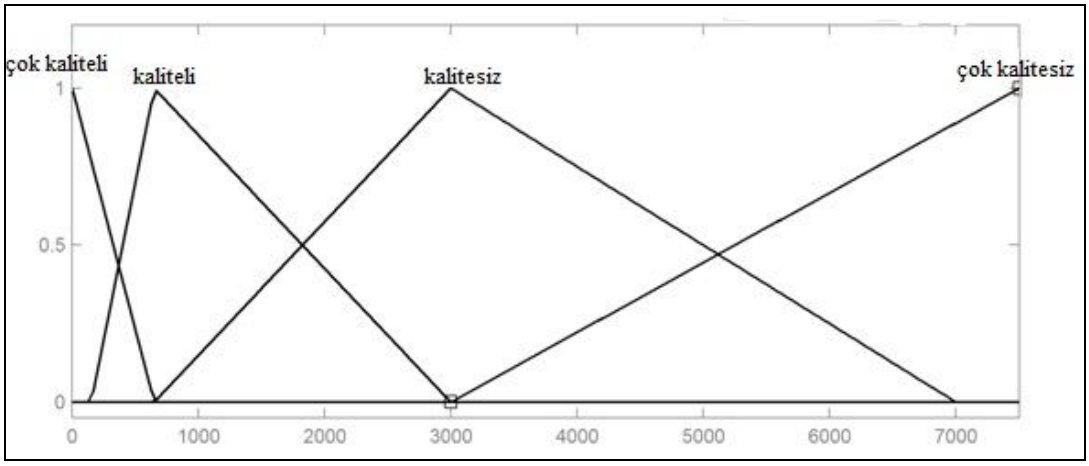
Şekil 5.1.4.3. Alüminyum üyelik fonksiyonu



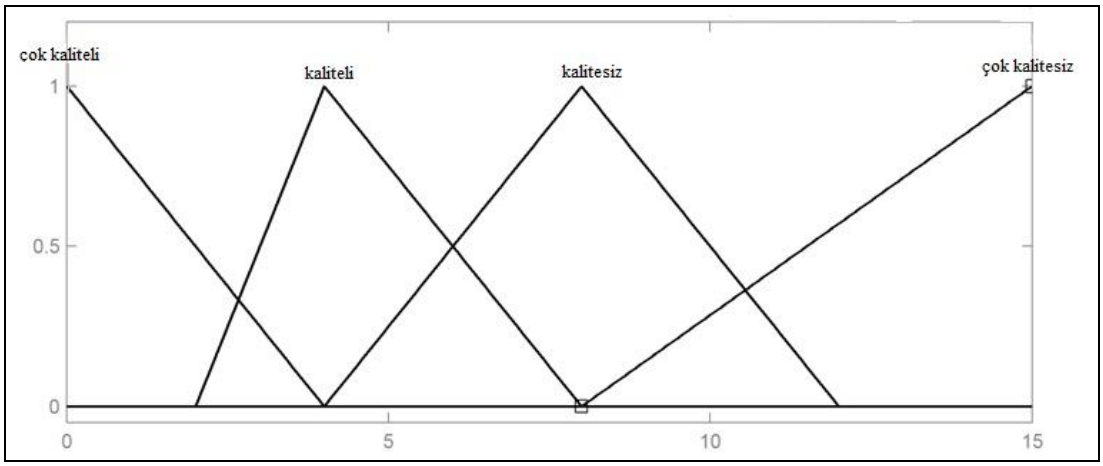
Şekil 5.1.4.4. Bakır üyelik fonksiyonu



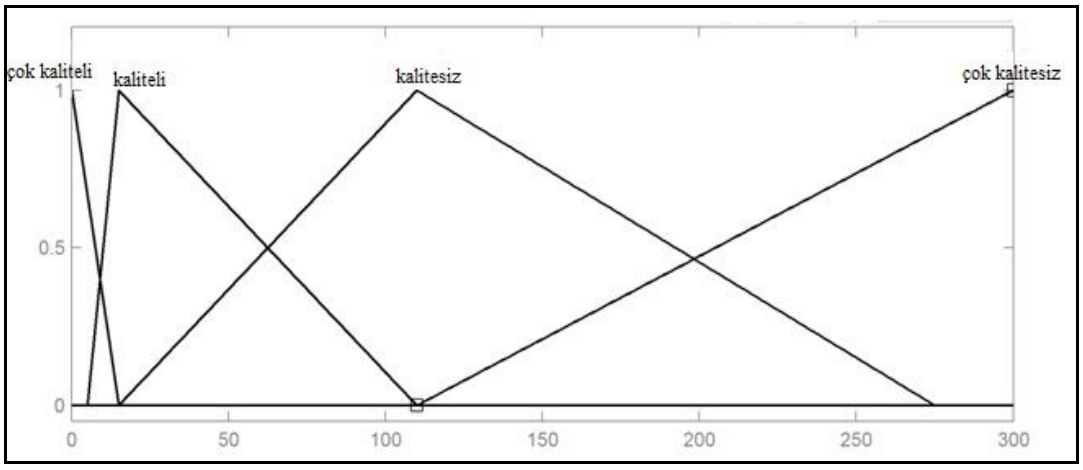
Şekil 5.1.4. 5. Çinko üyelik fonksiyonu



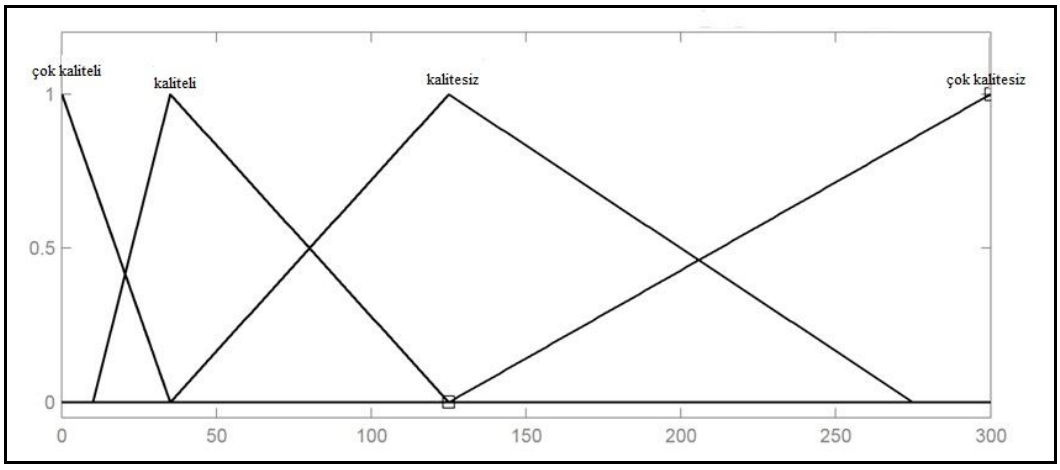
Şekil 5.1.4.6. Demir üyelik fonksiyonu



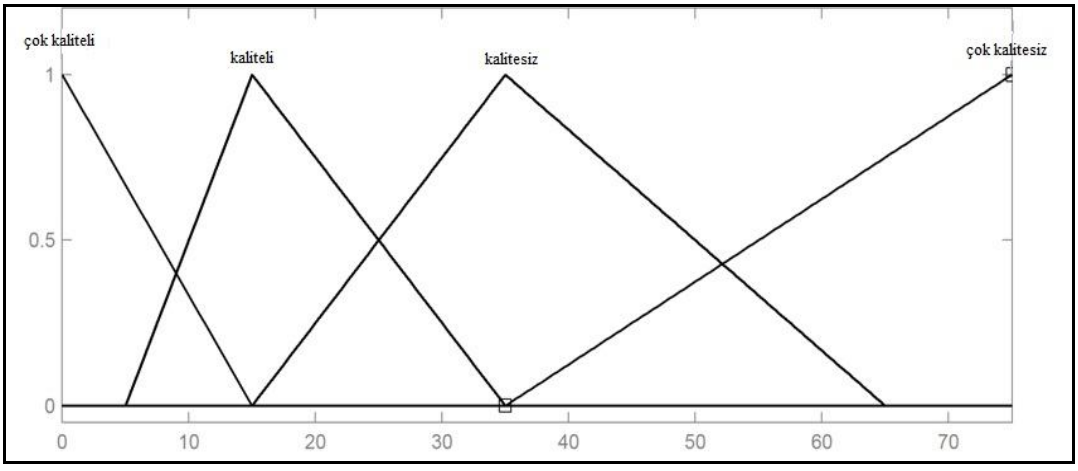
Şekil 5.1.4.7. Kadmiyum üyelik fonksiyonu



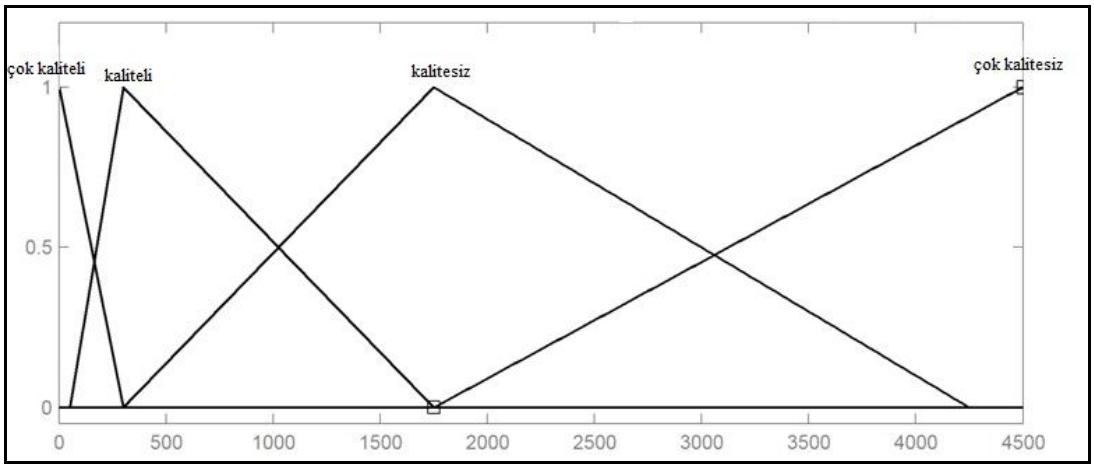
Şekil 5.1.4.8. Kobalt üyelik fonksiyonu



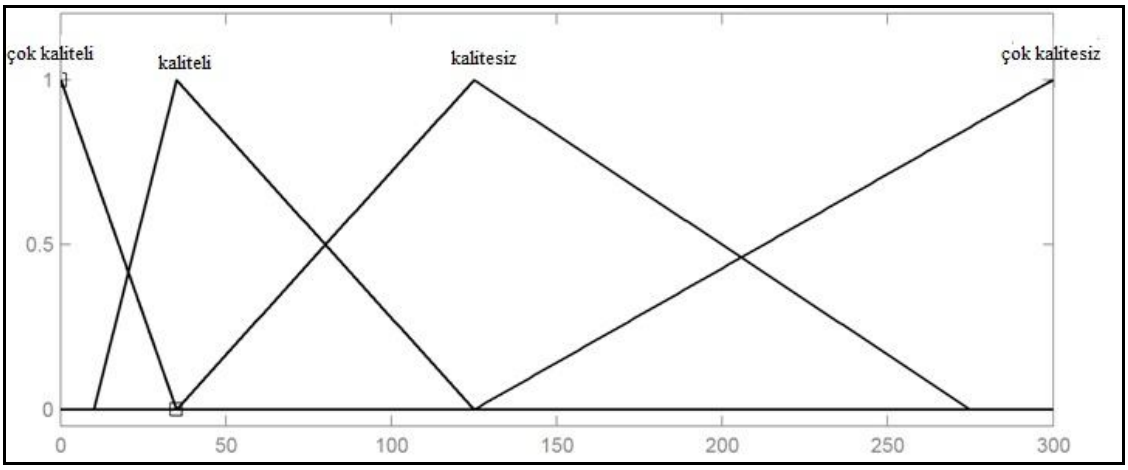
Şekil 5.1.4.9. Krom üyelik fonksiyonu



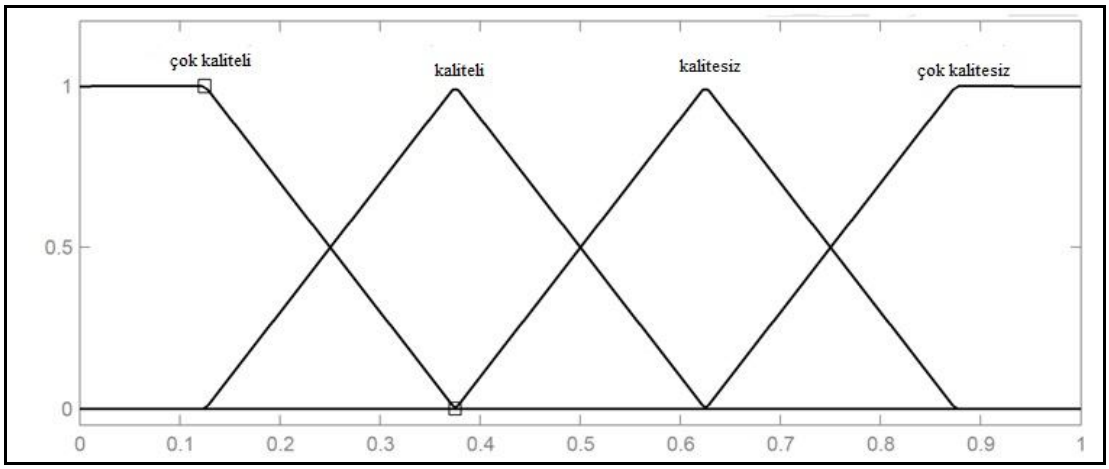
Şekil 5.1.4.10. Kurşun üyelik fonksiyonu



Şekil 5.1.4.11. Mangan üyelik fonksiyonu

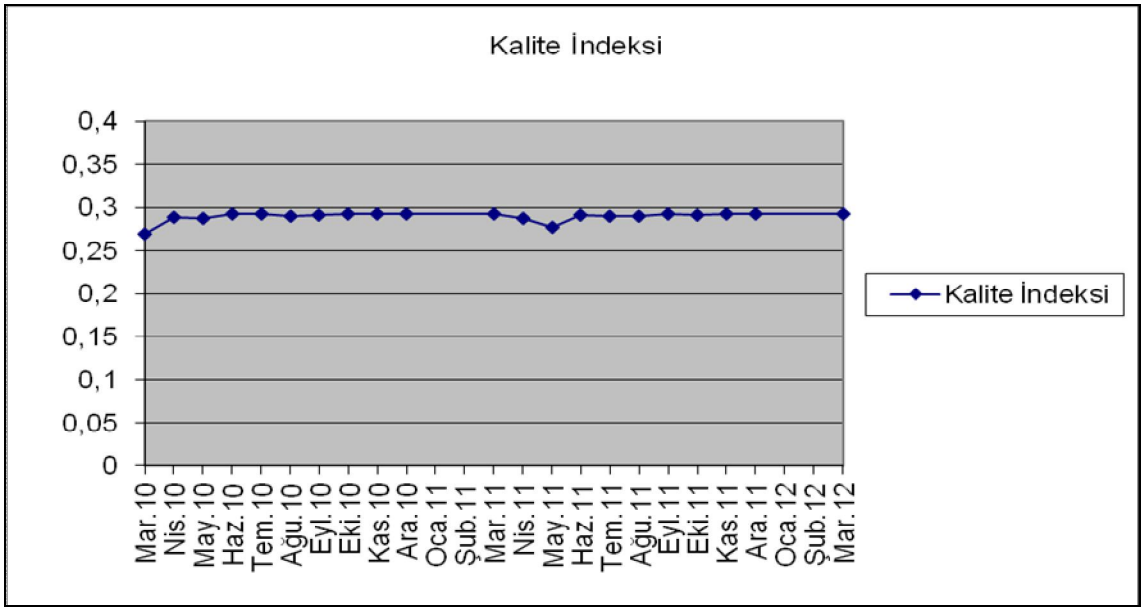


Şekil 5.1.4.12. Nikel üyelik fonksiyonu



Şekil 5.1.4.13. Çıkış değişkeninin üyelik fonksiyonu

Çalışmada son olarak Apa Baraj Gölü'nde çalışılan bütün ağır metallerin her bir ay için dört farklı kalite gruplarına ait bulanık sonuçlar hesaplanmış ve sonuç çıktıları durulaştırılarak Apa Baraj Gölü'ne ait kalite indeksleri bulunmuştur (Şekil 5.1.4.14).



Şekil 5.1.4.14. Ağır metallerin aylık ortalamalarından elde edilen bulanık modelin ürettiği sonuçlar

Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Tarih	**Mart 2010**						**Nisan 2010**					
İstasyon no	1	2	3	4	5	Ort.	1	2	3	4	5	Ort.
Su Sıcaklığı (°C)	8.3	8.7	8.9	8.4	8.8	8.62	12.9	12.8	13.3	13	13.8	13.16
pH	7.83	7.8	7.95	8.05	8.01	7.928	8.43	8.4	8.45	8.35	8.51	8.428
Çözünmüş Oksijen (mg/lt)	8.64	8.19	8.31	8.81	8.41	8.472	9.04	9.19	10.11	11.51	9.62	9.894
İletkenlik (µS/ cm)	197	189	187	191	197	192.2	218	211	210	207.8	205.6	210.48
Bulanıklık (NTU)	5.48	3.24	4.456	6.87	8.54	5.7172	3.78	1.76	2.1	11.6	2.17	4.282
BOI (Bio. Oksijen mg/lt)	7.43	7	6.5	7	7	6.986	7.64	7.660	7.840	7.62	7.210	7.594
Toplam Katı (mg/lt)	26	27	24	26	25	25.6	36	37	34	36	35	35.6
Amonyum (NH_4^+ N^-)	2.109	3.097	2.695	2.402	2.306	2.5218	1.111	1.416	1.206	1.321	1.215	1.2538
Toplam Fosfat (µg/l)	10.4	9.876	10.8	9.76	10.54	10.3	12.5	13	12.5	13	13	12.8
Klorür (Cl^-)	3.45	3.66	3.31	3.25	3.25	3.384	3.66	3.35	3.42	3.03	3.63	3.418
Nitrat (NO_3 N^-)	1.0	0.082	1.006	0.099	1.005	0.6384	1.139	0.112	1.096	0.159	1.364	0.774
Nitrit (NO_2 N^-)	0	0	0	0	0	0	0	0.012	0	0	0	0
Potasyum (K^+)	0.1	0.2	0.1	0.1	0	21.598	0.1	0	0.4	0.4	0	0.1
Sülfat (SO_4^{-2})	23	23	18	20	19	20.6	28.4	25	19.9	22.6	17.2	22.62
Klorofil-*a* (µg/l)	1.1	1.17	1.28	1.33	1.22	1.22	2.32	3.27	2.67	2.33	2.52	2.622
Ca^{+2} (mg/lt)	60	63.7	55.3	55.5	53.8	57.66	65	53.7	54.3	59.5	63.8	59.26
Mg^{+2}	13.5	12.15	12.23	14.34	14	13.244	14.2	13.1	12.6	15.8	15	14.14
Su Sertliği °dH	11	11	12	11	10.5	11.1	12.4	10.6	10.5	12	12.4	11.58
Alüminyum (Al^{3+}) (mg/lt)	0	0.002	0	0	0.0016	0	0	0.001	0	0	0.001	0
Bakır (Cu) (µg/l)	4.263	4.165	4.2	4.2	4.372	4.24	5.3	4.36	3.972	4.256	4.167	4.411
Çinko (Zn) (µg/l)	165	170	145	156	145	156.2	168	176	134	156	133	153.4
Demir (Fe) (µg/l)	314	327	348	412	462	372.6	329	627	532	631	629	549.6
Kadmiyum (Cd) (µg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kobalt (Co) (µg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Krom (Cr) (µg/l)	13	14	10	11	13	12.2	17	11	12	11	25	15.2
Kurşun (Pb) (µg/l)	6	5	4	7	8	6	8	6	8	11	8	8.2
Mangan (Mn) (µg/l)	110	88	89	85	89	92.2	120	96	87	96	89	97.6
Nikel (Ni) (µg/l)	0	0	0	11	16	5.4	0	0	32	21	33	17.2

Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Devamı)

Tarih	Mayıs 2010						Haziran 2010					
İstasyon no	1	2	3	4	5	Ort.	1	2	3	4	5	Ort.
Su Sıcaklığı (°C)	20	21.2	20.1	20.7	19.5	20.3	27.2	27.4	27	27.11	26.7	27.082
pH	8.35	8.46	8.48	8.48	8.58	8.47	8.52	8.47	8.24	8.46	8.41	8.42
Çözünmüş Oksijen (mg/lt)	8.6	9.42	9.24	9.09	9.46	9.162	8.56	8.15	8.52	8.46	8.41	8.42
İletkenlik (µS/ cm)	197	193.8	205.4	203.9	204.1	200.84	192.3	200.9	198.4	197.6	188.3	195.5
Bulanıklık (NTU)	29.6	11	11.8	15.2	3.7	14.26	7.24	16	13.81	10.5	10.2	11.55
BOI (Bio. Oksijen mg/lt)	7.02	7.160	7.320	7.64	8.000	7.428	8.7	8.940	8.680	8.94	8.800	8.812
Toplam Katı (mg/lt)	42	45	47	43	44	44.2	43	52	45	55	47	48.4
Amonyum (NH_4^+ N^-)	1.08	1.067	1.087	1.076	1.072	1.0764	0.115	0.117	0.113	0.113	0.122	0.116
Toplam Fosfat (µg/l)	11	12	12	12.36	11	11.67	44	42	44.35	42	44.16	43.31
Klorür (Cl^-)	3.96	3.59	3.32	3.02	3.85	3.548	2.38	3.45	3.03	2.11	3.73	3.74
Nitrat (NO_3 N^-)	1.686	0.438	1.47	0.388	1.397	1.0758	1.402	1.11	1.397	0.413	0.395	0.9434
Nitrit (NO_2 N^-)	0.063	0.007	0.019	0	0	0.0144	0.015	0.014	0.018	0.016	0.012	0.015
Potasyum (K^+)	0	0	0	0	0	0	1.68	1.24	1.34	1.01	1.11	1.276
Sülfat (SO_4^{-2})	13.5	17.2	22.8	21.5	18.7	18.74	14	12.1	11.8	12.9	10.3	12.22
Klorofil-*a* (µg/l)	2.33	1.3	2.16	1.3	2.34	1.89	4.67	4.86	5.65	6.5	6	5.536
Ca^{+2} (mg/lt)	55.9	59.1	56.4	57.7	59.4	57.7	55.6	54.7	56.8	57.1	55.8	56
Mg^{+2}	12.1	12.8	12.4	13.2	12.1	12.52	11.7	11	11.3	10.8	10.7	11.1
Su Sertliği °dH	10.6	11.3	11.1	11.7	10.6	11.06	10.3	11.1	10.7	10.9	11.2	10.84
Alüminyum (Al^{3+}) (mg/lt)	0.003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bakır (Cu) (µg/l)	5.437	5.303	5.419	5.182	5.202	5.308	5.11	5.108	5.103	5.097	5.099	5.103
Çinko (Zn) (µg/l)	115	102	193	118	122	130	211	205	201	207	212	207.2
Demir (Fe) (µg/l)	357	372	323	345	368	353	575	686	813	921	697	738.4
Kadmiyum (Cd) (µg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kobalt (Co) (µg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Krom (Cr) (µg/l)	5	3.8	3.2	2.7	2.3	3.4	4	3.8	3.9	2.9	2.3	3.38
Kurşun (Pb) (µg/l)	9	7	6	4	3	5.8	3	1	1	2	2	1.8
Mangan (Mn) (µg/l)	125	136	80	79	140	112	145	160	180	130	150	153
Nikel (Ni) (µg/l)	28	11	23	24	28	28	47	49	49	31	38	42.8

Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Devamı)

Tarih	Temmuz 2010						Ağustos 2010					
İstasyon no	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Ort.**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Ort.**
Su Sıcaklığı (°C)	27.8	27.3	28	29.3	28.4	28.16	23.2	23.4	23	23.4	23.4	23.28
pH	8.52	8.34	8.43	8.54	8.42	8.45	8.37	8.5	8.74	8.69	8.79	8.618
Çözünmüş Oksijen (mg/lt)	5.74	5.95	5.96	5.3	6.36	5.862	6.1	6.08	6.24	7.47	6.66	6.51
İletkenlik (µS/ cm)	183.2	181.6	178.2	182.1	179.9	181	188.4	192.5	163.9	166.4	164.8	175.2
Bulanıklık (NTU)	7.13	16	3.81	5.95	1.02	6.782	42	42	25.8	8.26	4.26	24.464
BOI (Bio. Oksijen mg/lt)	13.76	14.180	15.800	15.42	14.120	14.656	14.72	15.560	17.100	18.04	18.600	16.804
Toplam Katı (mg/lt)	63	64	67	65	62	64.2	69	67	66	67	68	67.4
Amonyum (NH_4^+ N^-)	0.084	0.061	0.127	0.061	0.09	0.0846	0.075	0.063	0.068	0.07	0.072	0.2904
Toplam Fosfat (µg/l)	70.5	73	71	70	71.5	71.24	34	32.5	34.5	31.5	31	32.74
Klorür (Cl^-)	4.21	4.03	4.92	4.12	4.08	4.272	3.86	4.68	4.93	4.21	4.37	4.41
Nitrat (NO_3 N^-)	0.902	0.823	0.867	0.913	0.877	0.8764	1.772	1.783	2.779	1.765	1.768	1.9734
Nitrit (NO_2 N^-)	0.006	0.002	0.004	0.003	0.002	0.0034	0.001	0.003	0	0.001	0	0.0004
Potasyum (K^+)	1.63	1.58	1.55	1.68	1.61	1.61	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.16
Sülfat (SO_4^{-2})	13	12.7	11.8	12.4	12.4	12.46	19.5	17.6	17.9	18.6	19.1	18.54
Klorofil-*a* (µg/l)	3.41	3.4	3.4	3.53	3.45	3.438	8.4	7.5	8.4	8	8.1	8.08
Ca^{+2} (mg/lt)	54.9	55.7	53.8	55.5	56.1	55.2	52.6	52.4	51.8	52.5	51.9	52.24
Mg^{+2}	11.3	10.8	11.6	10.5	10.9	11.02	10.06	10.08	10.23	10.18	10.34	10.178
Su Sertliği °dH	10.6	10.2	10.7	11.2	10.3	10.06	9.98	9.88	9.67	9.79	9.84	9.832
Alüminyum (Al^{3+}) (mg/lt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bakır (Cu) (µg/l)	10.102	10.113	11.108	13.112	11.117	11.1104	12.114	16.11	15.123	15.121	16.18	14.9296
Çinko (Zn) (µg/l)	231	241	228	218	205	224.6	275	269	273	278	268	272.6
Demir (Fe) (µg/l)	258	234	256	237	229	317.2	485	439	478	458	495	471
Kadmiyum (Cd) (µg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kobalt (Co) (µg/l)	11	7	5	10	13	9.2	4	3	1	1	3	2.4
Krom (Cr) (µg/l)	1.8	1.4	1.3	2.1	0.9	1.5	0.021	0.016	0.023	0.018	0.02	0.0012
Kurşun (Pb) (µg/l)	13	11	14	13	15	13.2	3	7	1	3	4	3.6
Mangan (Mn) (µg/l)	123	162.5	168.5	155.43	179	157.686	152	190	186.50	180	180	177.7
Nikel (Ni) (µg/l)	32	38	38	33	35	35.2	56	52	45	42	48	48.6

Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Devamı)

Tarih	Eylül 2010						Ekim 2010					
İstasyon no	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Ort.**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Ort.**
Su Sıcaklığı (°C)	21.6	21.6	23.3	22.7	22.6	22.36	16.4	16.4	16.8	17.4	17.7	16.94
pH	8.66	8.66	8.84	8.84	8.89	7.578	8.48	8.48	8.85	8.98	8.87	8.732
Çözünmüş Oksijen (mg/lt)	5.93	5.93	8.76	8.5	8.56	7.536	8.59	8.59	8.9	9.16	8.95	8.838
İletkenlik (µS/ cm)	181.4	181.4	166.1	170.6	171.3	174.16	191.1	191.1	176.8	172.5	173.9	181.08
Bulanıklık (NTU)	45.45	51.5	74.5	52.9	29.22	50.714	22.5	55.9	26.2	8.24	4.35	23.438
BOI (Bio. Oksijen mg/lt)	21	23	23.78	23.9	24	23.136	12.82	13.400	14.520	15.94	10.260	13.388
Toplam Katı (mg/lt)	80	84	88	82	81	83	80	81	79	78	79	79.4
Amonyum (NH_4^+ N^-)	0.133	0.059	0.123	0.073	0.14	0.105	0.54	0.54	0.48	0.45	0.53	0.508
Toplam Fosfat (µg/l)	29	28.2	32.2	31.22	30.44	30.21	26	28	29	28	24.5	27.12
Klorür (Cl^-)	3.2	3.8	3.6	4.1	3.5	3.64	4.6	4.3	4.8	4.3	4.1	4.42
Nitrat (NO_3 N^-)	0.65	0.6	0.69	0.63	1.64	0.842	1.05	1.01	1.98	1.07	1.1	1.242
Nitrit (NO_2 N^-)	0.056	0.032	0.043	0.047	0.051	0.0458	0.254	0.25	0.247	0.256	0.26	0.2534
Potasyum (K^+)	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.16	0.1	0.25	0.28	0.19	0.2	0.204
Sülfat (SO_4^{-2})	12.6	12.3	11.7	11.3	12.1	12	19.6	19.8	21.4	23.2	20.8	20.96
Klorofil-*a* (µg/l)	10.4	11	10.7	10.7	12	10.972	8.5	9.8	9.4	8.2	8	8.78
Ca^{+2} (mg/lt)	46.3	49.4	51.7	47.8	50.8	49.2	47.6	48.3	49.5	46.8	48.7	48.18
Mg^{+2}	8.91	8.74	9.12	9.17	8.98	8.984	12.8	12.3	13.1	13.3	12.9	12.88
Su Sertliği °dH	8.55	8.47	8.5	8.57	8.61	8.54	11	10.6	11.3	11.5	10.8	11.04
Alüminyum (Al^{3+}) (mg/lt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bakır (Cu) (µg/l)	18.172	17.168	18.176	21.162	21.165	19.1686	16.143	14.136	15.133	15.146	15.141	15.1398
Çinko (Zn) (µg/l)	274	265	271	282	268	272	131	128	134	137	127	131.4
Demir (Fe) (µg/l)	494	321	298	256	275	328.8	778	755	758	746	863	780
Kadmiyum (Cd) (µg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kobalt (Co) (µg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Krom (Cr) (µg/l)	0.033	0.03	0.028	0.037	0.027	0.031	0	0	0	0	0	0
Kurşun (Pb)	7	7.7	6.8	-5.5	6.5	4.5	4.7	4.3	4.8	4.1	4.4	4.46
Mangan (Mn)	243	231	240	235	258	241.4	347	368	362	373	353	360.6
Nikel (Ni)	51	46	57	36	48	47.6	29	26	23	29	24	26.2

Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Devamı)

Tarih	Kasım 2010						Aralık 2010					
İstasyon no	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Ort.**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Ort.**
Su Sıcaklığı (°C)	10.4	10.4	10.8	10.9	11.4	10.78	6.3	5.1	4.7	4.5	4.6	5.04
pH	8.26	8.26	8.67	8.93	8.97	8.618	8.34	8.43	8.39	8.4	8.32	8.376
Çözünmüş Oksijen (mg/lt)	9.01	9.01	10.11	10.9	10.8	9.966	9.08	8.91	9.11	9.9	9.8	9.36
İletkenlik (µS/ cm)	206	206	184.4	175.8	176.1	189.66	193	197.3	195.4	198.6	183	193.46
Bulanıklık (NTU)	16.9	14.1	37.2	4.41	10.8	16.682	14.9	14.1	17.2	14.41	10.8	14.282
BOI (Bio. Oksijen mg/lt)	7.56	6.900	6.200	6.3	5.800	6.552	2.36	1.900	3.200	2.3	1.800	2.312
Toplam Katı (mg/lt)	63	65	61	67	68	64.8	46	43	47	42	47	45
Amonyum (NH_4^+ N^-)	0.036	0.132	0.042	0.04	0.038	0.0374	0.045	0.132	0.132	0.14	0.035	0.0968
Toplam Fosfat (µg/l)	17	17.5	22	23	17	19.32	11	12	10.5	10	11	10.96
Klorür (Cl^-)	3.1	3.7	3.8	3.5	3.1	3.44	4.1	3.7	3.8	3.5	3.1	3.64
Nitrat (NO_3 N^-)	2.75	2.65	2.69	2.73	2.7	2.704	4.748	3.732	3.697	6.715	5.728	4.924
Nitrit (NO_2 N^-)	0.329	0.334	0.338	0.326	0.332	0.3318	0.297	0.294	0.228	0.236	0.232	0.2574
Potasyum (K^+)	0.23	0.25	0.24	0.29	0.2	0.242	0.2	0.17	0.24	0.18	0.2	0.242
Sülfat (SO_4^{-2})	39.9	38.4	38.7	40.4	40.7	39.62	39.9	38.4	38.7	40.4	41.7	39.82
Klorofil-*a* (µg/l)	4.5	4.1	4.3	4.4	4.6	4.38	1.4	1.5	1.01	1.8	1.3	1.582
Ca^{+2} (mg/lt)	57.7	56.3	58.2	56.5	57.4	57.22	58.7	56.3	57.2	55.5	57.4	57.02
Mg^{+2}	10.26	10.34	10.22	10.28	10.3	10.28	10.26	10.34	10.22	10.28	10.3	10.28
Su Sertliği °dH	9.54	9.5	9.48	9.58	9.45	9.51	9.54	9.5	9.48	9.58	9.45	9.51
Alüminyum (Al^{3+}) (mg/lt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bakır (Cu) (µg/l)	10.145	10.148	10.14	10.151	10.146	10.146	7.147	6.143	6.14	6.149	6.146	6.145
Çinko (Zn) (µg/l)	105	112	117	101	114	109.8	125	112	117	101	114	113.8
Demir (Fe) (µg/l)	535	621	613	635	628	606.4	122	121	123	125	128	123.8
Kadmiyum (Cd) (µg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kobalt (Co) (µg/l)	2	2	1	0	1	1.2	0.1	0.2	0.1	0	0.2	0.0646
Krom (Cr) (µg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kurşun (Pb) (µg/l)	4.8	4.43	4.5	4.1	4.6	4.486	0.004	0.004	0.005	0.03	0.006	0.0098
Mangan (Mn) (µg/l)	374	379	370	385	393	374	274	379	304	385	393	347
Nikel (Ni) (µg/l)	27	33	38	34	32	32.8	17	13	19	14	17	16

Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Devamı)

Tarih	Mart 2011						Nisan 2011					
İstasyon no	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Ort.**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Ort.**
Su Sıcaklığı (°C)	8.7	7.9	8.3	8.6	8.7	8.44	9.7	8.9	7.3	7.6	9.7	8.64
pH	8.37	8.41	8.45	8.29	8.28	8.36	8	8.23	8.40	8.49	8.38	8.3
Çözünmüş Oksijen (mg/lt)	10.41	10.65	10.11	10.79	11.3	10.652	9.41	9.35	9.23	9.39	10.3	9.53
İletkenlik (µS/ cm)	187	185	184	189	182	185.4	193	195	174	182	175	183.8
Bulanıklık (NTU)	15.6	17.1	14.2	12.41	17.8	15.422	16.2	16.21	15.2	14.41	13.8	15.16
BOI (Bio. Oksijen mg/lt)	3.2	1.900	3.200	2.3	1.800	2.48	4.2	2.9	2.2	1.3	2.8	2.68
Toplam Katı (mg/lt)	30	26	35	29	39	31.8	39	35	41	37	38	38
Amonyum (NH_4^+ N^-)	2.129	2.125	3.157	3.112	2.106	2.5258	1.211	1.216	1.206	1.221	1.215	1.2138
Toplam Fosfat (µg/l)	11	12.15	12.04	13.45	13	12.34	14	14.5	15.8	12	15.95	14.45
Klorür (Cl^-)	3.1	3.7	3.8	3.5	4.1	3.64	4.1	4.7	2.8	2.5	5.1	3.84
Nitrat (NO_3 N^-)	1.34	0.45	1.49	0.43	1.54	1.05	0.34	0.75	0.49	0.83	1.24	0.73
Nitrit (NO_2 N^-)	0.008	0.002	0.001	0	0	0.001	0.008	0.002	0	0	0	0.002
Potasyum (K^+)	0.12	0.17	0.13	0.18	0.16	0.152	0.42	0.27	0.03	0.28	0.16	0.232
Sülfat (SO_4^{-2})	29.9	28.4	28.7	28.4	29.7	29.02	28.9	24.4	30.7	31.4	29.7	29.22
Klorofil-*a* (µg/l)	2.41	2.67	2.39	3.33	2.82	2.724	2.45	2.67	4.39	2.33	4.82	3.332
Ca^{+2} (mg/lt)	55.7	55.3	57.2	54.5	55.4	55.62	53.24	45.93	55.122	52.75	53.45	52.09
Mg^{+2}	10.26	10.34	10.22	10.28	10.3	10.28	9.456	9.534	9.3	9.2	9.45	9.388
Su Sertliği °dH	9.64	9.9	9.58	9.58	9.55	9.65	9.34	9	8.98	8.98	9.25	9.11
Alüminyum (Al^{3+}) (mg/lt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bakır (Cu) (µg/l)	5.139	5.142	5.143	5.139	5.141	5.1408	6.139	7.142	6.143	5.139	4.141	5.7408
Çinko (Zn) (µg/l)	105	112	117	101	114	109.8	104	117	119	111	114	113
Demir (Fe) (µg/l)	131	131	133	133	128	131.2	129	145	142	138	136	138
Kadmiyum (Cd) (µg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kobalt (Co) (µg/l)	0.2	0.2	0.1	0	0.1	0.0426	0.2	0.2	0.1	0	0.1	0.0426
Krom (Cr) (µg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kurşun (Pb) (µg/l)	0.006	0.004	0.005	0.03	0.006	0.0102	0.009	0.008	0.005	0.06	0.006	0.0176
Mangan (Mn) (µg/l)	354	359	353	385	353	360.8	364	359	348	356	395	364.4
Nikel (Ni) (µg/l)	17	16	16	16	16	16.2	18	16	14	15	16	15.8

Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Devamı)

Tarih	Mayıs 2011						Haziran 2011					
İstasyon no	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Ort.**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Ort.**
Su Sıcaklığı (°C)	5.7	6.4	6.2	5.9	5.8	6	28.2	28.3	27.5	27.1	26.7	27.56
pH	8.46	8.36	8.37	8.33	8.37	8.378	8.34	8.43	8.34	8.56	8.51	8.436
Çözünmüş Oksijen (mg/lt)	10.03	10	10.11	10.12	10.8	10.212	8.56	8.15	8.52	8.06	8.01	8.26
İletkenlik (µS/ cm)	204	206	198	197	199	200.8	182.3	192.9	197.4	187.6	178.3	187.7
Bulanıklık (NTU)	21	21	24	27	19	22.4	8.24	12	11.81	9.5	11.2	10.55
BOI (Bio. Oksijen mg/lt)	4.3	4.900	5.200	5.3	4.800	4.9	9.7	9.940	9.680	7.94	7.800	9.012
Toplam Katı (mg/lt)	46	43	44	42	45	44	50	43	49	48	45	47
Amonyum (NH_4^+ N^-)	0.669	0.887	0.897	0.866	0.962	0.8562	0.065	0.073	0.078	0.079	0.082	0.377
Toplam Fosfat (µg/l)	12.58	11.23	11.69	12.2	11	11.74	45	43.05	42.64	46.1	43	43.96
Klorür (Cl^-)	3.9	3.7	3.9	3.5	4.1	3.82	4.38	4.45	4.03	4.16	4.79	4.362
Nitrat (NO_3 N^-)	1.75	1.65	1.69	1.73	1.7	1.704	0.522	0.375	0.387	0.404	0.495	0.4346
Nitrit (NO_2 N^-)	0.199	0.209	0.254	0.266	0.222	0.23	0.002	0.001	0.003	0	0	0.0002
Potasyum (K^+)	0.23	0.23	0.21	0.18	0.26	0.222	2.43	1.84	2.34	2.01	2.11	2.146
Sülfat (SO_4^{-2})	26.9	28.4	29.7	30.4	30.7	29.22	16	16.1	14.8	13.9	13.3	14.82
Klorofil-*a* (µg/l)	2.9	2.8	2.5	2.2	2.8	2.64	4.32	3.9	3.9	3.96	4.45	4.106
Ca^{+2} (mg/lt)	57.8	56.6	58.7	56.9	57.9	57.58	45.6	43.7	46.3	47.1	54.8	47.5
Mg^{+2}	10.26	10.34	10.22	10.28	10.3	10.28	13.7	12	12.3	13.8	9.7	12.3
Su Sertliği °dH	9.98	9.98	9.91	9.9	9.97	9.948	9.3	9.1	11.7	12.9	9.2	10.44
Alüminyum (Al^{3+}) (mg/lt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bakır (Cu) (µg/l)	6.152	7.155	8.158	8.151	9.154	7.754	7.11	8.108	7.103	8.097	8.099	7.703
Çinko (Zn) (µg/l)	115	112	117	131	114	117.8	255	235	241	247	252	246
Demir (Fe) (µg/l)	424	321	323	325	328	344.2	475	486	413	421	397	438.4
Kadmiyum (Cd) (µg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kobalt (Co) (µg/l)	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0.0418	0	0	0.03	0.05	0	0
Krom (Cr) (µg/l)	0	0	0	0	0	0	0.03	0.038	0.049	0.02	0.02	0.0314
Kurşun (Pb) (µg/l)	0.005	0.004	0.006	0.013	0.004	0.0064	2	0.9	0.81	2	0.92	1.326
Mangan (Mn) (µg/l)	65	66	70	70	69	68	123	120	120	110	160	126.6
Nikel (Ni) (µg/l)	19	21	27	25	25	23.4	43	45	43	39	43	42.6

Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Devamı)

Tarih	Temmuz 2011						Ağustos 2011					
İstasyon no	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Ort.**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Ort.**
Su Sıcaklığı (°C)	27.5	27.6	28	28.3	28.4	27.96	28.2	27.4	27.9	28.4	26.4	27.66
pH	8.52	8.64	8.63	8.54	8.42	8.55	8.37	8.21	8.81	8.69	8.43	8.502
Çözünmüş Oksijen (mg/lt)	4.44	4.94	4.36	4.43	4.36	4.506	7.1	7.08	7.24	7.41	7.06	7.578
İletkenlik (µS/ cm)	193.2	191.6	198.2	172.1	179.9	187	168.4	172.5	163.9	166.4	174.8	169.2
Bulanıklık (NTU)	8.13	16	8.81	4.95	4.02	8.382	32	32	35.8	32.26	30.26	32.464
BOI (Bio. Oksijen mg/lt)	14.65	15.680	14.600	15.127	14.875	14.98	16.72	17.560	17.100	19.04	18.600	17.804
Toplam Katı (mg/lt)	60	56	60	57	65	59.6	63	66	57	60	61	**61.4**
Amonyum (NH_4^+ N^-)	0.062	0.042	0.045	0.044	0.061	0.0508	0.032	0.032	0.032	0.034	0.038	0.0336
Toplam Fosfat (µg/l)	78	74.3	75.5	74.87	75.14	75.56	37	42.5	43.5	37	36	39.27
Klorür (Cl^-)	3.21	4.03	3.92	3.12	4.08	3.672	3.86	3.68	3.93	3.21	3.37	3.61
Nitrat (NO_3 N^-)	0.952	0.843	0.867	0.843	0.847	0.8704	0.972	1.003	0.869	0.965	0.768	0.9154
Nitrit (NO_2 N^-)	0.003	0.001	0.004	0.002	0.002	0.0024	0.001	0.002	0	0.003	0	0.0006
Potasyum (K^+)	2.63	2.58	2.55	2.68	2.41	2.57	1.2	0.6	0.6	0.6	0.87	0.774
Sülfat (SO_4^{-2})	13	15	16.8	14.4	13.4	14.52	21.5	22.6	19.9	18.6	19.1	20.34
Klorofil-*a* (µg/l)	5.57	5.35	4.92	5.5	5.9	5.448	7.4	7.85	8.08	8.67	8.45	8.09
Ca^{+2} (mg/lt)	49.9	48.7	55.8	53.5	56.1	52.8	59.6	48.4	50.8	52.5	59.9	54.24
Mg^{+2}	13.3	9.8	9.6	11.5	10.9	11.2	9.06	9.08	9.23	10.18	10.34	9.578
Su Sertliği °dH	9.6	9.2	9.7	10.2	10.3	9.08	10.98	9.88	9.67	10.79	9.84	10.232
Alüminyum (Al^{3+}) (mg/lt)	0.001	0.001	0.004	0.002	0.001	0.0018	0	0	0	0	0	0
Bakır (Cu) (µg/l)	11.102	12.113	13.108	14.112	16.117	13.3104	13.14	14.21	14.723	15.821	17.218	15.02
Çinko (Zn) (µg/l)	271	251	248	258	265	258.6	289	278	258	265	265	271
Demir (Fe) (µg/l)	308	354	298	297	329	317.2	345	327	278	348	345	328.6
Kadmiyum (Cd) (µg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kobalt (Co) (µg/l)	0.01	0.07	0.05	0.01	0.03	0.034	0	0	0	0.001	0.002	0
Krom (Cr) (µg/l)	0.008	0.004	0.003	0.021	0.049	0.017	0.001	0.006	0.003	0.008	0.002	0.004
Kurşun (Pb) (µg/l)	8	10	7	7	8	8	5	4	3	2	5	3.8
Mangan (Mn) (µg/l)	40	62	68	55	79	60.8	100	260	130	130	180	160
Nikel (Ni) (µg/l)	29	28	33	34	31	31	46	43.2	45	56	58	49.64

Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Devamı)

Tarih	Eylül 2011						Ekim 2011					
İstasyon no	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Ort.**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Ort.**
Su Sıcaklığı (°C)	20.6	21.6	21.3	22.7	22.6	21.76	15.4	15.9	16.8	16.4	16.7	16.24
pH	9.06	9.66	9.04	8.84	8.89	9.098	8.78	8.48	8.85	8.66	8.67	8.688
Çözünmüş Oksijen (mg/lt)	6.93	7.93	8.76	7.5	8.56	7.936	8.59	7.59	10.9	13.16	10.95	10.238
İletkenlik (µS/ cm)	151.4	151.4	176.1	170.6	171.3	164.16	151.1	155.1	166.8	172.5	173.9	163.88
Bulanıklık (NTU)	35.45	41.5	44.5	42.9	39.22	40.714	22.5	25.9	26.2	28.24	24.35	25.438
BOI (Bio. Oksijen mg/lt)	27	26	26.78	25.9	27.521	26.64	13.82	13.400	13.520	15.94	16.260	14.588
Toplam Katı (mg/lt)	83	80	87	80	81	82.2	75	73	70	71	72	72.2
Amonyum (NH_4^+ N^-)	0.06	0.072	0.062	0.07	0.079	0.0686	0.753	0.654	0.448	0.445	0.553	0.5706
Toplam Fosfat (µg/l)	29.4	31.05	32	28	28.75	29.85	29	26	28	28.5	27	27.78
Klorür (Cl^-)	4.2	3.8	3.6	4.1	3.5	3.84	14.6	15.3	13.8	16.3	13.1	14.62
Nitrat (NO_3 N^-)	1.6	1.732	0.954	0.815	0.928	1.2058	2.05	1.01	1.98	2.07	1.1	1.642
Nitrit (NO_2 N^-)	0.006	0.002	0.043	0.007	0.051	0.0218	0.14	0.15	0.047	0.086	0.026	0.0898
Potasyum (K^+)	0.1	0.3	0.2	0.098	0.34	0.2076	0.5	0.35	0.38	0.29	0.2	0.344
Sülfat (SO_4^{-2})	17.6	17.3	18.7	15.3	12.1	16.2	15.6	15.8	19.4	17.2	20.8	17.76
Klorofil-*a* (µg/l)	8.5	8.3	8.7	9.5	8.86	9.14	9.5	8.6	8.7	9.1	8.4	8.86
Ca^{+2} (mg/lt)	56.3	59.4	49.7	47.8	49.8	52.6	57.6	48.3	49.5	56.8	48.7	52.18
Mg^{+2}	10.91	10.74	9.12	10.17	8.98	9.984	12.8	12.3	10.1	13.3	11.9	12.08
Su Sertliği °dH	9.55	8.47	9.5	9.57	8.61	9.14	10	10.6	11.3	11.5	9.8	10.64
Alüminyum (Al^{3+}) (mg/lt)	0	0	0	0	0	0	0.016	0.012	0.008	0.014	0.018	0.0136
Bakır (Cu) (µg/l)	19.172	15.168	16.176	19.162	18.165	17.5686	17.143	18.136	14.133	15.146	18.141	16.539
Çinko (Zn) (µg/l)	260	285	297	285	248	275	161	145	157	142	153	151.6
Demir (Fe) (µg/l)	394	374	336	328	316	349.6	848	955	858	846	851	871.6
Kadmiyum (Cd) (µg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kobalt (Co) (µg/l)	0	0	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0
Krom (Cr) (µg/l)	0.012	0.03	0.028	0.017	0.027	0.0228	0.027	0.023	0.02	0.03	0.028	0.0088
Kurşun (Pb) (µg/l)	5	5.7	5.38	5.5	5.16	5.348	0.007	0	0.008	0.001	0.044	0.012
Mangan (Mn) (µg/l)	200	100	140	135	132	141.4	270	320	320	230	230	274
Nikel (Ni) (µg/l)	32	41	42	46	48	41.8	23	25	27	28	26	25.8

Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Devamı)

Tarih	Kasım 2011						Aralık 2011					
İstasyon no	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Ort.**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Ort.**
Su Sıcaklığı (°C)	9.4	9.4	9.8	9.9	10.4	9.78	6.3	5.1	5.7	5.2	4.6	5.38
pH	8.36	8.46	8.57	8.63	8.87	8.578	8.44	8.53	8.49	8.4	8.62	8.496
Çözünmüş Oksijen (mg/lt)	10.01	10.01	9.11	9.9	9.8	9.766	8.78	8.81	8.51	8.9	8.8	8.76
İletkenlik (µS/ cm)	216	198.6	174.4	175.8	186.1	190.18	181	167.3	165.4	178.6	183	175.06
Bulanıklık (NTU)	36.9	29.1	37.2	42.41	40.8	37.282	34.9	34.1	37.5	34.41	36.8	35.542
BOI (Bio. Oksijen mg/lt)	9.6	8.900	9.200	9.3	8.800	9.16	4.6	4.900	5.200	5.3	4.800	4.96
Toplam Katı (mg/lt)	55	56	50	62	64	57.4	41	43	38	37	44	40.6
Amonyum (NH_4^+ N^-)	0.135	0.132	0.142	0.14	0.138	0.1374	0.245	0.252	0.262	0.254	0.235	0.2496
Toplam Fosfat (µg/l)	19	20.15	21	19.04	21	20.04	9	12	13	9	10	10.65
Klorür (Cl^-)	17.1	14.7	16.8	14.5	16.1	15.84	19.1	23.7	25.8	21.5	22.1	22.44
Nitrat (NO_3 N^-)	4.75	3.65	2.69	3.73	2.7	3.504	5.65	5.6	4.69	6.51	5.71	5.632
Nitrit (NO_2 N^-)	0.029	0.034	0.038	0.026	0.032	0.0318	0.007	0.004	0.008	0.006	0.002	0.0054
Potasyum (K^+)	2.23	2.25	1.44	1.29	2.2	1.882	0.12	0.17	0.12	0.12	0.23	0.152
Sülfat (SO_4^{-2})	23.9	26.4	23.7	23.4	24.7	24.42	39.9	38.4	34.7	36.4	37.7	37.42
Klorofil-*a* (µg/l)	6.5	5	5.3	4.8	4.6	5.44	1.4	1.5	1.51	1.7	1	1.422
Ca^{+2} (mg/lt)	47.7	46.3	46.2	46.5	49.4	47.22	48.4	46.5	47.23	45.24	47.67	47.008
Mg^{+2}	8.26	8.34	8.42	8.28	8.33	8.326	8.16	8.34	8.42	8.58	8.3	8.38
Su Sertliği °dH	10.54	9.5	10.48	9.58	10.45	10.11	11.54	10.5	9.48	10.43	9.45	10.28
Alüminyum (Al^{3+}) (mg/lt)	0.01	0.012	0.01	0.014	0.013	0.0118	0.012	0.011	0.015	0.016	0.012	0.0132
Bakır (Cu) (µg/l)	9.145	10.148	11.14	11.151	8.146	9.946	6.047	6.053	6.014	7.049	7.036	6.4398
Çinko (Zn) (µg/l)	143	142	147	132	142	141.2	105	102	107	107	104	105
Demir (Fe) (µg/l)	735	721	713	735	728	726.4	620	710	830	850	880	778
Kadmiyum (Cd) (µg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kobalt (Co) (µg/l)	0	0	0	0	0	0	0.11	0.24	0.18	0.13	0.21	0.174
Krom (Cr) (µg/l)	0.02	0.06	0.08	0.03	0.034	0.0448	0	0	0	0	0	0
Kurşun (Pb) (µg/l)	0.018	0.0014	0.0013	0.001	0.007	0.00578	0.002	0.001	0.002	0.003	0.003	0.0022
Mangan (Mn) (µg/l)	434	409	414	525	403	437	274	279	314	235	293	279
Nikel (Ni)	37	23	28	24	31	28.6	10	16	15	12	11	12.8

Çizelge 5.1.1. Apa Baraj Gölü'nün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Devamı)

Tarih	**Mart 2012**					
İstasyon no	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Ort.**
Su Sıcaklığı (°C)	8.1	8.9	8.3	8.6	8.3	8.44
pH	8.37	8.41	8.45	8.29	8.28	8.36
Çözünmüş Oksijen (mg/lt)	9.31	9.43	9.24	9.19	9.78	9.39
İletkenlik (µS/ cm)	187	185	184	189	182	185.4
Bulanıklık (NTU)	15.6	17.1	14.2	12.41	17.8	15.422
BOI (Bio. Oksijen mg/lt)	2.16	3.900	3.200	3.63	2.800	3.138
Toplam Katı (mg/lt)	24	23	29	27	23	25.2
Amonyum (NH_4^+ N^-)	2.009	1.525	1.757	1.412	2	1.7406
Toplam Fosfat (µg/l)	11.5	11.59	11.65	14	13.85	12.52
Klorür (Cl^-)	13.1	13.7	13.8	13.5	15.1	13.84
Nitrat (NO_3 N^-)	1.34	0.95	0.89	0.83	0.74	0.95
Nitrit (NO_2 N^-)	0.015	0.014	0.018	0.016	0.012	0.015
Potasyum (K^+)	0.12	0.17	0.13	0.18	0.16	0.152
Sülfat (SO_4^{-2})	29.9	28.4	28.7	28.4	29.7	29.02
Klorofil-*a* (µg/l)	2.5	2.3	2.5	2.4	2.6	2.46
Ca^{+2} (mg/lt)	55.7	55.3	57.2	54.5	55.4	55.62
Mg^{+2}	10.26	10.34	10.22	10.28	10.3	10.28
Su Sertliği °dH	9.64	9.9	9.58	9.58	9.55	9.65
Alüminyum (Al^{3+}) (mg/lt)	0	0	0	0	0	0
Bakır (Cu) (µg/l)	6.139	5.142	6.143	5.139	6.141	5.7408
Çinko (Zn) (µg/l)	105	112	107	103	104	106.2
Demir (Fe) (µg/l)	731	731	733	764	728	737.4
Kadmiyum (Cd) (µg/l)	0	0	0	0	0	0
Kobalt (Co) (µg/l)	0.2	0.2	0.1	0	0.1	0.0426
Krom (Cr) (µg/l)	0	0	0	0	0	0
Kurşun (Pb) (µg/l)	0.006	0.004	0.005	0.03	0.006	0.0102
Mangan (Mn) (µg/l)	654	659	653	685	653	660.8
Nikel (Ni)	14	16	18	13	12	14.6

5.2. Biyolojik Özellikler

Araştırma alanı olan Apa Baraj Gölü'nde yapılan kıyı bölgesi fitoplankton kommünitesinde *Cyanobacteria*, *Chlorophyta*, *Charophyta*, *Euglenophyta* ve *Heterokontophyta*'ya ait toplam 116 takson tespit edilmiştir. Mevcut taksonların listesi çizelge 5.2.1'de verilmiştir. Araştırma alanında yapılan diğer biyolojik çalışmalarda epifitik alglerden *Cyanobacteria*, *Chlorophyta*, *Charophyta*, *Euglenophyta* ve *Heterokontophyta*'ya ait toplam 106 takson tespit edilmiştir. Epipelik alglerden *Cyanobacteria*, *Chlorophyta*, *Charophyta*, *Euglenophyta* ve *Heterokontophyta*'ya ait toplam 79 takson tespit edilmiştir. Epilitik alglerden *Cyanobacteria*, *Chlorophyta*, *Charophyta*, *Euglenophyta*, *Dinophyta* ve *Heterokontophyta*'ya ait toplam 158 takson tespit edilmiştir. Mevcut taksonların listesi çizelge 5.2.1-5.2.4'te verilmiştir.

Çizelge 5.2.1. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi fitoplankton kommünitesinde tespit edilen taksonlar

Superregnum *Prokaryota*
Regnum *Eubacteria*
Subregnum *Negibacteria*
Divisio *Cyanobacteria*
Classis *Cyanophyceae*
Subclassis *Oscillatoriophycideae*
Ordo *Oscillatoriales*
Familia *Oscillatoriaceae*
Genus *Oscillatoria*
Oscillatoria agardhii Gomont
Oscillatoria amoena (Kützing) Gomont
Oscillatoria formosa Bory de Saint-Vincent ex Gomont
Oscillatoria lacustris (Klebahn) Geitler
Oscillatoria limnetica Lemmermann
Oscillatoria limosa C.Agardh ex Gomont
Oscillatoria prolifica Gomont
Oscillatoria tenuis C.Agardh ex Gomont
Oscillatoria tenuis var. *natans* Kützing ex Gomont
Familia *Phormidiaceae*
Subfamilia *Phormidioideae*
Genus *Phormidium*
Phormidium tenue (Meneghini) Gomont
Ordo *Chroococcales*
Familia *Chroococcaceae*
Genus *Chroococcus*
Chroococcus dispersus (Keissler) Lemmermann
Chroococcus giganteus West
Chroococcus turgidus (Kützing) Nägeli
Chroococcus limneticus Lemmermann

Çizelge 5.2.1. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi fitoplankton kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı)

Genus *Lyngbya*
Lyngbya limnetica Lemmermann
Lyngbya martensiana Meneghini
Genus *Limnococcus*
Limnococcus limneticus (Lemmermann)
Familia *Cyanobacteriaceae*
Genus *Aphanothece*
Aphanothece microscopica Nägeli
Familia *Microcystaceae*
Genus *Microcystis*
Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing
Subclassis *Synechococcophycideae*
Ordo *Synechococcales*
Familia *Merismopediaceae*
Subfamilia *Merismopedioideae*
Genus *Aphanocapsa*
Aphanocapsa grevillei (Berkeley) Rabenhorst
Genus *Merismopedia*
Merismopedia elegans A.Braun ex Kützing
Merismopedia glauca (Ehrenberg) Naegeli
Subclassis *Nostocophycideae*
Ordo *Nostocales*
Familia *Nostocaceae*
Genus *Nostoc*
Nostoc comminutum Kützing
Genus *Anabaena*
Anabaena affinis Lemmermann
Anabaena limnetica G.M.Smith
Anabaena oscillarioides Bory de Saint-Vincent
Superregnum *Eukaryota*
Regnum *Plantae*
Divisio *Charophyta*
Classis *Conjugatophyceae*
Ordo *Desmidiales*
Familia *Desmidiaceae*
Genus *Cosmarium*
Cosmarium botrytis Meneghini ex Ralfs
Cosmarium formosulum Hoff in Nordstedt
Cosmarium laeve Rabenhorst
Genus *Staurastrum*
Staurastrum pingue Teiling
Ordo *Zygnematales*
Familia *Zygnemataceae*
Genus *Spirogyra*
Spirogyra aequinoctialis G.S.West
Divisio *Chlorophyta*
Classis *Chlorophyceae*
Ordo *Sphaeropleales*
Familia *Selenastraceae*
Genus *Ankistrodesmus*
Ankistrodesmus angustus C.Bernard
Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs
Ankistrodesmus spiralis (W.B.Turner) Lemmermann

Çizelge 5.2.1. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi fitoplankton kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı)

Genus *Monoraphidium*
Monoraphidium contortum (Thuret) Komárková-Legnerová
Monoraphidium obtusum (Korshikov) Komárková-Legnerová
Familia *Hydrodictyaceae*
Genus *Pediastrum*
Pediastrum boryanum (Turpin) Meneghini
Pediastrum duplex Meyen
Pediastrum duplex var. *gracilimum* West & G.S.West
Pediastrum simplex var. *duodenarium* (J.W.Bailey) Rabenhorst
Tetraedron minimum (A.Braun) Hansgirg
Familia *Scenedesmaceae*
Subfamilia *Desmodesmoidea*e
Genus *Desmodesmus*
Desmodesmus abundans (Kirchner) E. Hegewald
Subfamilia *Scenedesmoidea*
Genus *Scenedesmus*
Scenedesmus obliquus (Turpin) Kützing
Scenedesmus arcuatus (Lemmermann) Lemmermann
Scenedesmus bijuga (Turpin) Lagerheim
Scenedesmus quadricauda (Turpin) Brébisson in Brébisson & Godey
Scenedesmus quadricauda var. *westii* G.M.Smith
Genus *Acutodesmus*
Acutodesmus dimorphus (Turpin) Tsarenko
Acutodesmus incrassatulus (Bohlin) Tsarenko
Familia *Radiococcaceae*
Genus *Gloeocystis*
Gloeocystis ves*iculosa* Nägeli
Ordo *Chlamydomonadales*
Familia *Chlorococcaceae*
Genus *Chlorococcum*
Chlorococcum humicola (Nägeli) Rabenhorst
Familia *Volvocaceae*
Genus *Pandorina*
Pandorina morum (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent in Lamouroux
Familia *Chlamydomonadaceae*
Genus *Chlamydomonas*
Chlamydomonas globosa J.W.Snow
Classis *Trebouxiophyceae*
Ordo *Chlorellales*
Familia *Chlorellaceae*
Genus *Chlorella*
Chlorella vulgaris Beyerinck [Beijerinck]
Genus *Closteriopsis*
Closteriopsis acicularis (Chodat) J.H.Belcher & Swale
Closteriopsis longissima (Lemmermann) Lemmermann
Genus *Acanthosphaera*
Acanthosphaera zachariasii Lemmermann
Genus *Oocystis*
Oocystis eremosphaeria G.M.Smith

Çizelge 5.2.1. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi fitoplankton kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı)

Ordo *Trebouxiophyceae* ordo *incertae sedis*
Familia *Trebouxiophyceae incertae sedis*
Genus *Crucigenia*
Crucigenia apiculata (Lemmermann) Schmidle

Regnum *Protozoa*
Divisio *Euglenophyta*
Classis *Euglenophyceae*
Ordo *Euglenales*
Familia *Euglenaceae*
Genus *Euglena*
Euglena polymorpha P.A.Dangeard
Euglena spirogyra Ehrenberg
Genus *Lepocinclis*
Lepocinclis acuta Prescott
Lepocinclis fusiformis (H.J.Carter) Lemmermann
Genus *Phacus*
Phacus pleuronectes (O.F.Müller) Nitzsch ex Dujardin

Superregnum *Eukaryota*
Regnum *Chromista*
Divisio *Heterokontophyta*
Classis *Fragilariophyceae*
Ordo *Fragilariales*
Familia *Fragilariaceae*
Genus *Fragilaria*
Fragilaria capucina Desmazières
Fragilaria crotonensis Kitton
Genus *Fragilariaforma*
Fragilariforma virescens (Ralfs) D.M.Williams & Round
Genus *Synedra*
Synedra pulchella Kützing
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg
Genus *Diatoma*
Diatoma tenuis C.Agardh
Diatoma vulgaris Bory de Saint-Vincent
Genus *Asterionella*
Asterionella formosa Hassall
Classis *Bacillariophyceae*
Ordo *Naviculales*
Familia *Pleurosigmataceae*
Genus *Gyrosigma*
Gyrosigma acuminatum (Kützing) Rabenhorst
Familia *Naviculaceae*
Genus *Navicula*
Navicula fusoides Grunow
Navicula gregaria Donkin
Navicula phyllepta Kützing
Navicula radiosa Kützing
Navicula rhynchocephala Kützing
Navicula schmidtii Lagerst.
Genus *Geissleria*
Geissleria similis (Krasske) Lange-Bertalot & Metzeltin
Familia *Stauroneidaceae*
Genus *Craticula*
Craticula citrus (Krasske) Reichardt

Çizelge 5.2.1. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi fitoplankton kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı)

Familia *Pinnulariaceae*
Genus *Pinnularia*
Pinnularia britannica (Van Heurck) Cleve-Euler
Familia *Diploneidaceae*
Genus *Diploneis*
Diploneis subconstricta (A. Cleve) Cleve-Euler
Ordo *Achnanthales*
Familia *Cocconeidaceae*
Genus *Cocconeis*
Cocconeis placentula Ehrenberg
Familia *Achnanthaceae*
Genus *Achnanthes*
Achnanthes lanceolata (Brébisson ex Kützing) Grunow in Van Heurck
Ordo *Surirellales*
Familia *Surirellaceae*
Genus *Surirella*
Surirella ovalis Brébisson
Surirella robusta Ehrenberg
Genus *Cymatopleura*
Cymatopleura elliptica (Brébisson) W.Smith
Cymatopleura solea (Brébisson) W.Smith
Ordo *Thalassiophysales*
Familia *Catenulaceae*
Genus *Amphora*
Amphora ovalis (Kützing) Kützing
Amphora robusta Gregory
Ordo *Eunotiales*
Familia *Eunotiaceae*
Genus *Eunotia*
Eunotia parallela Ehrenberg
Classis *Coscinodiscophyceae*
Ordo *Melosirales*
Familia *Melosiraceae*
Genus *Melosira*
Melosira islandica O.F.Müller
Melosira varians C.Agardh
Familia *Aulacoseiraceae*
Genus *Aulacoseira*
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen
Ordo *Thalassiosirales*
Familia *Stephanodiscaceae*
Genus *Cyclotella*
Cyclotella comta (Ehrenberg) Kützing
Cyclotella meneghiniana Kützing
Cyclotella ocellata Pantocsek
Cyclotella striata (Kützing) Grunow
Classis *Bacillariophyceae*
Ordo *Cymbellales*
Familia *Rhoicospheniaceae*
Genus *Rhoicosphenia*
Rhoicosphenia abbreviata (C.Agardh) Lange-Bertalot
Familia *Cymbellaceae*
Genus *Cymbella*
Cymbella cistula (Ehrenberg) O.Kirchner

Çizelge 5.2.1. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi fitoplankton kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı)

Cymbella cymbiformis C.Agardh
Cymbella dorsenotata Østrup
Cymbella hungarica (Grunow) Pantocsek
Cymbella tumida (Brébisson) van Heurck

Familia *Gomphonemataceae*

Genus *Gomphonema*

Gomphonema acuminatum Ehrenberg
Gomphonema olivaceum (Hornemann) Brébisson
Gomphonema subclavatum (Grunow) Grunow

Ordo *Bacillariales*

Familia *Bacillariaceae*

Genus *Nitzschia*

Nitzschia longissima (Brébisson) Ralfs in Pritchard
Nitzschia palea (Kützing) W.Smith
Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) W.Smith

Genus *Hantzschia*

Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow

Ordo *Rhopalodia*les

Familia *Rhopalodia*ceae

Genus *Epithemia*

Epithemia adnata (Kützing) Brébisson
Epithemia sorex Kützing

Genus *Rhopalodia*

Rhopalodia gibba (Ehrenberg) Otto Müller

Superregnum *Eukaryota*
Regnum *Chromista*
Divisio *Dinophyta*
Classis *Dinophyceae*

Ordo *Peridiniales*

Familia *Peridiniaceae*

Genus *Parvodinium*

Parvodinium inconspicuum (Lemmermann) S.Carty

Çizelge 5.2.2. Apa Baraj Gölü epifitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar

Superregnum *Prokaryota*
Regnum *Eubacteria*
Subregnum *Negibacteria*
Divisio *Cyanobacteria*
Classis *Cyanophyceae*
Subclassis *Oscillatoriophycideae*

Ordo *Oscillatoriales*

Familia *Oscillatoriaceae*

Genus *Oscillatoria*

Oscillatoria amoena (Kützing) Gomont
Oscillatoria limosa C.Agardh ex Gomont
Oscillatoria subbrevis Schmidle
Oscillatoria tenuis C.Agard

Ordo *Chroococcales*

Familia *Chroococcaceae*

Genus *Lyngbya*

Lyngbya nordgaardii Wille

Familia *Spirulinaceae*

Genus *Spirulina*

Spirulina subsalsa Oerstedt ex Gomont

Çizelge 5.2.2. Apa Baraj Gölü epifitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı)

Familia *Microcystaceae*
Genus *Microcystis*
Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing
Subclassis *Synechococcophycideae*
Ordo *Synechococcales*
Familia *Merismopediaceae*
Subfamilia *Merismopedioideae*
Genus *Merismopedia*
Merismopedia elegans A.Braun ex Kützing
Merismopedia glauca (Ehrenberg) Naegeli

Superregnum *Eukaryota*
Regnum *Plantae*
Divisio *Charophyta*
Classis *Conjugatophyceae*
Ordo *Desmidiales*
Familia *Desmidiaceae*
Genus *Cosmarium*
Cosmarium botrytis Meneghini ex Ralfs
Cosmarium contractum O.Kirchner
Cosmarium formosulum Hoff in Nordstedt
Cosmarium granatum Brébisson ex Ralfs
*Cosmarium lae*ve Rabenhorst
Cosmarium ornatum Ralfs ex Ralfs
Cosmarium variolatum var. *cataractarum* Raciborski
Ordo *Zygnematales*
Familia *Zygnemataceae*
Genus *Spirogyra*
Spirogyra aequinoctialis G.S.West
Spirogyra subsalsa Kützing

Divisio *Chlorophyta*
Classis *Chlorophyceae*
Ordo *Sphaeropleales*
Familia *Selenastraceae*
Genus *Ankistrodesmus*
Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs
Ankistrodesmus spiralis(W.B. Turner) Lemmermann
Genus *Monoraphidium*
Monoraphidium contortum (Thuret) Komárková-Legnerová
Monoraphidium mirabile West & G.S.West
Familia *Hydrodictyaceae*
Genus *Pediastrum*
Pediastrum boryanum (Turpin) Meneghini
Pediastrum duplex Meyen
Pediastrum simplex Meyen
Genus *Stauridium*
Stauridium tetras (Ehrenberg) E. Hegewald
Genus *Tetraedron*
Tetraedron minimum (A.Braun) Hansgirg
Tetraedron triangulare Korshikov
Familia *Scenedesmaceae*
Subfamilia *Scenedesmoidea*
Genus *Scenedesmus*
Scenedesmus abundans var. *longicauda* G.M.Smith
Scenedesmus arcuatus (Lemmermann)

Çizelge 5.2.2. Apa Baraj Gölü epifitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı)

Scenedesmus bijuga (Turpin) Lagerheim
Scenedesmus longus var. *naegelii* Brébisson
Scenedesmus quadricauda (Turpin) Brébisson in Brébisson & Godey
Scenedesmus quadricauda var. *westii* G.M.Smith
Genus *Acutodesmus*
Acutodesmus dimorphus (Turpin) Tsarenko
Familia *Microsporaceae*
Genus *Microspora*
Microspora pachyderma (Wille) Lagerheim
Ordo *Chlamydomonadales*
Familia *Chlorococcaceae*
Genus *Chlorococcum*
Chlorococcum humicola (Nägeli) Rabenhorst
Chlorococcum macrostigmatum R.C.Starr
Familia *Volvocaceae*
Genus *Pandorina*
Pandorina morum (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent in Lamouroux
Familia *Palmellopsidaceae*
Genus *Asterococcus*
Asterococcus superbus (Cienkowski) Scherffel
Ordo *Chaetophorales*
Familia *Chaetophoraceae*
Genus *Stigeoclonium*
Stigeoclonium pachydermum Prescott
Classis *Trebouxiophyceae*
Ordo *Chlorellales*
Familia *Chlorellaceae*
Genus *Chlorella*
Chlorella vulgaris Beyerinck [Beijerinck]
Genus *Closteriopsis*
Closteriopsis acicularis (Chodat) J.H.Belcher & Swale
Genus *Geminella*
Geminella interrupta Turpin
Familia *Oocystaceae*
Genus *Oocystis*
Oocystis borgei J.W.Snow
Oocystis nodulosa West
Ordo *Trebouxiophyceae* ordo *incertae sedis*
Familia *Trebouxiophyceae incertae sedis*
Genus *Crucigenia*
Crucigenia apiculata (Lemmermann) Schmidle
Classis *Ulvophyceae*
Ordo *Cladophorales*
Familia *Cladophoraceae*
Genus *Cladophora*
Cladophora glomerata (Linnaeus) Kützing
Regnum *Protozoa*
Divisio *Euglenophyta*
Classis *Euglenophyceae*
Ordo *Euglenales*
Familia *Euglenaceae*

Çizelge 5.2.2. Apa Baraj Gölü epifitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı)

Genus *Trachelomonas*

Trachelomonas hispida (Perty) F.Stein

Superregnum *Eukaryota*
Regnum *Chromista*
Divisio *Heterokontophyta*
Classis *Fragilariophyceae*
Ordo *Fragilariales*
Familia *Fragilariaceae*
Genus *Fragilaria*
Fragilaria crotonensis Kitton
Fragilaria capucina Desmazières
Genus *Synedra*
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg
Synedra nana F.Meister
Genus *Ulnaria*
Ulnaria capitata (Ehrenberg) P.Compère
Genus *Diatoma*
Diatoma tenuis C.Agardh
Diatoma vulgaris Bory de Saint-Vincent
Genus *Asterionella*
Asterionella formosa Hassall
Classis *Bacillariophyceae*
Ordo *Naviculales*
Familia *Pleurosigmataceae*
Genus *Gyrosigma*
Gyrosigma acuminatum (Kützing) Rabenhorst
Gyrosigma tenuissimum (W.Smith) Griffith & Henfrey
Familia *Naviculaceae*
Genus *Navicula*
Navicula radiosa Kützing
Navicula schmidtii Lagerst.
Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg
Navicula vulpina Kützing
Genus *Geissleria*
Geissleria similis (Krasske) Lange-Bertalot & Metzeltin
Genus Caloneis
Caloneis silicula (Ehrenberg) Cleve
Familia *Stauroneidaceae*
Genus *Craticula*
Craticula ambigua (Ehrenberg) D.G.Mann in Round, Crawford & Mann
Craticula cuspidata (Kutzing) D.G.Mann in Round, Crawford & Mann
Familia *Pinnulariaceae*
Genus *Pinnularia*
Pinnularia acuminata W.Smith
Pinnularia britannica (Van Heurck) Cleve-Euler
Ordo *Mastogloiales*
Familia *Mastogloiaceae*
Genus *Aneumastus*
Aneumastus tuscula (Ehrenberg) D.G.Mann & A.J.Stickle in Round, Crawford & D.G. Mann
Ordo *Achnanthales*
Familia *Cocconeidaceae*
Genus *Cocconeis*
Cocconeis placentula Ehrenberg
Familia *Achnanthaceae*
Genus *Achnanthes*
Achnanthes arctica (Cleve) Cleve-Euler

Çizelge 5.2.2. Apa Baraj Gölü epifitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı)

Achnanthes lanceolata (Brébisson ex Kützing) Grunow in Van Heurck
Familia *Achnanthidiaceae*
Genus *Planothidium*
Planothidium dispar (Cleve) Witkowski
Ordo *Surirellales*
Familia *Surirellaceae*
Genus *Surirella*
Surirella brebissonii Krammer & Lange-Bertalot
Surirella ovalis Brébisson
Surirella robusta Ehrenberg
Genus *Cymatopleura*
Cymatopleura elliptica (Brébisson) W.Smith
Cymatopleura solea (Brébisson) W.Smith
Ordo *Thalassiophysales*
Familia *Catenulaceae*
Genus *Amphora*
Amphora ovalis (Kützing) Kützing
Amphora robusta Gregory
Ordo *Eunotiales*
Familia *Eunotiaceae*
Genus *Eunotia*
Eunotia parallela Ehrenberg
Classis *Coscinodiscophyceae*
Ordo *Melosirales*
Familia *Melosiraceae*
Genus *Melosira*
Melosira islandica O.F.Müller
Melosira varians C.Agardh
Familia *Aulacoseiraceae*
Genus *Aulacoseira*
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen
Ordo *Thalassiosirales*
Familia *Stephanodiscaceae*
Genus *Cyclotella*
Cyclotella comta (Ehrenberg) Kützing
Cyclotella meneghiniana Kützing
Cyclotella ocellata Pantocsek
Classis *Bacillariophyceae*
Ordo *Cymbellales*
Familia *Rhoicospheniaceae*
Genus *Rhoicosphenia*
Rhoicosphenia abbreviata (C.Agardh) Lange-Bertalot
Familia *Cymbellaceae*
Genus *Cymbella*
Cymbella cymbiformis C.Agardh
Cymbella dorsenotata Østrup
Cymbella hungarica (Grunow) Pantocsek
Cymbella stuxbergii (Cleve) Cleve
Cymbella tumida (Brébisson) van Heurck
Genus *Brebissonia*
Brebissonia lanceolata (C.Agardh) Mahoney & Reimer
Genus *Encyonema*
Encyonema prostratum (Berkeley) Kützing
Familia *Gomphonemataceae*
Genus *Gomphonema*

Çizelge 5.2.2. Apa Baraj Gölü epifitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı)

Gomphonema acuminatum Ehrenberg
Gomphonema olivaceum (Hornemann) Brébisson
Gomphonema subclavatum (Grunow) Grunow
Gomphonema vibrio var. *intricatum* (Kützing) Playfair

Ordo *Bacillariales*
Familia *Bacillariaceae*
Genus *Nitzschia*
Nitzschia amphioxoides Hustedt
Nitzschia longissima (Brébisson) Ralfs in Pritchard
Nitzschia palea (Kützing) W.Smith
Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) W.Smith
Genus *Hantzschia*
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow
Ordo *Rhopalodia*les
Familia *Rhopalodia*ceae
Genus *Epithemia*
Epithemia sorex Kützing

Çizelge 5.2.3. Apa Baraj Gölü epipelik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar

Superregnum *Prokaryota*
Regnum *Eubacteria*
Subregnum *Negibacteria*
Divisio *Cyanobacteria*
Classis *Cyanophyceae*
Subclassis *Oscillatoriophycideae*
Ordo *Oscillatoriales*
Familia *Oscillatoriaceae*
Genus *Oscillatoria*
Oscillatoria agardhii Gomont
Oscillatoria anguina Bory ex Gomont
Oscillatoria formosa Bory de Saint-Vincent ex Gomont
Oscillatoria limnetica Lemmermann
Oscillatoria princeps Vaucher ex Gomont
Oscillatoria prolifica Gomont
Oscillatoria tenuis C.Agardh ex Gomont
Familia *Phormidiaceae*
Subfamilia *Phormidioideae*
Genus *Phormidium*
Phormidium tenue (Meneghini) Gomont
Ordo *Chroococcales*
Familia *Chroococcaceae*
Genus *Lyngbya*
Lyngbya aestuarii Liebman ex Gomont
Lyngbya nordgaardii Wille
Familia *Spirulinaceae*
Genus *Spirulina*
Spirulina major Kützing
Familia *Microcystaceae*
Genus *Microcystis*
Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing

Çizelge 5.2.3. Apa Baraj Gölü epipelik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı)

Subclassis *Synechococcophycideae*
Ordo *Synechococcales*
Familia *Merismopediaceae*
Subfamilia *Merismopedioideae*
Genus *Aphanocapsa*
Aphanocapsa grevillei (Berkeley) Rabenhorst
Aphanocapsa holsatica (Lemmermann) G.Cronberg & J.Komárek
Genus *Merismopedia*
Merismopedia elegans A.Braun ex Kützing
Subclassis *Nostocophycideae*
Ordo *Nostocales*
Familia *Rivulariaceae*
Genus *Calothrix*
Calothrix braunii Bornet & Flahault
Calothrix crustacea Schousboe ex Thuret
Familia *Nostocaceae*
Genus *Nostoc*
Nostoc comminutum Kützing
Nostoc commune Vaucher ex Bornet & Flahault
Genus *Anabaena*
Anabaena cylindrica Lemmermann
Anabaena oscillarioides Bory de Saint-Vincent
Anabaena sphaerica Bornet & Flahault
Superregnum *Eukaryota*
Regnum *Plantae*
Divisio *Charophyta*
Classis *Conjugatophyceae*
Ordo *Desmidiales*
Familia *Desmidiaceae*
Genus *Cosmarium*
Cosmarium formosulum Hoff in Nordstedt
Divisio *Chlorophyta*
Classis *Chlorophyceae*
Ordo *Sphaeropleales*
Familia *Hydrodictyaceae*
Genus *Pediastrum*
Pediastrum duplex f. *clathratum* Arnold & Aleksenko
Pediastrum duplex Meyen
Pediastrum simplex Meyen
Pediastrum simplex var. *duodenarium* (J.W.Bailey) Rabenhorst
Familia *Scenedesmaceae*
Subfamilia *Scenedesmoidea*
Genus *Acutodesmus*
Acutodesmus incrassatulus (Bohlin) Tsarenko
Genus *Scenedesmus*
Scenedesmus quadricauda (Turpin) Brébisson in Brébisson & Godey
Subfamilia *Coelastroideae*
Genus *Coelastrum*
Coelastrum astroideum De Notaris
Coelastrum microporum Nägeli in A.Braun

Çizelge 5.2.3. Apa Baraj Gölü epipelik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı)

Ordo *Chlamydomonadales*
Familia *Chlorococcaceae*
Genus *Chlorococcum*
Chlorococcum humicola (Nägeli) Rabenhorst
Familia *Palmellopsidaceae*
Genus *Asterococcus*
Asterococcus superbus (Cienkowski) Scherffel
Classis *Trebouxiophyceae*
Ordo *Chlorellales*
Familia *Chlorellaceae*
Genus *Chlorella*
Chlorella vulgaris Beyerinck [Beijerinck]
Familia *Oocystaceae*
Genus *Oocystis*
Oocystis eremosphaeria G.M.Smith
Classis *Ulvophyceae*
Ordo *Ulotrichales*
Familia *Ulotrichaceae*
Genus *Ulothrix*
Ulothrix subconstricta G.S.West
Regnum *Protozoa*
Divisio *Euglenophyta*
Classis *Euglenophyceae*
Ordo *Euglenales*
Familia *Euglenaceae*
Genus *Euglena*
Euglena gracilis Klebs
Euglena spirogyra Ehrenberg
Familia *Phacaceae*
Genus *Lepocinclis*
Lepocinclis fusiformis (H.J.Carter) Lemmermann
Lepocinclis playfairiana Deflandre
Genus *Phacus*
Phacus nordstedtii Lemmermann
Phacus pleuronectes (O.F.Müller) Nitzsch ex Dujardin
Superregnum *Eukaryota*
Regnum *Chromista*
Divisio *Heterokontophyta*
Classis *Fragilariophyceae*
Ordo *Fragilariales*
Familia *Fragilariaceae*
Genus *Fragilaria*
Fragilaria capucina Desmazières
Fragilaria constricta Ehrenberg
Fragilaria tenera (W.Smith) Lange-Bertalot
Genus *Synedra*
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg
Genus *Diatoma*
Diatoma vulgaris Bory de Saint-Vincent
Classis *Bacillariophyceae*
Ordo *Naviculales*
Familia *Pleurosigmataceae*
Genus *Gyrosigma*
Gyrosigma acuminatum (Kützing) Rabenhorst
Gyrosigma tenuissimum (W.Smith) Griffith & Henfrey

Çizelge 5.2.3. Apa Baraj Gölü epipelik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı)

Familia *Naviculaceae*
Genus *Navicula*
Navicula directa (W.Smith) Ralfs
Navicula phyllepta Kützing
Navicula radiosa Kützing
Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg
Navicula gregaria Donkin
Genus *Geissleria*
Geissleria similis (Krasske) Lange-Bertalot & Metzeltin
Familia *Stauroneidaceae*
Genus *Craticula*
Craticula ambigua (Ehrenberg) D.G.Mann in Round, Crawford & Mann
Craticula citrus (Krasske) Reichardt
Familia *Pinnulariaceae*
Genus *Pinnularia*
Pinnularia britannica (Van Heurck) Cleve-Euler
Pinnularia stomatophora (Grunow) Cleve
Familia *Diploneidaceae*
Genus *Diploneis*
Diploneis subconstricta (A. Cleve) Cleve-Euler
Ordo *Achnanthales*
Familia *Achnanthaceae*
Genus *Achnanthes*
Achnanthes lanceolata (Brébisson ex Kützing) Grunow in Van Heurck
Ordo *Surirellales*
Familia *Surirellaceae*
Genus *Surirella*
Surirella ovalis Brébisson
Genus *Cymatopleura*
Cymatopleura elliptica (Brébisson) W.Smith
Cymatopleura solea (Brébisson) W.Smith
Ordo *Thalassiophysales*
Familia *Catenulaceae*
Genus *Amphora*
Amphora ovalis (Kützing) Kützing
Classis *Coscinodiscophyceae*
Ordo *Melosirales*
Familia *Melosiraceae*
Genus *Melosira*
Melosira islandica O.F.Müller
Melosira varians C.Agardh
Familia *Aulacoseiraceae*
Genus *Aulacoseira*
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen
Ordo *Thalassiosirales*
Familia *Stephanodiscaceae*
Genus *Cyclotella*
Cyclotella comta (Ehrenberg) Kützing
Cyclotella striata (Kützing) Grunow
Classis *Bacillariophyceae*
Ordo *Cymbellales*
Familia *Cymbellaceae*
Genus *Cymbella*
Cymbella cymbiformis C.Agardh
Cymbella dorsenotata Østrup

Çizelge 5.2.3. Apa Baraj Gölü epipelik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı)

Cymbella tumida (Brébisson) van Heurck
Genus *Brebissonia*
Brebissonia lanceolata (C.Agardh) Mahoney & Reimer
Familia *Gomphonemataceae*
Genus *Gomphonema*
Gomphonema olivaceum (Hornemann) Brébisson
Ordo *Bacillariales*
Familia *Bacillariaceae*
Genus *Nitzschia*
Nitzschia navicularis (Brébisson) Grunow in Cleve & Grunow
Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) W.Smith
Genus *Hantzschia*
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow
Ordo *Rhopalodia*les
Familia *Rhopalodia*ceae
Genus *Epithemia*
Epithemia sorex Kützing

Çizelge 5.2.4. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar

Superregnum *Prokaryota*
Regnum *Eubacteria*
Subregnum *Negibacteria*
Divisio *Cyanobacteria*
Classis *Cyanophyceae*
Subclassis *Oscillatoriophycideae*
Ordo *Oscillatoriales*
Familia *Oscillatoriaceae*
Genus *Oscillatoria*
Oscillatoria agardhii Gomont
Oscillatoria angusta Koppe
Oscillatoria curviceps C.Agardh ex Gomont
Oscillatoria lacustris (Klebahn) Geitler
Oscillatoria limnetica Lemmermann
Oscillatoria limosa C.Agardh ex Gomont
Oscillatoria tenuis C.Agardh ex Gomont
Oscillatoria tenuis var. *natans* Kützing ex Gomont
Ordo *Chroococcales*
Familia *Chroococcaceae*
Genus *Chroococcus*
Chroococcus dispersus (Keissler) Lemmermann
Chroococcus giganteus West
Chroococcus limneticus Lemmermann
Chroococcus minor (Kützing) Nägeli
Chroococcus turgidus (Kützing) Nägeli
Genus *Lyngbya*
Lyngbya aeurigineo-caerulea Gomont
Lyngbya diguetii Gomont
Lyngbya limnetica Lemmermann

Çizelge 5.2.4. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı)

Lyngbya nordgaardii Wille
Lyngbya taylorii Drouet & Strickland
Lyngbya versicolor Wartmann ex Gomont
Lyngbya martensiana Meneghini
Lyngbya lagerheimii Gomont

Familia *Cyanobacteriaceae*
Genus *Aphanothece*
Aphanothece microscopica Nägeli

Familia *Microcystaceae*
Genus *Microcystis*
Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing

Familia *Microcystaceae*
Genus *Gloeocapsa* sp.

Subclassis *Synechococcophycideae*
Ordo *Synechococcales*
Familia *Merismopediaceae*
Subfamilia *Merismopedioideae*
Genus *Merismopedia*
Merismopedia glauca (Ehrenberg) Naegeli
Genus *Aphanocapsa*
Aphanocapsa grevillei (Berkeley) Rabenhorst
Aphanocapsa litoralis Hansgirg
Aphanocapsa muscicola (Meneghini) Wille

Subclassis *Nostocophycideae*
Ordo *Nostocales*
Familia *Rivulariaceae*
Genus *Calothrix*
Calothrix braunii Bornet & Flahault
Calothrix crustacea Schousboe ex Thuret
Calothrix fusca (Kützing) Bornet & Flahault
Calothrix parietina (Nägeli) Thuret
Genus *Anabaena*
Anabaena affinis Lemmermann
Anabaena cylindrica Lemmermann
Anabaena limnetica G.M.Smith
Anabaena oscillarioides Bory de Saint-Vincent
Anabaena sphaerica Bornet & Flahault
Genus *Cylindrospermum*
Cylindrospermum muscicola Kützing ex Bornet & Flahault

Superregnum *Eukaryota*
Regnum *Plantae*
Divisio *Charophyta*
Classis *Conjugatophyceae*
Ordo *Desmidiales*
Familia *Desmidiaceae*
Genus *Staurastrum*
Staurastrum pingue Teiling
Ordo *Zygnematales*
Familia *Zygnemataceae*
Genus *Spirogyra*
Spirogyra gratiana Transeau

Çizelge 5.2.4. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı)

Divisio *Chlorophyta*
Classis *Chlorophyceae*
Ordo *Sphaeropleales*
Familia *Selenastraceae*
Genus *Ankistrodesmus*
Ankistrodesmus angustus C.Bernard
Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs
Ankistrodesmus spiralis (W.B.Turner) Lemmermann
Genus *Monoraphidium*
Monoraphidium contortum (Thuret) Komárková-Legnerová
Monoraphidium mirabile West & G.S.West
Monoraphidium obtusum (Korshikov) Komárková-Legnerová
Genus *Kirchneriella*
Kirchneriella lunaris (Kirchner) K.Möbius
Familia *Hydrodictyaceae*
Genus *Pediastrum*
Pediastrum boryanum (Turpin) Meneghini
Pediastrum boryanum var. *longicorne* Reinsch
Pediastrum duplex Meyen
Pediastrum duplex var. *gracilimum* West & G.S.West
Pediastrum simplex Meyen
Genus *Tetraedron*
Tetraedron caudatum (Corda) Hansgirg
Familia *Scenedesmaceae*
Subfamilia *Desmodesmoidea*e
Genus *Desmodesmus*
Desmodesmus abundans (Kirchner) E. Hegewald
Subfamilia *Scenedesmoidea*
Genus *Scenedesmus*
Scenedesmus bijuga (Turpin) Lagerheim
Scenedesmus raciborskii Woloszynska
Scenedesmus quadricauda (Turpin) Brébisson in Brébisson & Godey
Genus *Acutodesmus*
Acutodesmus dimorphus (Turpin) Tsarenko
Acutodesmus incrassatulus (Bohlin) Tsarenko
Subfamilia *Coelastroideae*
Genus *Coelastrum*
Coelastrum sphaericum Nägeli
Familia *Radiococcaceae*
Genus *Gloeocystis*
Gloeocystis ves*iculosa* Nägeli
Ordo *Chlamydomonadales*
Familia *Chlorococcaceae*
Genus *Chlorococcum*
Chlorococcum humicola (Nägeli) Rabenhorst
Familia *Dunaliella*ceae
Genus *Dunaliella*
Dunaliella salina (Dunal)Teoderosco
Dunaliella viridis Teoderosco
Familia *Volvocaceae*
Genus *Pandorina*
Pandorina morum (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent in Lamouroux

Çizelge 5.2.4. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı)

Familia *Chlamydomonadaceae*
Genus Protococcus
Protococcus viridis C.Agardh
Genus *Chlamydomonas*
Chlamydomonas globosa J.W.Snow
Familia *Palmellopsidaceae*
Genus *Asterococcus*
Asterococcus superbus (Cienkowski) Scherffel
Familia *Sphaerocystidaceae*
Genus *Sphaerocystis*
Sphaerocystis schroeteri Chodat
Familia *Haematococcaceae*
Genus *Haematococcus*
Haematococcus lacustris (Girod-Chantrans) Roststafinski
Ordo *Chaetophorales*
Familia *Chaetophoraceae*
Genus *Stigeoclonium*
Stigeoclonium lubricum (Dillwyn) Kützing
Stigeoclonium nanum (Dillwyn) Kützing
Stigeoclonium subsecundum (Kützing) Kützing
Ordo *Oedogoniales*
Familia *Oedogoniaceae*
Genus *Bulbochaete*
Bulbochaete alabamensis Transeau & Brown
Genus *Oedogonium*
Oedogonium capilliforme Kützing ex Hirn
Classis *Trebouxiophyceae*
Ordo *Chlorellales*
Familia *Chlorellaceae*
Genus *Chlorella*
Chlorella vulgaris Beyerinck [Beijerinck]
Genus *Closteriopsis*
Closteriopsis acicularis (Chodat) J.H.Belcher & Swale
Closteriopsis longissima (Lemmermann) Lemmermann
Closteriopsis longissima var. *tropica* West & G.S.West
Closterium littorale F.Gay
Genus *Acanthosphaera*
Acanthosphaera zachariasii Lemmermann
Familia *Oocystaceae*
Genus *Oocystis*
Oocystis borgei J.W.Snow
Oocystis solitaria Wittrock
Genus *Crucigenia*
Crucigenia apiculata (Lemmermann) Schmidle
Crucigenia quadrata Morren
Classis *Ulvophyceae*
Ordo *Ulotrichales*
Familia *Ulotrichaceae*
Genus *Ulothrix*
Ulothrix aequalis Kützing
Ordo *Cladophorales*
Familia *Cladophoraceae*
Genus *Cladophora*
Cladophora glomerata (Linnaeus) Kützing

Çizelge 5.2.4. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı)

Cladophora aegagropila (Linnaeus) Trevisan
Regnum *Protozoa*
Divisio *Euglenophyta*
Classis *Euglenophyceae*
Ordo *Euglenales*
Familia *Euglenaceae*
Genus *Euglena*
Euglena gracilis Klebs
Euglena polymorpha P.A.Dangeard
Euglena proxima P.A.Dangeard
Euglena sanguinea Ehrenberg
Familia *Phacaceae*
Genus *Lepocinclis*
Lepocinclis acuta Prescott
Lepocinclis fusiformis (H.J.Carter) Lemmermann
Lepocinclis oxyuris (Schmarda) Marin & Melkonian
Lepocinclis wangi Chu
Regnum *Chromista*
Divisio *Heterokontophyta*
Classis *Synurophyceae*
Ordo *Synurales*
Familia *Mallomonadaceae*
Genus *Mallomonas*
Mallomonas acaroides Perty
Classis *Xanthophyceae*
Ordo *Tribonematales*
Familia *Tribonemataceae*
Genus *Tribonema*
Tribonema bombycinum Derbès & Solier
Superregnum *Eukaryota*
Regnum *Chromista*
Divisio *Heterokontophyta*
Classis *Fragilariophyceae*
Ordo *Fragilariales*
Familia *Fragilariaceae*
Genus *Fragilaria*
Fragilaria constricta Ehrenberg
Fragilaria crotonensis Kitton
Genus *Fragilaria*forma
Fragilariforma virescens (Ralfs) D.M.Williams & Round
Genus *Synedra*
Synedra nana F.Meister
Synedra pulchella Kützing
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg
Genus *Diatoma*
Diatoma tenuis C.Agardh
Diatoma vulgaris Bory de Saint-Vincent
Genus *Asterionella*
Asterionella formosa Hassall
Classis *Bacillariophyceae*
Ordo *Naviculales*
Familia *Pleurosigmataceae*
Genus *Gyrosigma*
Gyrosigma acuminatum (Kützing) Rabenhorst
Gyrosigma tenuissimum (W.Smith) Griffith & Henfrey

Çizelge 5.2.4. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı)

Familia *Naviculaceae*
Genus *Navicula*
Navicula capitatoradiata Germain
Navicula fusoides Grunow
Navicula gregaria Donkin
Navicula phyllepta Kützing
Navicula radiosa Kützing
Navicula rhynchocephala Kützing
Navicula schadei Krasske
Navicula sphaerocephala Cleve-Euler
Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg
Familia *Stauroneidaceae*
Genus *Craticula*
Craticula ambigua (Ehrenberg) D.G.Mann in Round, Crawford & Mann
Familia *Pinnulariaceae*
Genus *Pinnularia*
Pinnularia borealis Ehrenberg
Ordo *Mastogloiales*
Familia *Mastogloiaceae*
Genus *Aneumastus*
Aneumastus tuscula (Ehrenberg) D.G.Mann & A.J.Stickle in Round, Crawford & D.G. Mann
Ordo *Achnanthales*
Familia *Achnanthaceae*
Genus *Achnanthes*
Achnanthes felinophila Lowe & Sherwood
Achnanthes lanceolata (Brébisson ex Kützing) Grunow in Van Heurck
Familia *Achnanthidiaceae*
Genus *Planothidium*
Planothidium dispar (Cleve) Witkowski
Ordo *Surirellales*
Familia *Surirellaceae*
Genus *Surirella*
Surirella angusta Kützing
Surirella ovalis Brébisson
Surirella robusta Ehrenberg
Genus *Cymatopleura*
Cymatopleura elliptica (Brébisson) W.Smith
Ordo *Thalassiophysales*
Familia *Catenulaceae*
Genus *Amphora*
Amphora angusta Gregory
Amphora ovalis (Kützing) Kützing
Amphora pediculus (Kützing) Grunow ex A.Schmidt
Amphora robusta Gregory
Classis *Coscinodiscophyceae*
Ordo *Melosirales*
Familia *Melosiraceae*
Genus *Melosira*
Melosira islandica O.F.Müller
Melosira varians C.Agardh
Familia *Aulacoseiraceae*
Genus *Aulacoseira*
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen

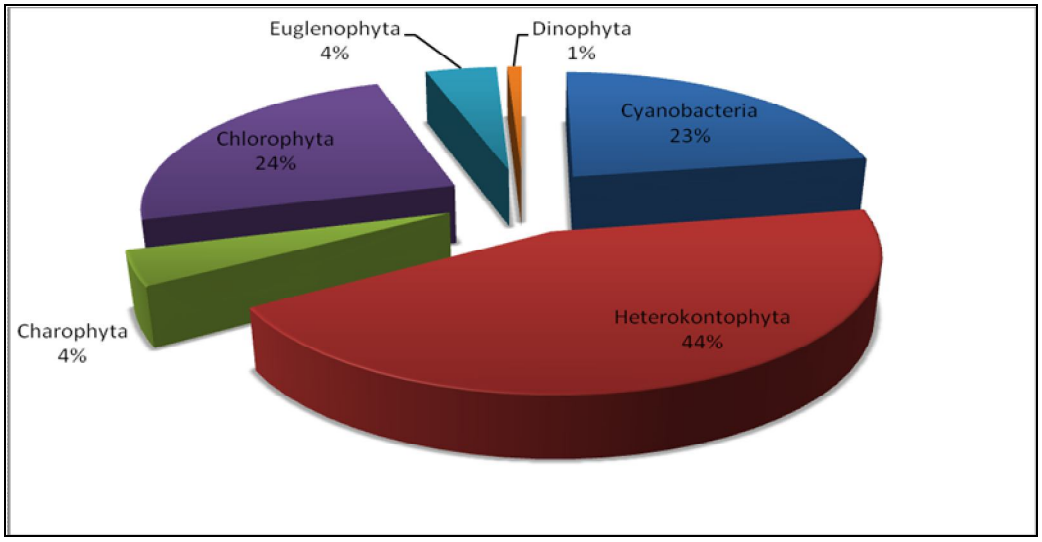
Çizelge 5.2.4. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde tespit edilen taksonlar (Devamı)

Ordo *Thalassiosirales*
Familia *Stephanodiscaceae*
Genus *Cyclotella*
Cyclotella comta (Ehrenberg) Kützing
Cyclotella striata (Kützing) Grunow
Cyclotella meneghiniana Kützing
Classis *Bacillariophyceae*
Ordo *Cymbellales*
Familia *Rhoicospheniaceae*
Genus *Rhoicosphenia*
Rhoicosphenia abbreviata (C.Agardh) Lange-Bertalot
Rhoicosphenia sp.
Familia *Cymbellaceae*
Genus *Cymbella*
Cymbella cistula (Ehrenberg) O.Kirchner
Cymbella cymbiformis C.Agardh
Cymbella helvetica Kützing
Cymbella parva (W.Smith) Cleve
Cymbella tumida (Brébisson) van Heurck
Genus *Brebissonia*
Brebissonia lanceolata (C.Agardh) Mahoney & Reimer
Genus *Encyonema*
Encyonema prostratum (Berkeley) Kützing
Encyonema ventricosum (C.Agardh) Grunow in
Familia *Gomphonemataceae*
Genus *Gomphonema*
Gomphonema olivaceum (Hornemann) Brébisson
Gomphonema subclavatum (Grunow) Grunow
Ordo *Bacillariales*
Familia *Bacillariaceae*
Genus *Nitzschia*
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow
Nitzschia longissima (Brébisson) Ralfs in Pritchard
Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) W.Smith
Nitzschia thermalis (Ehrenberg) Auerswald in Rabenhorst
Genus *Hantzschia*
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow
Ordo *Rhopalodia*les
Familia *Rhopalodia*ceae
Genus *Epithemia*
Epithemia adnata (Kützing) Brébisson
Epithemia sorex Kützing
Genus *Rhopalodia*
Rhopalodia gibba (Ehrenberg) Otto Müller
Regnum *Chromista*
Divisio *Dinophyta*
Classis *Dinophyceae*
Ordo *Peridiniales*
Familia *Peridiniaceae*
Genus *Parvodinium*
Parvodinium incospicuum (Lemmarmann) S. Carty/

5.2.1. Fitoplankton kompozisyonu

Apa Baraj Gölü'nün kıyı bölgesi fitoplanktonu üzerinde yapılan taksonomik araştırmada 28'i *Chlorophyta*, 51'i *Heterokontophyta*, 26'si *Cyanobacteria*, 5'i *Euglenophyta*, 5'i *Charophyta* ve 1'i *Dinophyta*'dan olmak üzere 6 farklı divizyoya ait toplam 116 takson tespit edilmiştir.

Apa Baraj Gölü'nün fitoplankton kompozisyonu şekil 5.2.1.1'de, fitoplanktonda bulunan alg türlerinin sıklık analizi sonuçları çizelge 5.2.1.1'de verilmiştir.



Şekil 5.2.1.1. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi fitoplankton kompozisyonu

Çizelge 5.2.1.1. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi fitoplanktonunda tespit edilen taksonların sıklık analizi (F) sonuçları(Organizmanın kaydedildiği örnek sayısının toplam örnek sayısına oranının %olarak ifadesidir):%1-20 Nadiren mevcut, %21-40 Bazen mevcut, %41-60 Ekseriya mevcut, %61-80 Çoğunlukla mevcut, %81-100 Devamlı mevcut

TÜR ADI	**F**
Cyanobacteria	
Anabaena affinis Lemmermann	57
Anabaena limnetica G.M.Smith	36
Anabaena oscillarioides Bory de Saint-Vincent	52
Aphanocapsa grevillei (Berkeley) Rabenhorst	34
Aphanothece microscopica Nägeli	23
Chroococcus dispersus (Keissler) Lemmermann	45
Chroococcus giganteus West	40
Chroococcus limneticus Lemmermann	35
Chroococcus turgidus (Kützing) Nägeli	65
Limnococcus limneticus (Lemmermann) Komárková	25
Lyngbya limnetica Lemmermann	33
Lyngbya martensiana Meneghini	35
Merismopedia elegans A.Braun ex Kützing	36
Merismopedia glauca (Ehrenberg) Naegeli	35
Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing	80

Çizelge 5.2.1.1. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi fitoplanktonunda tespit edilen taksonların sıklık analizi (F) sonuçları (Devamı)

Nostoc comminutum Kützing	75
Oscillatoria agardhii Gomont	65
Oscillatoria amoena (Kützing) Gomont	35
Oscillatoria formosa Bory de Saint-Vincent ex Gomont	25
Oscillatoria lacustris (Klebahn) Geitler	25
Oscillatoria limnetica Lemmermann	33
Oscillatoria limosa C.Agardh ex Gomont	25
Oscillatoria prolifica Gomont	17
Oscillatoria tenuis *C.Agardh ex Gomont*	67
Oscillatoria tenuis *var*. natans *Kützing ex Gomont*	35
Phormidium tenue (Meneghini) Gomont	8
Heterokontophyta	
Achnanthes lanceolata (Brébisson ex Kützing) Grunow in Van Heurck	40
Amphora ovalis (Kützing) Kützing	65
Amphora robusta Gregory	35
Asterionella formosa Hassall	42
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen	50
Cocconeis placentula Ehrenberg	75
Craticula citrus (Krasske) Reichardt	42
Cyclotella comta (Ehrenberg) Kützing	70
Cyclotella meneghiniana Kützing	80
Cyclotella ocellata Pantocsek	65
Cyclotella striata (Kützing) Grunow	57
Cymatopleura elliptica (Brébisson) W.Smith	55
Cymatopleura solea (Brébisson) W.Smith	75
Cymbella cistula (Ehrenberg) O.Kirchner	75
Cymbella cymbiformis C.Agardh	80
Cymbella dorsenotata Østrup	75
Cymbella hungarica (Grunow) Pantocsek	46
Cymbella tumida (Brébisson) van Heurck	80
Diatoma tenuis C.Agardh	57
Diatoma vulgaris Bory de Saint-Vincent	43
Diploneis subconstricta (A. Cleve) Cleve-Euler	17
Epithemia adnata (Kützing) Brébisson	48
Epithemia sorex Kützing	43
Eunotia parallela Ehrenberg	24
Fragilaria capucina Desmazières	65
Fragilaria crotonensis Kitton	65
Fragilariforma virescens (Ralfs) D.M.Williams & Round	32
Geissleria similis (Krasske) Lange-Bertalot & Metzeltin	20
Gomphonema acuminatum Ehrenberg	56
Gomphonema olivaceum (Hornemann) Brébisson	56
Gomphonema subclavatum (Grunow) Grunow	43
Gyrosigma acuminatum (Kützing) Rabenhorst	56
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow	43
Melosira islandica O.F.Müller	60
Melosira varians C.Agardh	65
Navicula fusoides Grunow	42
Navicula gregaria Donkin	78
Navicula phyllepta Kützing	24
Navicula radiosa Kützing	100
Navicula rhynchocephala Kützing	76
Navicula schmidtii Lagerst.	56
Nitzschia longissima (Brébisson) Ralfs in Pritchard	60

Çizelge 5.2.1.1. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi fitoplanktonunda tespit edilen taksonların sıklık analizi (F) sonuçları (Devamı)

Nitzschia palea (Kützing) W.Smith	41
Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) W.Smith	50
Pinnularia britannica (Van Heurck) Cleve-Euler	25
Rhoicosphenia abbreviata (C.Agardh) Lange-Bertalot	65
Rhopalodia gibba (Ehrenberg)	25
Surirella ovalis Brébisson	45
Surirella robusta Ehrenberg	15
Synedra pulchella Kützing	30
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg	100
Charophyta	
Cosmarium botrytis	65
Cosmarium formosulum Hoff in Nordstedt	25
Cosmarium laeve	65
Spirogyra aequinoctialis G.S.West	30
Staurastrum pingue	17
Chlorophyta	
Acanthosphaera zachariasii Lemmermann	17
Acutodesmus dimorphus (Turpin) Tsarenko	45
Acutodesmus incrassatulus (Bohlin) Tsarenko	25
Ankistrodesmus angustus C.Bernard	45
Ankistrodesmus falcatus (Corda)	45
Ankistrodesmus spiralis (W.B.Turner) Lemmermann	17
Chlamydomonas globosa J.W.Snow	17
Chlorella vulgaris	80
Chlorococcum humicola	60
Closteriopsis acicularis (Chodat) J.H.Belcher & Swale	33
Closteriopsis longissima (Lemmermann) Lemmermann	42
Crucigenia apiculata (Lemmermann) Schmidle	17
Desmodesmus abundans (Kirchner) E. Hegewald	45
Gloeocystis vesiculosa Nägeli	36
Monoraphidium contortum (Thuret) Komárková-Legnerová	70
Monoraphidium obtusum (Korshikov) Komárková-Legnerová	70
Oocystis eremosphaeria G.M.Smith	25
Pandorina morum (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent in Lamouroux	35
Pediastrum boryanum (Turpin) Meneghini	65
Pediastrum duplex Meyen	70
Pediastrum duplex var. *gracilimum* West & G.S.West	33
Pediastrum simplex var. *duodenarium* (J.W.Bailey) Rabenhorst	33
Scenedesmus arcuatus (Lemmermann) Lemmermann	17
Scenedesmus bijuga (Turpin) Lagerheim	40
Scenedesmus obliquus (Turpin) Kützing	17
Scenedesmus quadricauda (Turpin) Brébisson in Brébisson & Godey	70
Scenedesmus quadricauda var. *westii* G.M.Smith	56
Tetraedron minimum (A.Braun) Hansgirg	17
Euglenophyta	
Euglena polymorpha P.A.Dangeard	33
Euglena spirogyra Ehrenberg	45
Lepocinclis acuta Prescott	17
Lepocinclis fusiformis (H.J.Carter) Lemmermann	22
Phacus pleuronectes (O.F.Müller) Nitzsch ex Dujardin	21
Dinophyta	
Parvodinium inconspicuum	8

Cyanobacteria'nın *Chroococcales* ordosundan *Chroococcus turgidus* ve *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoriales* ordosundan *Oscillatoria agardhii* ve *Oscillatoria tenuis*, *Nostocales* ordosundan *Nostoc comminutum* yapılan örneklemeler sırasında "çoğunlukla mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Nostocales* ordosundan *Anabaena affinis*, *Anabaena oscillarioides Chroococcales* ordosundan *Chroococcus dispersus* türleri yapılan örneklemeler sırasında "ekseriya mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Oscillatoriales* ordosundan *Oscillatoria prolifica* ve *Phormidium tenue* yapılan örneklemeler sırasında "nadiren mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. Diğer *Cyanobacteria* türleri ise "bazen mevcut" türler olarak kaydedilmiştir.

Heterokontophyta'nın *Naviculales* ordosundan *Navicula radiosa* ve *Fragilariales* ordosundan *Synedra ulna* yapılan örneklemeler sırasında "Devamlı mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Thalassiophysales* ordosundan *Amphora ovalis*, *Thalassiosirales* ordosundan *Cyclotella comta*, *Cyclotella meneghiniana* ve *Cyclotella ocellata*, *Surirellales* ordosundan *Cymatopleura solea*, *Cymbellales* ordusundan *Cymbella cistula*, *Cymbella cymbiformis*, *Cymbella dorsenotata*, *Cymbella tumida* ve *Rhoicosphenia abbreviata*, *Melosirales* ordusundan *Melosira varians*, *Naviculales* ordusundan *Navicula gregaria*, *Navicula rhynchocephala* türleri yapılan örneklemeler sırasında "çoğunlukla mevcut" türler olarak kaydedilmiştir.

Fragilariales ordosundan *Asterionella formosa* ve *Diatoma vulgaris*, *Melosirales* ordosundan *Aulacoseira granulata*, *Naviculales* ordosundan *Craticula citrus*, *Navicula fusoides* ve *Navicula schmidtii*, *Thalassiosirales* ordosundan *Cyclotella striata*, *Surirellales* ordosundan *Cymatopleura elliptica* ve *Surirella ovalis*, *Cymbellales* ordosundan *Cymbella hungarica*, *Gomphonema acuminatum* ve *Gomphonema olivaceum Rhopalodia*les ordusundan *Epithemia adnata* ve *Epithemia sorex*, *Bacillariales* ordosundan *Nitzschia longissima*, *Nitzschia palea* ve *Nitzschia sigmoidea* türleri yapılan örneklemeler sırasında "ekseriya mevcut" türler olarak kaydedilmiştir.

Naviculales ordosundan *Diploneis subconstricta* ve *Geissleria similis*, *Surirellales* ordosundan *Surirella robusta* türleri yapılan örneklemeler sırasında "nadiren mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Heterokontophyta*'nın diğer türleri yapılan örneklemeler sırasında "bazen mevcut" türler olarak kaydedilmiştir.

Charophyta'nın *Desmidiales* ordosundan *Cosmarium botrytis* ve *Cosmarium lae*ve türleri "çoğunlukla mevcut", *Desmidiales* ordosundan *Cosmarium formosulum* ve *Zygnematales* ordosundan *Spirogyra aequinoctialis* türleri yapılan örneklemeler

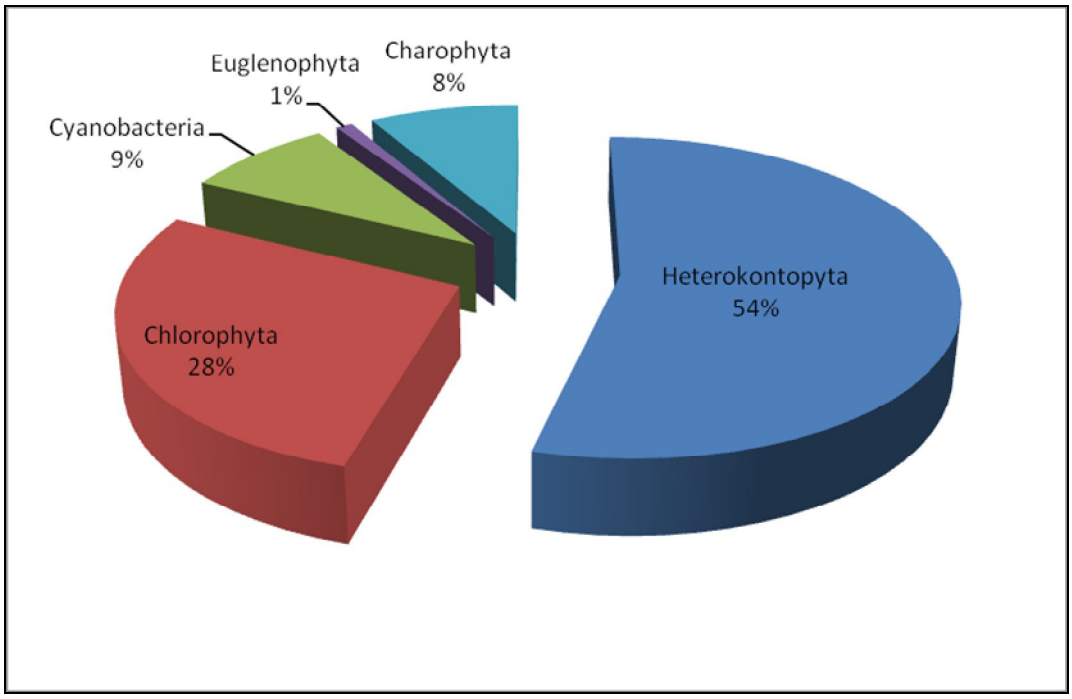
sırasında "bazen mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Desmidiales* ordosundan *Staurastrum pingue* türü "nadiren mevcut" tür olarak kaydedilmiştir.

Chlorophyta'nın *Sphaeropleales* ordosundan *Monoraphidium contortum*, *Monoraphidium obtusum*, *Pediastrum boryanum*, *Pediastrum duplex* ve *Scenedesmus quadricauda* türleri ve *Chlorellales* ordosundan *Chlorella vulgaris* türü yapılan örneklemeler sırasında "çoğunlukla mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Sphaeropleales* ordosundan *Ankistrodesmus angustus* ve *Ankistrodesmus falcatus*, *Chlorellales* ordosundan *Closteriopsis longissima*, *Chlamydomonadales* ordosundan *Chlorococcum humicola*, *Sphaeropleales* ordosundan *Desmodesmus abundans*, *Acutodesmus dimorphus* ve *Scenedesmus quadricauda* var. *westii* türleri yapılan örneklemeler sırasında "ekseriya mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Chlorellales* ordosundan *Closteriopsis acicularis* ve *Oocystis eremosphaeria*, *Chlamydomonadales* ordosundan *Pandorina morum*, *Sphaeropleales* ordosundan *Pediastrum duplex* var. *gracilimum*, *Pediastrum simplex* var. *duodenarium*, *Scenedesmus bijuga* ve *Acutodesmus incrassatulus* türleri yapılan örneklemeler sırasında "bazen mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Chlorophyta*'nın diğer türleri "nadiren mevcut" türler olarak kaydedilmiştir.

Euglenophyta'nın *Euglenales* ordosundan *Euglena polymorpha*, *Lepocinclis fusiformis* ve *Phacus pleuronectes* yapılan örneklemeler sırasında "bazen mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Euglenales* ordosundan *Euglena Spirogyra "*ekseriya mevcut" olarak kaydedilmiştir. *Euglenales* ordosundan *Lepocinclis acuta* yapılan örneklemeler sırasında "nadiren mevcut" tür olarak kaydedilmiştir.

5.2.2. Epifitik alg kompozisyonu

Apa Baraj Gölü'nün epifitik algleri üzerinde yapılan taksonomik araştırmada 30'u *Chlorophyta*, 57'si *Heterokontophyta*, 9'u *Cyanobacteria*, 1'i *Euglenophyta*, 9'u *Charophyta* olmak üzere 5 farklı divizyoya ait toplam 106 takson tespit edilmiştir.
Apa Baraj Gölü'nün epifitik alg kompozisyonu şekil 5.2.2.1'de, sıklık analizi sonuçları çizelge 5.2.2.1'de verilmiştir.



Şekil 5.2.2.1. Apa Baraj Gölü epifitik alg kompozisyonu

Cyanobacteria'nın, *Synechococcales* ordosundan *Merismopedia glauca*, *Chroococcales* ordosundan *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoriales* ordosundan *Oscillatoria tenuis* "çoğunlukla mevcut" tür, *Synechococcales* ordosundan *Merismopedia elegans*, *Oscillatoriales* ordosundan *Oscillatoria amoena* "ekseriya mevcut" tür, *Oscillatoriales* ordosundan *Lyngbya nordgaardii* ve *Oscillatoria subbrevis* türleri yapılan örneklemeler sırasında "bazen mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Oscillatoriales* ordosundan *Oscillatoria limosa*, *Chroococcales* ordosundan *Spirulina subsalsa* yapılan örneklemeler sırasında "nadiren mevcut" tür olarak kaydedilmiştir.

Heterokontophyta'nın, *Naviculales* ordosundan *Navicula radiosa* yapılan örneklemeler sırasında "devamlı mevcut" tür olarak kaydedilmiştir. *Achnanthales* ordosundan *Cocconeis placentula*, *Naviculales* ordosundan *Craticula ambigua*, *Thalassiosirales* ordosundan *Cyclotella meneghiniana* ve *Cyclotella ocellata* *Cymbellales* ordosundan *Cymbella tumida*, *Fragilariales* ordosundan *Fragilaria crotonensis* ve *Synedra ulna* türleri yapılan örneklemeler sırasında "ekseriya mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Melosirales* ordosundan *Aulacoseira granulata*, *Thalassiosirales* ordosundan *Cyclotella comta*, *Cymbellales* ordosundan *Cymbella cymbiformis*, *Rhoicosphenia abbreviata* ve *Gomphonema subclavatum* *Fragilariales* ordosundan *Diatoma tenuis*, *Fragilaria capucina*, *Fragilaria crotonensis* ve *Ulnaria capitata* *Bacillariales* ordosundan *Hantzschia amphioxys*, *Melosirales* ordosundan

Melosira varians, *Surirellales* ordosundan *Surirella ovalis* yapılan örneklemeler sırasında "ekseriya mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Mastogloiales* ordosundan *Aneumastus tuscula*, *Cymbellales* ordosundan *Brebissonia lanceolata* ve *Encyonema prostratum*, *Naviculales* ordosundan *Caloneis silicula*, *Craticula cuspidata*, *Gyrosigma tenuissimum*, *Navicula viridula*, *Navicula vulpina*, *Pinnularia acuminata* ve *Pinnularia britannica Eunotiales* ordosundan *Eunotia parallela*, *Surirellales* ordosundan *Surirella brebissonii* yapılan örneklemeler sırasında "nadiren mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. Diğer *Heterokontophyta* türleri ise örneklemeler sırasında "bazen mevcut" türler olarak kaydedilmiştir.

Charophyta'nın *Desmidiales* ordosundan *Cosmarium botrytis*, *Cosmarium contractum* ve *Cosmarium granatum Zygnematales* ordosundan *Spirogyra aequinoctialis* yapılan örneklemeler sırasında "bazen mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. Diğer *Charophyta* türleri ise örneklemeler sırasında "nadiren mevcut" türler olarak kaydedilmiştir.

Chlorophyta'nın, *Sphaeropleales* ordosundan *Monoraphidium contortum*, *Monoraphidium obtusum*, *Pediastrum boryanum* ve *Scenedesmus quadricauda*, *Chlamydomonadales* ordosundan *Chlorococcum humicola* yapılan örneklemeler sırasında "çoğunlukla mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Sphaeropleales* ordosundan *Ankistrodesmus falcatus*, *Pediastrum duplex* ve *Pediastrum simplex Chlamydomonadales* ordosundan *Pandorina morum*, türleri yapılan örneklemeler sırasında "ekseriya mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Chlorellales* ordosundan *Chlorella vulgaris* ve *Geminella interrupta Chlamydomonadales* ordosundan *Chlorococcum macrostigmatum*, *Trebouxiophyceae* ordo *incertae sedis* ordosundan *Crucigenia apiculata*, *Sphaeropleales* ordosundan *Microspora pachyderma*, *Scenedesmus arcuatus*, *Tetraedron minimum* ve *Tetraedron triangulare*, *Chaetophorales* ordosundan *Stigeoclonium pachydermum* yapılan örneklemeler sırasında "nadiren mevcut" tür olarak kaydedilmiştir. *Chlorophyta*'nın diğer türleri "bazen mevcut" türler olarak kaydedilmiştir.

*Euglena*phyta'nın *Euglenales* ordosundan *Trachelomonas hispida* "bazen mevcut" tür olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 5.2.2.1. Apa Baraj Gölü epifitik alg kommünitesinde bulunan alg taksonlarının sıklık analizi (F) sonuçları (Organizmanın kaydedildiği örnek sayısının toplam örnek sayısına oranının %olarak ifadesidir): %1-20 Nadiren mevcut, %21-40 Bazen mevcut, %41-60 Ekseriya mevcut, %61-80 Çoğunlukla mevcut, %81-100 Devamlı mevcut

TÜR ADI	**F**
Cyanobacteria	
Lyngbya nordgaardii Wille	35
Merismopedia elegans A.Braun ex Kützing	45
Merismopedia glauca (Ehrenberg) Naegeli	67
Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing	80
Oscillatoria amoena (Kützing) Gomont	56
Oscillatoria limosa C.Agardh ex Gomont	17
Oscillatoria subbrevis Schmidle	21
Oscillatoria tenuis C.Agard	75
Spirulina subsalsa Oerstedt ex Gomont	8
Heterokontophyta	
Achnanthes arctica (Cleve) Cleve-Euler	35
Achnanthes lanceolata (Brébisson ex Kützing) Grunow in Van Heurck	33
Amphora ovalis (Kützing) Kützing	35
Amphora robusta Gregory	25
Aneumastus tuscula (Ehrenberg) D.G.Mann & A.J.Stickle in Round, Crawford & D.G. Mann	17
Asterionella formosa Hassall	25
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen	45
Brebissonia lanceolata (C.Agardh) Mahoney & Reimer	17
Caloneis silicula (Ehrenberg) Cleve	17
Cocconeis placentula Ehrenberg	80
Craticula ambigua (Ehrenberg) D.G.Mann in Round, Crawford & Mann	75
Craticula cuspidata (Kützing) D.G.Mann in Round, Crawford & Mann	16
Cyclotella comta (Ehrenberg) Kützing	41
Cyclotella meneghiniana Kützing	65
Cyclotella ocellata Pantocsek	75
Cymatopleura elliptica (Brébisson) W.Smith	35
Cymatopleura solea (Brébisson) W.Smith	24
Cymbella cymbiformis C.Agardh	41
Cymbella dorsenotata Østrup	33
Cymbella hungarica (Grunow) Pantocsek	21
Cymbella stuxbergii (Cleve) Cleve	25
Cymbella tumida (Brébisson) van Heurck	75
Diatoma tenuis C.Agardh	45
Diatoma vulgaris Bory de Saint-Vincent	25
Encyonema prostratum (Berkeley) Kützing	17
Epithemia sorex Kützing	25
Eunotia parallela Ehrenberg	8
Fragilaria capucina Desmazières	45
Fragilaria crotonensis Kitton	55
Geissleria similis (Krasske) Lange-Bertalot & Metzeltin	21
Gomphonema acuminatum Ehrenberg	24
Gomphonema olivaceum (Hornemann) Brébisson	30
Gomphonema subclavatum (Grunow) Grunow	41
Gomphonema vibrio var. intricatum (Kützing) Playfair	25
Gyrosigma acuminatum (Kützing) Rabenhorst	25
Gyrosigma tenuissimum (W.Smith) Griffith & Henfrey	16
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow	45
Melosira islandica O.F.Müller	25
Melosira varians C.Agardh	45

Çizelge 5.2.2.1. Apa Baraj Gölü epifitik alg kommünitesinde bulunan alg taksonlarının sıklık analizi (F) sonuçları (Devamı)

Navicula radiosa Kützing	100
Navicula schmidtii Lagerst.	34
Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg	16
Navicula vulpina Kützing	16
Nitzschia amphioxoides Hustedt	33
Nitzschia longissima (Brébisson) Ralfs in Pritchard	21
*Nitzschia palea (*Kützing) W.Smith	16
Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) W.Smith	33
Pinnularia acuminata W.Smith	16
Pinnularia britannica (Van Heurck) Cleve-Euler	8
Planothidium dispar (Cleve) Witkowski	35
Rhoicosphenia abbreviata (C.Agardh) Lange-Bertalot	45
Surirella brebissonii Krammer & Lange-Bertalot	12
Surirella ovalis Brébisson	60
Surirella robusta Ehrenberg	33
Synedra nana F.Meister	25
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg	75
Ulnaria capitata (Ehrenberg) P.Compère	45
Charophyta	
Cosmarium botrytis Meneghini ex Ralfs	25
Cosmarium contractum O.Kirchner	25
Cosmarium formosulum Hoff in Nordstedt	16
Cosmarium granatum Brébisson ex Ralfs	25
Cosmarium laeve Rabenhorst	16
Cosmarium ornatum Ralfs ex Ralfs	16
Cosmarium variolatum var. *cataractarum* Raciborski	8
Spirogyra aequinoctialis G.S.West	25
Spirogyra subsalsa Kützing	8
Chlorophyta	
Acutodesmus dimorphus (Turpin) Tsarenko	21
Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs	45
Ankistrodesmus spiralis(W.B. Turner) Lemmermann	25
Asterococcus superbus (Cienkowski) Scherffel	25
Chlorella vulgaris Beyerinck [Beijerinck]	16
Chlorococcum humicola (Nägeli) Rabenhorst	65
Chlorococcum macrostigmatum R.C.Starr	8
Cladophora glomerata (Linnaeus) Kützing	30
Closteriopsis acicularis (Chodat) J.H.Belcher & Swale	25
Crucigenia apiculata (Lemmermann) Schmidle	8
Geminella interrupta Turpin	16
Microspora pachyderma (Wille) Lagerheim	8
Monoraphidium contortum (Thuret) Komárková-Legnerová	65
Monoraphidium mirabile West & G.S.West	35
Oocystis borgei J.W.Snow	21
Oocystis nodulosa West	21
Pandorina morum (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent in Lamouroux	45
Pediastrum boryanum (Turpin) Meneghini	65
Pediastrum duplex Meyen	55
Pediastrum simplex Meyen	45
Stauridium tetras (Ehrenberg) E. Hegewald	33
Scenedesmus abundans var. *longicauda* G.M.Smith	35
Scenedesmus arcuatus (Lemmermann) Lemmermann	16
Scenedesmus bijuga (Turpin) Lagerheim	35
Scenedesmus longus var. *naegelii* Brébisson	21
Scenedesmus quadricauda (Turpin) Brébisson in Brébisson & Godey	75

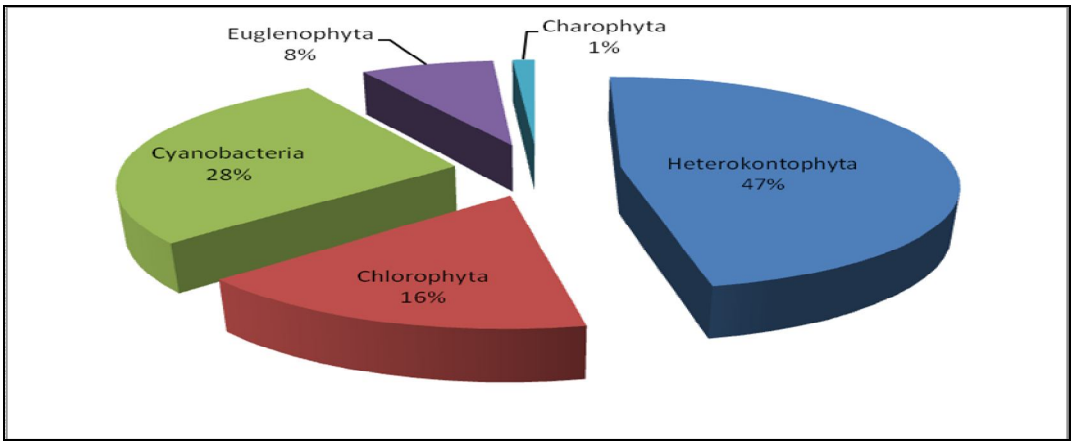
Çizelge 5.2.2.1. Apa Baraj Gölü epifitik alg kommünitesinde bulunan alg taksonlarının sıklık analizi (F) sonuçları (Devamı)

Scenedesmus quadricauda var. *westii* G.M.Smith	33
Stigeoclonium pachydermum Prescott	16
Tetraedron minimum (A.Braun) Hansgirg	8
Tetraedron triangulare Korshikov	8
Euglenophyta	
Trachelomonas hispida (Perty) F.Stein	25

5.2.3. Epipelik alg kompozisyonu

Apa Baraj Gölü'nün epipelik algleri üzerinde yapılan taksonomik araştırmada 13'ü *Chlorophyta*, 37'si *Heterokontophyta*, 22'si *Cyanobacteria*, 6'sı *Euglenophyta*, 1'i *Charophyta* olmak üzere 5 farklı divizyoya ait toplam 79 takson tespit edilmiştir.
Apa Baraj Gölü'nün epipelik alg kompozisyonu şekil 5.2.3.1'de, sıklık analizi sonuçları çizelge 5.2.3.1'de verilmiştir.

Cyanobacteria'nın, *Chroococcales* ordosundan *Microcystis aeruginosa* ve *Nostocales* ordosundan *Nostoc comminutum* "çoğunlukla mevcut" tür, *Nostocales* ordosundan *Anabaena cylindrica*, *Calothrix braunii*, *Calothrix crustacea* ve *Nostoc commune* *Synechococcales* ordosundan *Merismopedia glauca* *Oscillatoriales* ordosundan *Oscillatoria anguina* ve *Oscillatoria tenuis* "ekseriya mevcut" tür, *Synechococcales* ordosundan *Aphanocapsa holsatica*, *Oscillatoriales* ordosundan *Oscillatoria agardhii*, *Oscillatoria limnetica*, *Oscillatoria princeps* ve *Phormidium tenue* yapılan örneklemeler sırasında "nadiren mevcut" tür olarak kaydedilmiştir. *Cyanobacteria*'nın diğer türleri yapılan örneklemeler sırasında "bazen mevcut" türler olarak kaydedilmiştir.



Şekil 5.2.3.1. Apa Baraj Gölü epipelik alg kompozisyonu

Heterokontophyta'nın, *Naviculales* ordosundan *Craticula ambigua* ve *Navicula radiosa*, *Thalassiosirales* ordosundan *Cyclotella comta* ve *Cyclotella striata*, *Surirellales* ordosundan *Cymatopleura solea*, *Cymbellales* ordosundan *Cymbella cymbiformis* ve *Cymbella tumida*, *Melosirales* ordosundan *Melosira varians*, *Fragilariales* ordosundan *Synedra ulna* yapılan örneklemeler sırasında "devamlı mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Cymbellales* ordosundan *Cymbella dorsenotata*, *Fragilariales* ordosundan *Fragilaria capucina*, *Bacillariales* ordosundan *Hantzschia amphioxys*, *Naviculales* ordosundan *Navicula gregaria* yapılan örneklemeler sırasında "çoğunlukla mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Achnanthales* ordosundan *Achnanthes lanceolata*, *Melosirales* ordosundan *Aulacoseira granulata*, *Surirellales* ordosundan *Cymatopleura elliptica*, *Fragilariales* ordosundan *Diatoma vulgaris* ve *Fragilaria constricta*, *Naviculales* ordosundan *Gyrosigma acuminatum*, *Melosirales* ordosundan *Melosira islandica*, *Bacillariales* ordosundan *Nitzschia sigmoidea* yapılan örneklemeler sırasında "ekseriya mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Naviculales* ordosundan *Diploneis subconstricta*, *Geissleria similis* ve *Pinnularia stomatophora*, *Fragilariales* ordosundan *Fragilaria tenera* türleri yapılan örneklemeler sırasında "nadiren mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. Diğer *Heterokontophyta* türleri ise örneklemeler sırasında "bazen mevcut" olarak kaydedilmiştir.

Charophyta'nın *Desmidiales* ordosundan *Cosmarium formosulum* örnekleme boyunca "bazen mevcut" olarak kaydedilmiştir.

Chlorophyta'nın *Sphaeropleales* ordosundan *Pediastrum duplex* ve yapılan örneklemeler sırasında "çoğunlukla mevcut" tür olarak kaydedilmiştir. *Chlamydomonadales* ordosundan *Asterococcus superbus*, *Chlorellales* ordosundan *Chlorella vulgaris*, *Sphaeropleales* ordosundan *Pediastrum duplex* f. c*lathratum* ve *Pediastrum simplex* örnekleme yapılan aylar boyunca göl içerisinde "ekseriya mevcut" tür olarak kaydedilmiştir. *Ulotrichales* ordosundan *Ulothrix subconstricta* yapılan örneklemeler sırasında "nadiren mevcut" tür olarak kaydedilmiştir. Diğer *Chlorophyta* türleri ise örneklemeler sırasında "bazen mevcut" türler olarak kaydedilmiştir.

*Euglena*phyta'nın *Euglenales* ordosundan *Euglena Spirogyra* ve *Lepocinclis fusiformis* türleri yapılan örneklemeler sırasında "ekseriya mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Euglenales* ordosundan *Euglena gracilis*, *Phacus nordstedtii* ve *Phacus pleuronectes* türleri ise örneklemeler sırasında "bazen mevcut" türler olarak

kaydedilmiştir. *Euglenales* ordosundan *Lepocinclis playfairiana* yapılan örneklemeler sırasında "nadiren mevcut" tür olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 5.2.3.1. Apa Baraj Gölü epipelik alg kommünitesinde bulunan alg taksonlarının sıklık analizi (F) sonuçları (Organizmanın kaydedildiği örnek sayısının toplam örnek sayısına oranının %olarak ifadesidir): %1-20 Nadiren mevcut, %21-40 Bazen mevcut, %41-60 Ekseriya mevcut, %61-80 Çoğunlukla mevcut, %81-100 Devamlı mevcut

TÜR ADI	**F**
Cyanobacteria	
Anabaena cylindrica Lemmermann	45
Anabaena oscillarioides Bory de Saint-Vincent	38
Anabaena sphaerica Bornet & Flahault	35
Aphanocapsa grevillei (Berkeley) Rabenhorst	25
Aphanocapsa holsatica (Lemmermann) G.Cronberg & J.Komárek	17
Calothrix braunii Bornet & Flahault	60
Calothrix crustacea Schousboe ex Thuret	56
Lyngbya aestuarii Liebman ex Gomont	17
Lyngbya nordgaardii Wille	34
Merismopedia elegans A.Braun ex Kützing	25
Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing	80
Nostoc comminutum	75
Nostoc commune Vaucher ex Bornet & Flahault	42
Oscillatoria agardhii Gomont	17
Oscillatoria anguina Bory ex Gomont	42
Oscillatoria formosa Bory de Saint-Vincent ex Gomont	33
Oscillatoria limnetica Lemmermann	17
Oscillatoria princeps Vaucher ex Gomont	17
Oscillatoria prolifica Gomont	21
Oscillatoria tenuis C.Agardh ex Gomont	56
Phormidium tenue (Meneghini) Gomont	7
Craticula citrus (Krasske) Reichardt	65
Cyclotella comta (Ehrenberg)	100
Cyclotella striata (Kützing) Grunow	83
Cymatopleura elliptica (Brébisson) W.Smith	45
Cymatopleura solea (Brébisson) W.Smith	100
Cymbella cymbiformis C.Agardh	100
Cymbella dorsenotata Østrup	65
Cymbella tumida (Brébisson) van Heurck	100
Diatoma vulgaris Bory de Saint-Vincent	45
Diploneis subconstricta (A. Cleve) Cleve-Euler	17
Epithemia sorex Kützing	34
Fragilaria capucina Desmazières	65
Fragilaria constricta Ehrenberg	45
Fragilaria tenera (W.Smith) Lange-Bertalot	17
Geissleria similis (Krasske) Lange-Bertalot & Metzeltin	17
Gomphonema olivaceum (Hornemann) Brébisson	60
Gyrosigma acuminatum (Kützing) Rabenhorst	45
Gyrosigma tenuissimum (W.Smith) Griffith & Henfrey	21
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow	70
Melosira islandica O.F.Müller	45
Melosira varians C.Agardh	90
Navicula directa (W.Smith) Ralfs	34
Navicula gregaria Donkin	80
Navicula phyllepta Kützing	35

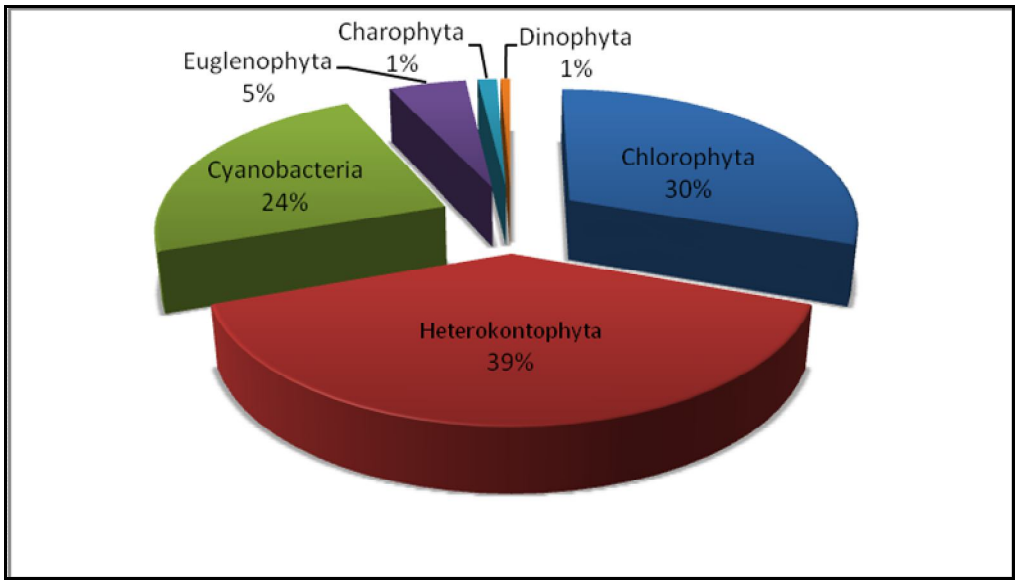
Çizelge 5.2.3.1. Apa Baraj Gölü epipelik alg kommünitesinde bulunan alg taksonlarının sıklık analizi (F) sonuçları (Devamı)

Navicula radiosa Kützing	100
Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg	40
Nitzschia navicularis (Brébisson) Grunow in Cleve & Grunow	21
Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) W.Smith	60
Pinnularia britannica (Van Heurck) Cleve-Euler	22
Pinnularia stomatophora (Grunow) Cleve	17
Surirella ovalis Brébisson	75
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg	100
Charophyta	
Cosmarium formosulum Hoff in Nordstedt	35
Chlorophyta	
Acutodesmus incrassatulus (Bohlin) Tsarenko	30
Asterococcus superbus (Cienkowski) Scherffel	60
Chlorella vulgaris Beyerinck [Beijerinck]	45
Chlorococcum humicola (Nägeli) Rabenhorst	40
Coelastrum astroideum De Notaris	24
Coelastrum microporum Nägeli in A.Braun	25
Oocystis eremosphaeria G.M.Smith	30
Pediastrum duplex f. *clathratum* Arnold & Aleksenko	45
Pediastrum duplex Meyen	67
Pediastrum simplex Meyen	50
Pediastrum simplex var. *duodenarium* (J.W.Bailey)	40
Scenedesmus quadricauda (Turpin) Brébisson in Brébisson & Godey	65
Ulothrix subconstricta G.S.West	17
Euglenophyta	
Euglena gracilis Klebs	35
Euglena spirogyra Ehrenberg kontrol edilecek	45
Lepocinclis fusiformis (H.J.Carter) Lemmermann	60
Lepocinclis playfairiana Deflandre	17
Phacus nordstedtii Lemmermann	21
Phacus pleuronectes (O.F.Müller) Nitzsch ex Dujardin	25

5.2.4. Epilitik alg kompozisyonu

Apa Baraj Gölü'nün epilitik algleri üzerinde yapılan taksonomik araştırmada 48'i *Chlorophyta*, 62'si *Heterokontophyta*, 37'si *Cyanobacteria*, 8'i *Euglenophyta*, 2'si *Charophyta* ve 1'i *Dinophyta* olmak üzere 6 farklı divizyoya ait toplam 158 takson tespit edilmiştir.

Apa Baraj Gölü'nün epilitik alg kompozisyonu şekil 5.2.4.1'de, sıklık analizi sonuçları çizelge 5.2.4.1'de verilmiştir.



Şekil 5.2.4.1. Apa Baraj Gölü epilitik kompozisyonu

Cyanobacteria'nın, *Chroococcales* ordosundan *Microcystis aeruginosa* yapılan örneklemeler sırasında "çoğunlukla mevcut" tür olarak kaydedilmiştir. *Nostocales* ordosundan *Anabaena affinis*, *Anabaena oscillarioides*, *Oscillatoriales* ordosundan *Oscillatoria tenuis* yapılan örneklemeler sırasında "ekseriya mevcut" tür olarak kaydedilmiştir. *Synechococcales* ordosundan *Aphanocapsa grevillei*, *Aphanocapsa litoralis*, *Aphanocapsa muscicola* ve *Aphanothece microscopica*, *Nostocales* ordosundan *Calothrix fusca*, *Calothrix parietina* ve *Cylindrospermum muscicola* *Chroococcales* ordosundan *Chroococcus turgidus*, *Oscillatoriales* ordosundan *Lyngbya lagerheimii*, *Lyngbya limnetica*, *Lyngbya* ver*sicolor*, *Oscillatoria angutsa* ve *Oscillatoria curviceps* yapılan örneklemeler sırasında "nadiren mevcut" tür olarak kaydedilmiştir. Diğer *Cyanobacteria* türleri ise örneklemeler sırasında "bazen mevcut" türler olarak kaydedilmiştir.

Heterokontophyta'nın, *Naviculales* ordosundan *Navicula radiosa* yapılan örneklemeler sırasında "devamlı mevcut" tür olarak kaydedilmiştir. *Thalassiosirales* ordosundan *Cyclotella meneghiniana*, *Cyclotella comta* ve *Cyclotella striata*, *Cymbellales* ordosundan *Cymbella tumida*, *Melosirales* ordosundan *Melosira varians*, *Naviculales* ordosundan *Navicula gregaria*, *Fragilariales* ordosundan *Synedra ulna* yapılan örneklemeler sırasında "çoğunlukla mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Naviculales* ordosundan *Craticula ambigu* ve *Navicula phyllepta* *Cymbellales* ordosundan *Cymbella cistula*, *Gomphonema subclavatum* ve *Rhoicosphenia abbreviata*, *Fragilariales* ordosundan *Fragilaria crotonensis*, *Bacillariales* ordosundan *Hantzschia*

amphioxys, *Nitzschia dissipata Surirellales* ordosundan *Surirella ovalis* yapılan örneklemeler sırasında "ekseriya mevcut" türler olarak kaydedilmiştir.

Thalassiophysales ordosundan *Amphora robusta*, *Mastogloiales* ordosundan *Aneumastus tuscula*, *Cymbellales* ordosundan *Cymbella parva*, *Encyonema prostratum* ve *Encyonema* ven*tricosum*, ve *Rhoicosphenia* sp. *Fragilariales* ordosundan *Fragilariforma virescens*, *Synedra nana* , *Synurales* ordosundan *Mallomonas acaroides* ve *Tribonema bombycinum Naviculales* ordosundan *Navicula capitatoradiata*, *Navicula fusoides*, *Navicula schadei*, *Navicula sphaerocephala*, *Pinnularia borealis*, *Achnanthales* ordosundan *Planothidium dispar*, *Surirellales* ordosundan *Surirella angusta* yapılan örneklemeler sırasında "nadiren mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. Diğer *Heterokontophyta* türleri ise örneklemeler sırasında "bazen mevcut" türler olarak kaydedilmiştir.

Dinophyta'nın *Peridiniales* ordosundan *Parvodinium incospicuum* örneklemeler sırasında "nadiren mevcut" türler olarak kaydedilmiştir.

Charophyta'nın *Zygnematales* ordosundan *Spirogyra gratiana* yapılan örneklemeler sırasında "bazen mevcut" tür olarak kaydedilmiştir. *Desmidiales* ordosundan *Staurastrum pingue* ise örneklemeler sırasında "nadiren mevcut" tür olarak kaydedilmiştir.

Chlorophyta'nın, *Chlamydomonadales* ordosundan *Chlorococcum humicola*, *Cladophorales* ordosundan *Cladophora glomerata*, *Sphaeropleales* ordosundan *Scenedesmus quadricauda* yapılan örneklemeler sırasında "çoğunlukla mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Sphaeropleales* ordosundan *Ankistrodesmus falcatus*, *Monoraphidium contortum*, *Monoraphidium obtusum*, *Pediastrum boryanum*, *Pediastrum duplex*, *Pediastrum simplex* ve *Acutodesmus incrassatulus*, *Cladophorales* ordosundan *Cladophora aegagropila*, *Chlorellales* ordosundan *Closteriopsis longissima*, *Chlamydomonadales* ordosundan *Haematococcus lacustris* ve *Sphaerocystis schroeteri*, *Oedogoniales* ordosundan *Oedogonium capilliforme* yapılan örneklemeler sırasında "ekseriya mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Chlorellales* ordosundan *Acanthosphaera zachariasii*, *Crucigenia apiculata*, *Crucigenia quadrata Sphaeropleales* ordosundan *Ankistrodesmus angustus*, *Ankistrodesmus spiralis*, *Coelastrum sphaericum*, *Kirchneriella lunaris*, *Scenedesmus obliquus*, *Scenedesmus bijuga* ve *Scenedesmus raciborskii*, *Chaetophorales* ordosundan *Stigeoclonium nanum*, *Ulotrichales* ordosundan *Ulothrix aequalis* yapılan örneklemeler sırasında "nadiren

mevcut" tür olarak kaydedilmiştir. *Chlorophyta*'nın diğer türleri "bazen mevcut" türler olarak kaydedilmiştir.

*Euglena*phyta'nın *Euglenales* ordosundan *Euglena gracilis*, *Lepocinclis oxyuris*, *Euglena polymorpha*, *Lepocinclis acuta* ve *Lepocinclis fusiformis* yapılan örneklemeler sırasında "bazen mevcut" türler olarak kaydedilmiştir. *Euglena*phyta'nın diğer türleri "nadiren mevcut" türler olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 5.2.4.1. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde bulunan alg taksonlarının sıklık analizi (F) sonuçları (Organizmanın kaydedildiği örnek sayısının toplam örnek sayısına oranının %olarak ifadesidir): %1-20 Nadiren mevcut, %21-40 Bazen mevcut, %41-60 Ekseriya mevcut, %61-80 Çoğunlukla mevcut, %81-100 Devamlı mevcut

TÜR ADI	**F**
Cyanobacteria	
Anabaena affinis Lemmermann	45
Anabaena cylindrica Lemmermann	35
Anabaena limnetica G.M.Smith	33
Anabaena oscillarioides Bory de Saint-Vincent	45
Anabaena sphaerica Bornet & Flahault	33
Aphanocapsa grevillei (Berkeley) Rabenhorst	16
Aphanocapsa litoralis Hansgirg	8
Aphanocapsa muscicola (Meneghini) Wille	16
Aphanothece microscopica Nägeli	8
Calothrix braunii Bornet & Flahault	35
Calothrix crustacea Schousboe ex Thuret	35
Calothrix fusca (Kützing) Bornet & Flahault	16
Calothrix parietina (Nägeli) Thuret	8
Chroococcus dispersus (Keissler) Lemmermann	33
Chroococcus giganteus West	21
Chroococcus limneticus Lemmermann	24
Chroococcus minor (Kützing) Nägeli	21
Chroococcus turgidus (Kützing) Nägeli	16
Cylindrospermum muscicola Kützing ex Bornet & Flahault	8
Lyngbya aeurigineo-caerulea Gomont	25
Lyngbya diguetii Gomont	24
Lyngbya lagerheimii Gomont	16
Lyngbya limnetica Lemmermann	8
Lyngbya martensiana Meneghini	21
Lyngbya nordgaardii Wille	24
Lyngbya taylorii Drouet & Strickland	25
Lyngbya versicolor Wartmann ex Gomont	16
Merismopedia glauca (Ehrenberg) Naegeli	45
Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing	75

Çizelge 5.2.4.1. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde bulunan alg taksonlarının sıklık analizi (F) sonuçları (Devamı)

Oscillatoria agardhii Gomont	33
Oscillatoria angusta Koppe	16
Oscillatoria curviceps C.Agardh ex Gomont	8
Oscillatoria lacustris (Klebahn) Geitler	24
Oscillatoria limnetica Lemmermann	21
Oscillatoria limosa C.Agardh ex Gomont	21
Oscillatoria tenuis C.Agardh	25
Oscillatoria tenuis var. *Natans*	33
Oscillatoria tenuis var. *natans* Kützing ex Gomont	33
Heterokontophyta	
Achnanthes felinophila	33
Achnanthes lanceolata (Brébisson ex Kützing) Grunow in Van Heurck	38
Amphora angusta Gregory	25
Amphora ovalis (Kützing) Kützing	33
Amphora pediculus (Kützing) Grunow ex A.Schmidt	21
Amphora robusta Gregory	16
Aneumastus tuscula (Ehrenberg) D.G.Mann & A.J.Stickle in Round, Crawford & D.G. Mann	8
Asterionella formosa Hassall	24
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen	24
Brebissonia lanceolata (C.Agardh) Mahoney & Reimer	24
Craticula ambigua (Ehrenberg) D.G.Mann in Round, Crawford & Mann	45
Cyclotella comta (Ehrenberg) Kützing	65
Cyclotella meneghiniana Kützing	70
Cyclotella striata (Kützing) Grunow	75
Cymatopleura elliptica (Brébisson) W.Smith	25
Cymbella cistula (Ehrenberg) O.Kirchner	45
Cymbella cymbiformis C.Agardh	25
Cymbella helvetica Kützing	21
Cymbella parva (W.Smith) Cleve	16
Cymbella tumida (Brébisson) van Heurck	65
Diatoma tenuis C.Agardh	35
Diatoma vulgaris Bory de Saint-Vincent	40
Encyonema prostratum (Berkeley) Kützing	16
Encyonema ventricosum (C.Agardh) Grunow in A.Schmidt et al.	8
Epithemia adnata (Kützing) Brébisson	24
Epithemia sorex Kützing	35
Fragilaria constricta Ehrenberg	40
Fragilaria crotonensis Kitton	45
Fragilariforma virescens (Ralfs) D.M.Williams & Round	16
Gomphonema olivaceum (Hornemann) Brébisson	35
Gomphonema subclavatum (Grunow) Grunow	45
Gyrosigma acuminatum (Kützing) Rabenhorst	25
Gyrosigma tenuissimum (W.Smith) Griffith & Henfrey	24
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow	56
Mallomonas acaroides	8
Melosira islandica O.F.Müller	33
Melosira varians C.Agardh	65
Navicula capitatoradiata Germain	16
Navicula fusoides Grunow	16
Navicula gregaria Donkin	75
Navicula phyllepta Kützing	56

Çizelge 5.2.4.1. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde bulunan alg taksonlarının sıklık analizi (F) sonuçları (Devamı)

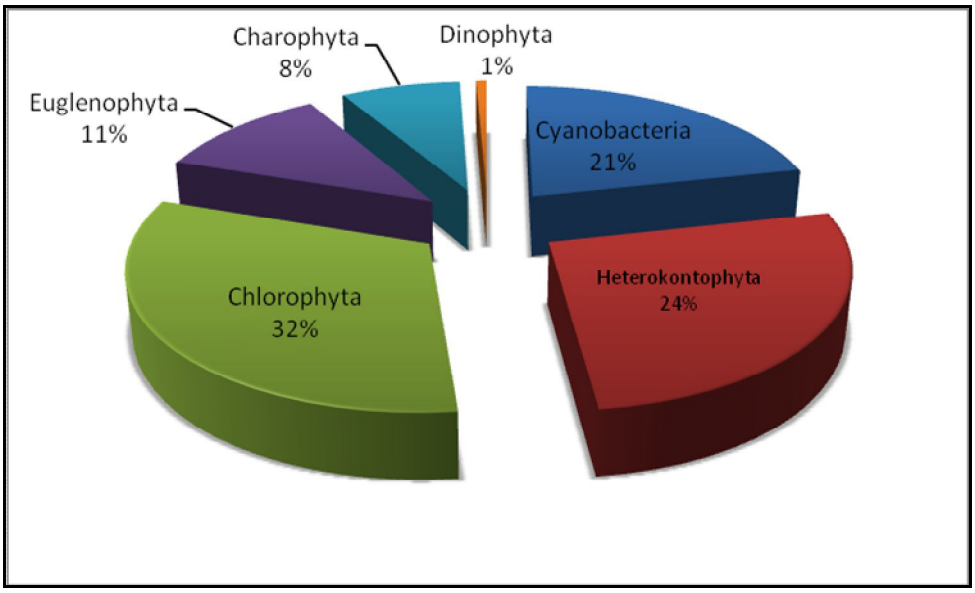
Navicula radiosa Kützing	100
Navicula rhynchocephala Kützing	36
Navicula schadei Krasske	16
Navicula sphaerocephala Cleve-Euler	8
Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg	33
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow	45
Nitzschia longissima (Brébisson) Ralfs in Pritchard	25
Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) W.Smith	24
Nitzschia thermalis (Ehrenberg) Auerswald in Rabenhorst	33
Pinnularia borealis Ehrenberg	16
Planothidium dispar (Cleve) Witkowski	8
Rhoicosphenia abbreviata (C.Agardh) Lange-Bertalot	41
Rhoicosphenia sp.	16
Rhopalodia gibba (Ehrenberg) Otto Müller	35
Surirella angusta Kützing	8
Surirella ovalis Brébisson	45
Surirella robusta Ehrenberg	24
Synedra nana F.Meister	16
Synedra pulchella Kützing	25
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg	76
Tribonema bombycinum Derbès & Solier	16
Dinophyta	
Parvodinium incospicuum (Lemmarmann) S. Carty	17
Charophyta	
Staurastrum pingue Teiling	17
Spirogyra gratiana Transeau	33
Chlorophyta	
Acanthosphaera zachariasii Lemmermann	20
Acutodesmus dimorphus (Turpin) Tsarenko	33
Ankistrodesmus angustus C.Bernard	17
Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs	45
Ankistrodesmus spiralis (W.B.Turner) Lemmermann	16
Asterococcus superbus (Cienkowski) Scherffel	35
Bulbochaete alabamensis Transeau & Brown	25
Chlamydomonas globosa J.W.Snow	21
Chlorella vulgaris Beyerinck [Beijerinck	35
Chlorococcum humicola (Nägeli) Rabenhorst	65
Cladophora glomerata (Linnaeus) Kützing	75
Cladophora aegagropila (Linnaeus) Trevisan	45
Closteriopsis acicularis (Chodat) J.H.Belcher & Swale	24
Closteriopsis longissima (Lemmermann) Lemmermann	45
Closteriopsis longissima var. *tropica* West & G.S.West	21
Closterium littorale F.Gay	33
Coelastrum sphaericum Nägeli	8
Crucigenia apiculata (Lemmermann) Schmidle	16
Crucigenia quadrata Morren	16
Dunaliella salina (Dunal)Teoderosco	8
Dunaliella viridis Teoderosco	8
Gloeocystis vesiculosa Nägeli	24
Haematococcus lacustris (Girod-Chantrans) Roststafinski	56
Kirchneriella lunaris (Kirchner) K.Möbius	8
Monoraphidium contortum (Thuret) Komárková-Legnerová	56

Çizelge 5.2.4.1. Apa Baraj Gölü epilitik alg kommünitesinde bulunan alg taksonlarının sıklık analizi (F) sonuçları (Devamı)

Monoraphidium mirabile West & G.S.West	21
Monoraphidium obtusum (Korshikov) Komárková-Legnerová	45
Oedogonium capilliforme Kützing ex Hirn	56
Oocystis borgei J.W.Snow	33
Oocystis solitaria Wittrock	21
Pandorina morum (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent in Lamouroux	25
Pediastrum boryanum (Turpin) Meneghini	41
Pediastrum boryanum var. *longicorne* Reinsch	21
Pediastrum duplex Meyen	56
Pediastrum duplex var. *gracilimum* West & G.S.West	33
Pediastrum simplex Meyen	45
Protococcus viridis C.Agardh	24
Desmodesmus abundans (Kirchner) E. Hegewald	25
Scenedesmus bijuga (Turpin) Lagerheim	8
Acutodesmus dimorphus (Turpin) Tsarenko	33
Acutodesmus incrassatulus (Bohlin) Tsarenko	45
Scenedesmus raciborskii Woloszynska	16
Scenedesmus quadricauda (Turpin) Brébisson in Brébisson & Godey	75
Sphaerocystis schroeteri Chodat	45
Stigeoclonium lubricum (Dillwyn) Kützing	33
Stigeoclonium nanum (Dillwyn) Kützing	16
Stigeoclonium subsecundum (Kützing) Kützing	33
Tetraedron caudatum (Corda) Hansgirg	8
Ulothrix aequalis Kützing	8
Euglenophyta	
Euglena gracilis Klebs	33
Euglena polymorpha P.A.Dangeard	21
Euglena proxima P.A.Dangeard	16
Euglena sanguinea Ehrenberg	16
Lepocinclis acuta Prescott	33
Lepocinclis fusiformis (H.J.Carter) Lemmermann	33
Lepocinclis oxyuris (Schmarda) Marin & Melkonian	21
Lepocinclis wangi Chu	16

5.2.5. Fitoplanktonun mevsimsel değişimi

Apa Baraj Gölü'nün kıyı bölgesi toplam fitoplankton yoğunluğunun yüzdelik değişimi şekil 5.2.5.1'de verilmiştir. Buna göre içerisinde 28 takson bulunan *Chlorophyta* %31 ile Apa Baraj Gölü'nde en yoğun alg grubu olarak kaydedilmiştir. *Chlorophyta*'yı %24 ile *Heterokontophyta* takip etmektedir. Apa Baraj Gölü fitoplanktonunun mevsimsel değişimleri şekil 5.2.5.1'de verilmiştir.



Şekil 5.2.5.1. Apa Baraj Gölü'nün toplam fitoplankton yoğunluğunun yüzdelik değişimi

Fitoplanktonun yüzey sularındaki mevsimsel değişimi sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerine ayrılarak anlatılması uygun görülmüştür.

5.2.5.1. Fitoplanktonun yüzey sularındaki mevsimsel değişimi

A. İlkbahar Ayları

Mart 2010– Mayıs 2010:

Mart ayında en yüksek toplam organizma değeri 2. istasyonda 10220 org/cm^3, olarak kaydedilmiştir. Fitoplankton kommünitesinde baskın alg grubu diyatomelerdir (*Heterokontophyta*). Toplam organizmanın %27'sini bu grup üyelerinden olan *Cyclotella ocellata* oluşturarak hâkim tür olmuştur. *Cyclotella ocellata* 1. istasyon, 2. istasyon, 3. istasyon, 4. istasyon, 5. istasyonlar olmak üzere sırasıyla %37, %14, %10, %21, %18 'unu oluşturarak 1. ve 5. istasyonlarda dominant tür olmuştur. Yeşil alglerden *Scenedesmus quadricauda* ise 2. ve 3. ve 4. istasyonlarda dominant tür olarak kaydedilmiştir.

Nisan ayında toplam organizma miktarında az da olsa artış görülmüştür (10404-14700 org/cm^3). Bu ayda toplam organizmanın %22-41'ini oluşturan *Melosira varians* türü dominant organizma %7 ile %14'ünü oluşturan *Synedra ulna* subdominant organizma olmuştur.

Mayıs ayında en yüksek toplam organizma sayısında düşüş görülmüştür. En yüksek toplam organizma değeri 1. istasyonda 6574 org/cm^3, en düşük toplam organizma değeri ise 3. istasyonda 5032 org/cm^{3}olarak kaydedilmiştir. Mayıs ayında *Chlorophyta* üyeleri hâkim olmaya başlamıştır. Tüm istasyonlarda toplam organizmanın %26 ile %32'sini oluşturan *Monoraphidium obtusum* türü dominant organizma olmuştur. Subdominant organizma ise toplam organizmanın %8-15'ini oluşturan *Melosira varians* türü olmuştur.

Mart 2011 – Mayıs 2011:

Mart ayında toplam organizma miktarında 2010 yılına oranla önemli bir artış kaydedilmiştir. Mart ayında en yüksek toplam organizma değeri 4. istasyonda 12827 org/cm^3, en düşük toplam organizma değeri ise 5. istasyonda 10090 org/cm^3 olarak kaydedilmiştir. Toplam organizmanın %33'ünü *Heterokontophyta* üyelerinden olan *Cyclotella comta* hâkim tür olmuştur.

Nisan ayında toplam organizma miktarında artış devam etmiştir. Özellikle *Chlorophyta* üyeleri hâkim olmaya başlamıştır. Nisan ayında en yüksek toplam organizma değeri 4. istasyonda 13813 org/cm^3, en düşük toplam organizma değeri ise 1. istasyonda 11657 org/cm^{3}olarak kaydedilmiştir. Toplam organizmanın %25'sini oluşturan *Scenedesmus quadricauda* ise 2. ve 3. ve 4. istasyonlarda dominant organizma olarak kaydedilmiştir. *Melosira varians* ise toplam organizmanın %9 ile %13'ünü oluşturduğu için subdominant organizma türüdür.

Mayıs ayında toplam organizma sayısında önemli düşüş kaydedilmiştir. Mayıs ayının en yüksek toplam organizma değeri 3. istasyonda 9874 org/cm^3, en düşük toplam organizma değeri ise 5. istasyonda 8346 org/cm^{3}olarak kaydedilmiştir. Mayıs ayında *Chlorophyta* üyeleri hâkim organizma grubu olmaya devam etmiştir. *Scenedesmus quadricauda* 1. ve 3. ve 4. istasyonlarda dominant organizma olarak kaydedilmiştir. *Pediastrum duplex* subdominant organizma grubu olmuştur.

Mart 2012:

Mart ayında toplam organizma miktarında 2010 yılına oranla bir artış ancak 2011 yılına oranla ise azalma kaydedilmiştir. Mart ayında en yüksek toplam organizma değeri 1. istasyonda 10955 org/cm^3, en düşük toplam organizma değeri ise 5. istasyonda 10485 org/cm^{3}olarak kaydedilmiştir. Toplam organizmanın %22'sini *Heterokontophyta*

üyelerinden olan *Navicula radiosa* hâkim tür olmuştur. Toplam organizmanın %13'ünü oluşturan *Synedra ulna* subdominant organizma olmuştur.

İlkbahar aylarında *Heterokontophyta*'dan *Pinnularia britannica*, *Diploneis subconstricta*, *Amphora robusta*, *Eunotia parallela*; *Chlorophyta*'dan *Chrococcus minor*; *Charophyta*'dan *Cosmarium formosulum*; *Euglenophyta*'dan *Euglena polymorpha* az görülen türler olmuşlardır.

B. Yaz Ayları:

Haziran 2010 – Ağustos 2010:

Haziran ayında toplam organizma miktarı önemli ölçüde artmıştır. Haziran ayında en yüksek toplam organizma değeri 4. istasyonda 19754 org/cm^3, en düşük toplam organizma değeri ise 1. istasyonda 14461 org/cm^{3}olarak kaydedilmiştir. Bu ayda toplam organizmanın %28 ile 41'ini oluşturan *Chlorella vulgaris* tüm istasyonlara dominant organizma olurken, %16'sını oluşturan *Pediastrum duplex* 1. ve 2. istasyonlarda, %9-11'ini oluşturan *Closteriopsis longissima* 3., 4. ve 5. istasyonlarda subdominant organizma olmuşlardır.

Temmuz ayında toplam organizma miktarında bir önceki aya göre düşüş kaydedilmiştir. Temmuz ayında en yüksek toplam organizma değeri 5. istasyonda 12935 org/cm^3, en düşük toplam organizma değeri ise 3. istasyonda 10787 org/cm^{3}olarak kaydedilmiştir. Bu ayda toplamın %34-40'ını oluşturan *Pediastrum duplex* tüm istasyonlarda dominant olurken, subdominant organizma toplamın %8-14'ünü oluşturan *Closteriopsis longissima* olmuştur.

Ağustos ayında toplam organizma miktarında artış gözlenmiştir. Ağustos ayında en yüksek toplam organizma değeri 1. istasyonda 19763 org/cm^3, en düşük toplam organizma değeri ise 5. istasyonda 16907 org/cm^{3}olarak kaydedilmiştir. Bu ayda toplam organizmanın %25-45'ini oluşturan *Closteriopsis longissima* türünün dominantlığı tüm istasyonlarda devam ederken, 1., 2. ve 3. istasyonlarda %9-15 ile *Navicula radiosa* 4. istasyonda *Fragilaria crotonensis* subdominant organizmalar olmuşlardır.

Haziran 2011 – Ağustos 2011:

Haziran ayında bir önceki yılda olduğu gibi toplam organizma miktarında önemli bir artış gözlenmiştir. Ancak bir yıl önceki Haziran ayındaki toplam organizma sayısına göre düşüş kaydedilmiştir. Haziran ayında en yüksek toplam organizma değeri

3. istasyonda 13600 org/cm^3, en düşük toplam organizma değeri ise 2. istasyonda 11629 org/cm^{3}olarak kaydedilmiştir. Bu ayda toplam organizmanın %24 ile 37'sini oluşturan *Chlorella vulgaris* tüm istasyonlara dominant organizma olurken, %16'sını oluşturan *Pediastrum duplex* 3. ve 4. istasyonlarda, %5-10'unu oluşturan *Closteriopsis longissima* 1., 2. ve 5. istasyonlarda subdominant organizma olmuşlardır.

Temmuz ayında toplam organizma miktarında bir önceki aya göre düşüş kaydedilmiştir. Ancak bir yıl önceki Temmuz ayındaki toplam organizma sayısına göre artış kaydedilmiştir. Temmuz ayında en yüksek toplam organizma değeri 4. istasyonda 14903 org/cm^3, en düşük toplam organizma değeri ise 2. istasyonda 13585 org/cm^{3}olarak kaydedilmiştir. Bu ayda toplamın %30-35'ini oluşturan *Pediastrum duplex* tüm istasyonlarda dominant olurken, subdominant organizma toplamın %8-14'ünü oluşturan *Closteriopsis longissima* olmuştur.

Ağustos ayında toplam organizma miktarında artış gözlenmiştir ve bir yıl önceki Ağustos ayındaki toplam organizma sayısına göre de artış kaydedilmiştir. Ağustos ayında en yüksek toplam organizma değeri 5. istasyonda 20695 org/cm^3, en düşük toplam organizma değeri ise 2. istasyonda 19055 org/cm^{3}olarak kaydedilmiştir. Bu ayda toplam organizmanın %21-34'ünü oluşturan *Closteriopsis longissima* türünün dominantlığı tüm istasyonlarda devam ederken, 1., 2. ve 3. istasyonlarda %9-15 ile *Navicula radiosa* 4. İstasyonda *Fragilaria* sp.subdominant organizmalar olmuşlardır. Yaz aylarında *Heterokontophyta*'dan *Melosira varians*, *Aulacoseira granulata*, ve *Nitzchia palea*; *Chlorophyta*'dan *Monoraphidium obtusum* ve *Tetraedron minimum*; *Cyanobacteria*'dan *Aphanothece microscopica*; *Euglenophyta*'dan *Phacus pleuronectes* az görülen türler olmuşlardır.

C. Sonbahar Ayları:

Eylül 2010 – Kasım 2010:

Eylül ayında toplam organizma miktarı bir önceki aya göre artış kaydedilmiştir. Eylül ayında en yüksek toplam organizma değeri 3. istasyonda 32754 org/cm^3, en düşük toplam organizma değeri ise 2. istasyonda 27654 org/cm^{3}olarak kaydedilmiştir. Bu ayda *Microcystis aeruginosa* özellikle 3. istasyonda aşırı çoğalma (algal bloom) gerçekleştirmiştir. Toplam organizmanın %80-95'ini oluşturan *Microcystis aeruginosa* tüm istasyonlarda dominant organizma olmuştur. Subdominant organizma ise toplamın %9-12'ini oluşturan *Oscillatoria tenuis* olmuştur.

Ekim ayında bir önceki aya göre toplam organizma miktarında düşüş kaydedilmiştir. Ekim ayında toplam organizma miktarı en yüksek 3. istasyonda 24854 org/cm^3, en düşük 1. istasyonda 19876 org/cm^3 olarak kaydedilmiştir. Bu ayda *Microcystis aeruginosa* türünün dominantlığı devam etmiş ve toplamın %34-52'sini oluşturarak dominant organizma olmuştur. . Subdominant organizma 1. istasyonda %9 ile *Cymbella tumida* ve *Gomphonema olivaceum* olurken, diğer istasyonlarda %10-12 ile *Nitzschia sigmoidea* olmuştur.

Kasım ayında toplam organizma miktarında düşüş kaydedilmiştir. Kasım ayında toplam organizma miktarı en yüksek 5. istasyonda 11530 org/cm^3, en düşük 3. istasyonda 9371 org/cm^3 olarak kaydedilmiştir. Bu ayda toplam organizmanın %30 ile %48'ini oluşturan *Cymbella tumida* tüm istasyonlarda dominant olurken, subdominant organizma %13 ile *Gomphonema olivaceum* olmuştur.

Eylül 2011 – Kasım 2011:

Eylül ayında toplam organizma miktarı bir önceki aya göre artış kaydedilmiştir. Eylül ayında en yüksek toplam organizma değeri 3. istasyonda 30125 org/cm^3, en düşük toplam organizma değeri ise 1. istasyonda 28730 org/cm^{3}olarak kaydedilmiştir. Bu ayda bir yıl önceki gibi *Microcystis aeruginosa* özellikle 3. istasyonda Algal Bloom gerçekleştirmiştir. Toplam organizmanın %80-95'ini oluşturan *Microcystis aeruginosa* tüm istasyonlarda dominant organizma olmuştur. Subdominant organizma ise toplamın %9-12'ini oluşturan *Oscillatoria tenuis* olmuştur.

Ekim ayında bir önceki aya göre toplam organizma miktarında düşüş kaydedilmiştir. Ekim ayında toplam organizma miktarı en yüksek 5. istasyonda 18080 org/cm^3, en düşük 2. istasyonda 13650 org/cm^3 olarak kaydedilmiştir. Bu ayda *Microcystis aeruginosa* türünün dominantlığı devam etmiş ve toplamın %30-47'sini oluşturarak dominant organizma olmuştur. . Subdominant organizma 1. istasyonda %11 ile *Cymbella tumida* ve *Gomphonema olivaceum* olurken, diğer istasyonlarda %13-15 ile *Nitzschia sigmoidea* olmuştur.

Kasım ayında toplam organizma miktarında düşüş kaydedilmiştir. Kasım ayında toplam organizma miktarı en yüksek 1. istasyonda 9350 org/cm^3, en düşük 2. istasyonda 8626 org/cm^3 olarak kaydedilmiştir. Bu ayda toplam organizmanın %25 ile %35'ini oluşturan *Cymbella tumida* tüm istasyonlarda dominant olurken, subdominant organizma %10 ile *Gomphonema olivaceum* olmuştur.

Sonbahar aylarında *Heterokontophyta*'dan *Melosira varians*, *Nitzschia palea*, *Epithemia sorex*, ve *Surirella ovalis*; *Cyanobacteria*'dan *Merismopedia elegans*; *Euglenophyta*'dan *Lepocinclis acuta* az görülen türler olmuşlardır.

D. Kış Ayları:

Aralık 2010:

Aralık ayında toplam organizma miktarı önemli ölçüde düşmüştür. Aralık ayında toplam organizma miktarı en yüksek 3. istasyonda 5364 org/cm^3, en düşük 5. istasyonda 4520 org/cm^3 olarak kaydedilmiştir. Özellikle *Heterokontophyta* üyeleri hâkim olmaya başlamıştır. Bu ayda tüm istasyonlarda toplamın %29 ile %58'ini oluşturan *Navicula gregaria* dominant olurken, toplamın %16-25'ini oluşturan *Synedra ulna* subdominant organizma olmuştur.

İklim şartlarından dolayı Ocak ve Şubat aylarında örnek alınımı gerçekleştirilememiştir.

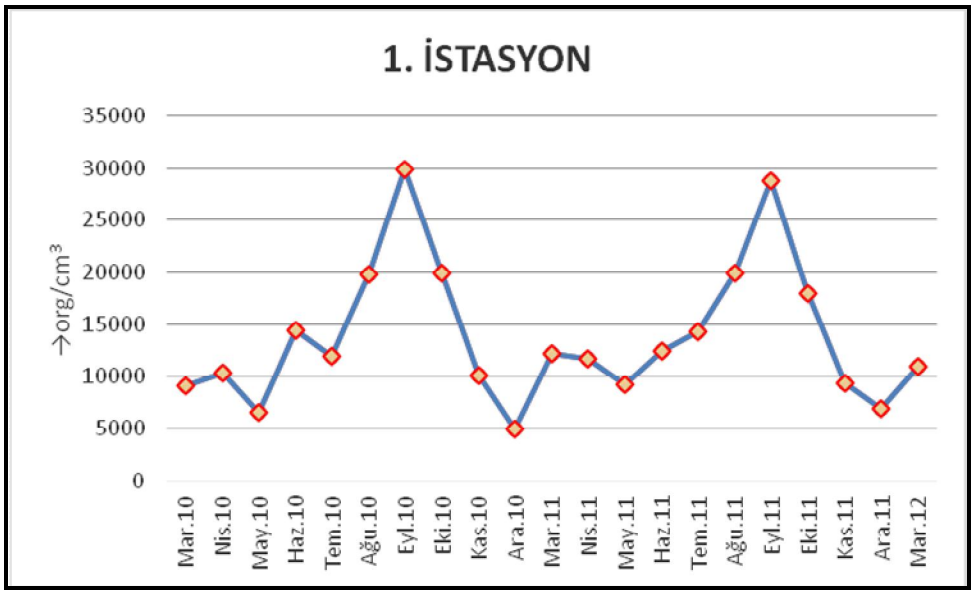
Aralık 2011:

Aralık ayında toplam organizma miktarı önemli ölçüde düşmüştür. Aralık ayında toplam organizma miktarı en yüksek 4. istasyonda 8183 org/cm^3, en düşük 5. istasyonda 5940 org/cm^3 olarak kaydedilmiştir. Bu ayda tüm istasyonlarda toplamın %25 ile %58'ini oluşturan *Navicula gregaria* dominant olurken, toplamın %13-21'ini oluşturan *Synedra ulna* ve *Cocconeis placentula* subdominant organizma türler olmuştur.

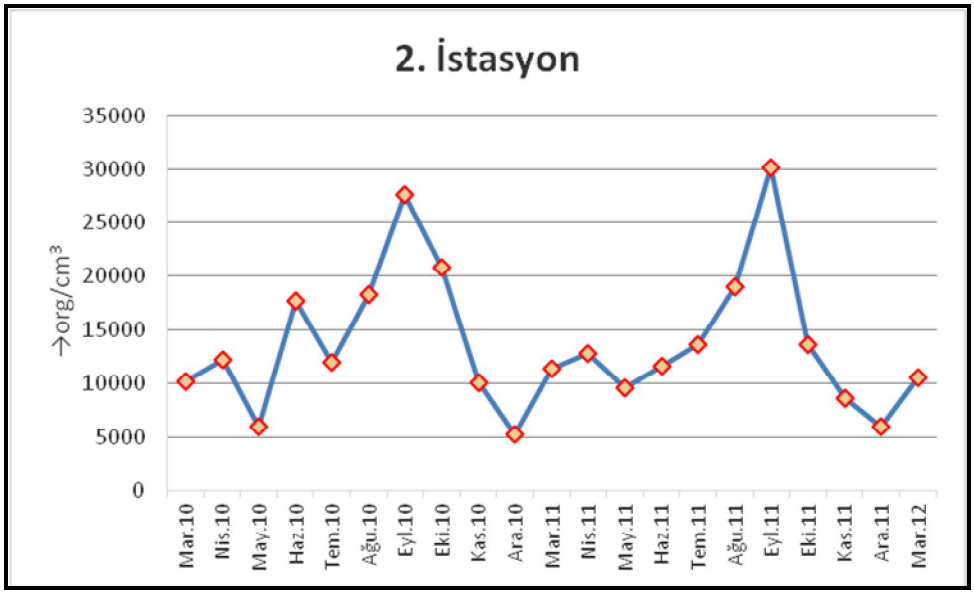
İklim şartlarından dolayı Ocak ve Şubat aylarında örnek alınımı gerçekleştirilememiştir.

Kış aylarında *Heterokontophyta*'dan *Craticula citrus* ve *Gyrosigma acuminatum*; *Chlorophyta*'dan *Oocystis eremosphaeria*, *Scenedesmus arcuatus*; *Charophyta*'dan *Cosmarium formosulum*; *Euglenophyta*'dan *Euglena Spirogyra* az sayıda görülen türler olmuşlardır.

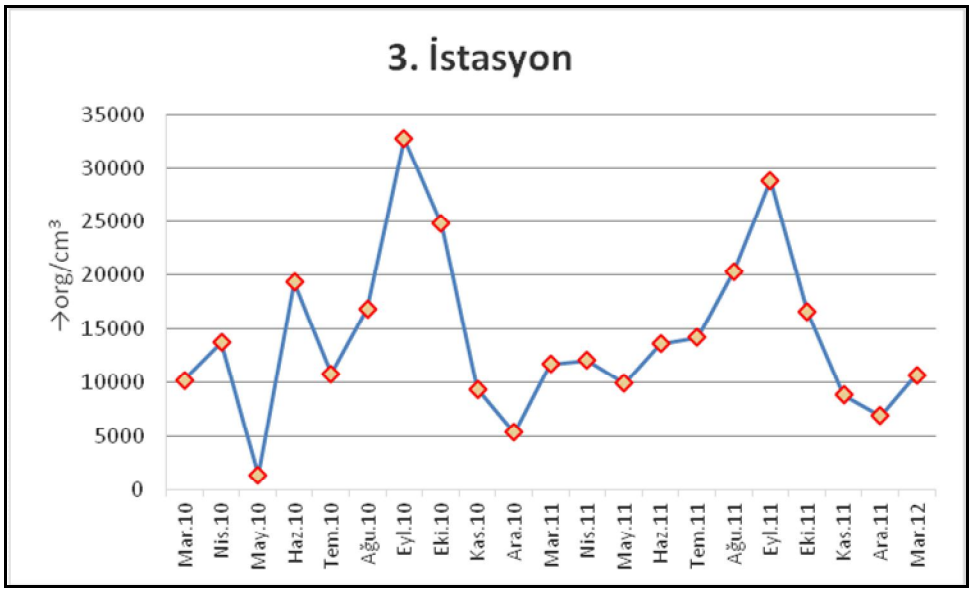
Apa Baraj Gölü fitoplanktonu yüzey suyunda bulunan toplam organizma sayısının örnek alma istasyonlarındaki mevsimsel değişimi (Şekil 5.2.5.1.1-Şekil 5.2.5.1.5), toplam *Heterokontophyta*, *Chlorophyta* ve *Euglenophyta* divizyolarının istasyonlardaki mevsimsel değişimi (Şekil 5.2.5.1.6-Şekil 5.2.5.1.10), toplam *Charophyta*, *Cyanobacteria* ve *Dinophyta* divizyolarının istasyonlardaki mevsimsel değişimi (Şekil 5.2.5.1.11-Şekil 5.2.5.1.15) ve birinci istasyonda bazı divizyolarının ve önemli türlerin mevsimsel değişimi şekil 5.2.5.1.16-şekil 5.2.5.1.19'de verilmiştir.



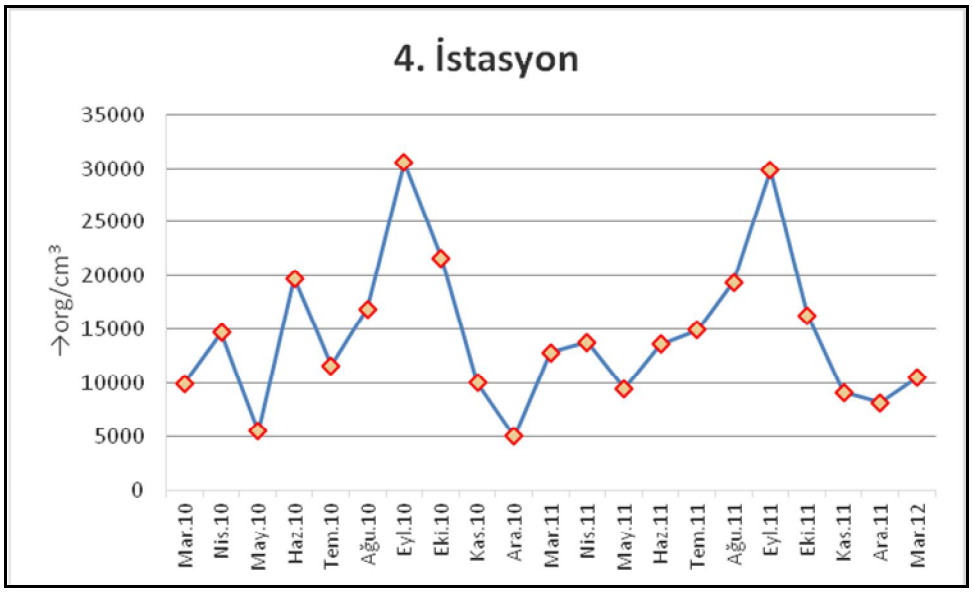
Şekil 5.2.5.1.1. Toplam organizma sayısının 1. istasyondaki mevsimsel değişimi



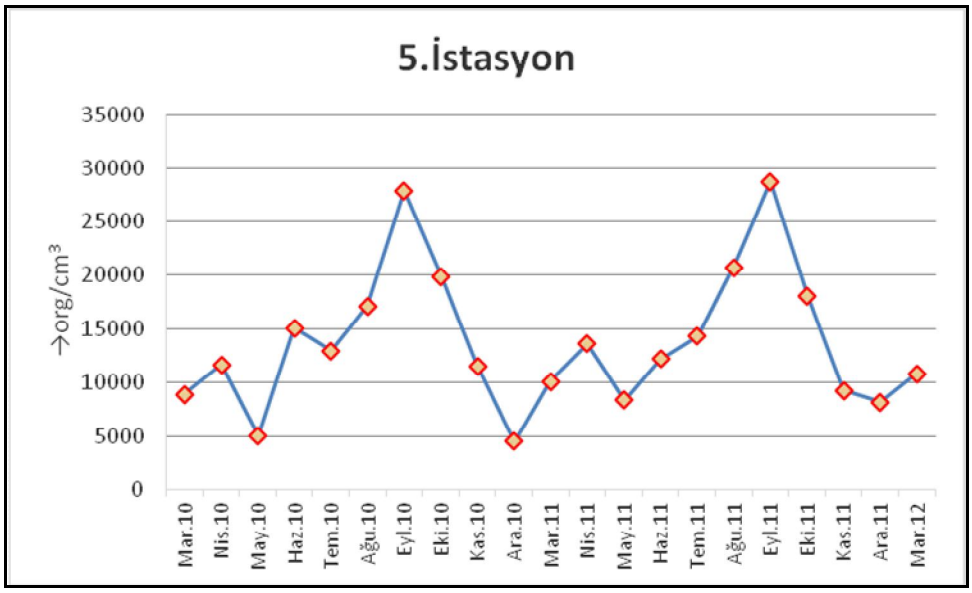
Şekil 5.2.5.1.2. Toplam organizma sayısının 2. istasyondaki mevsimsel değişimi



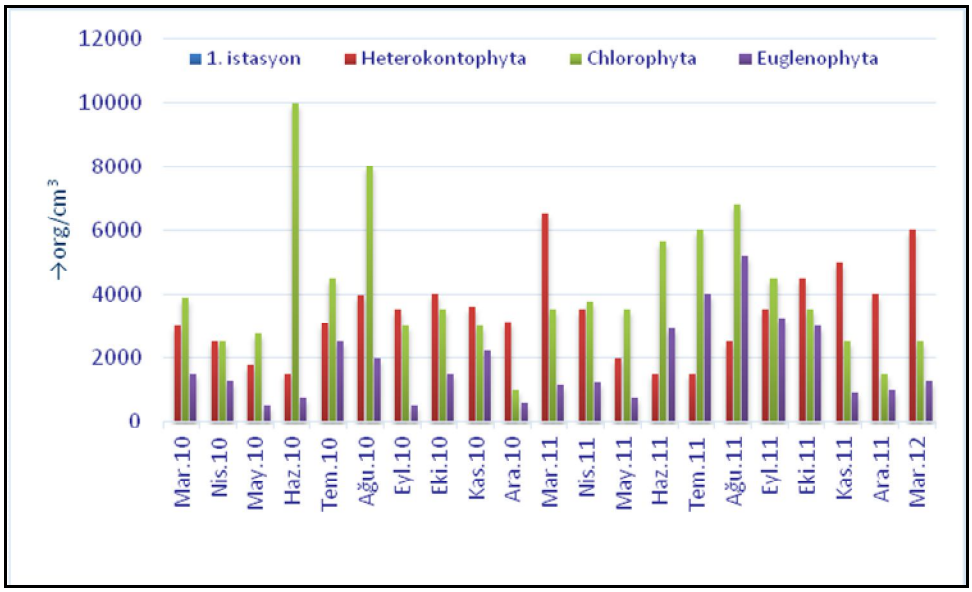
Şekil 5.2.5.1.3. Toplam organizma sayısının 3. istasyondaki mevsimsel değişimi



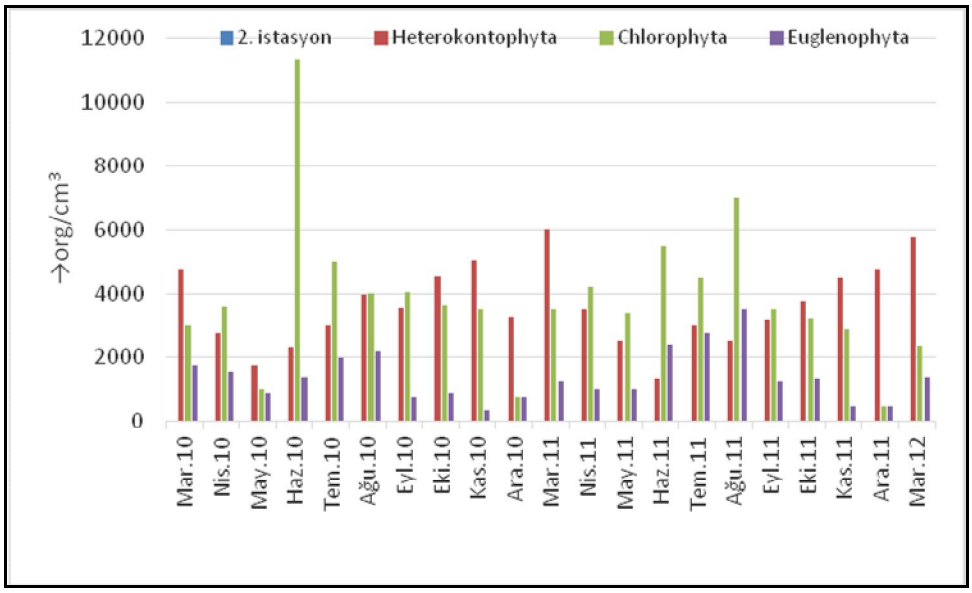
Şekil 5.2.5.1.4. Toplam organizma sayısının 1. istasyondaki mevsimsel değişimi



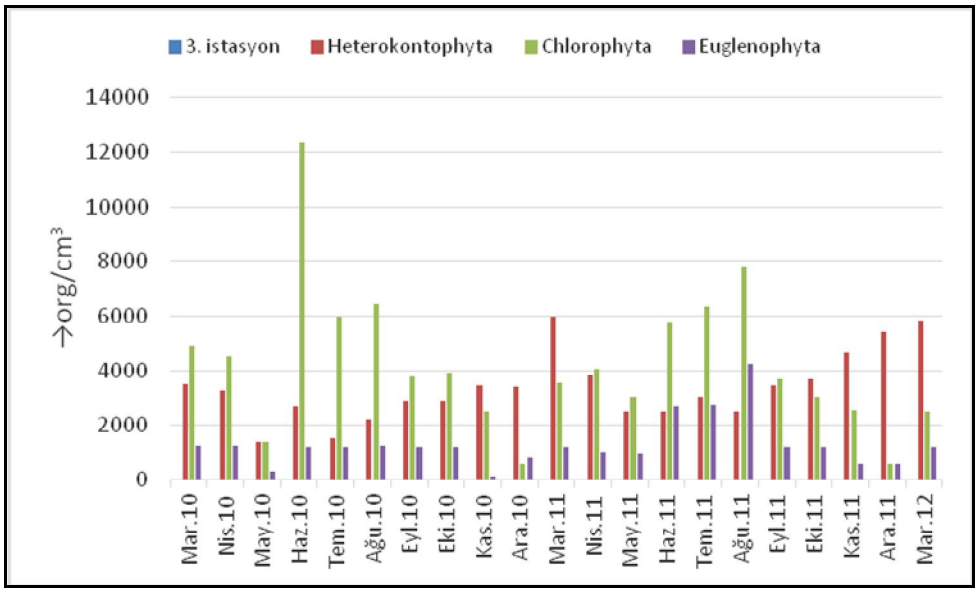
Şekil 5.2.5.1.5. Toplam organizma sayısının örnek alma istasyonlarındaki mevsimsel değişimi



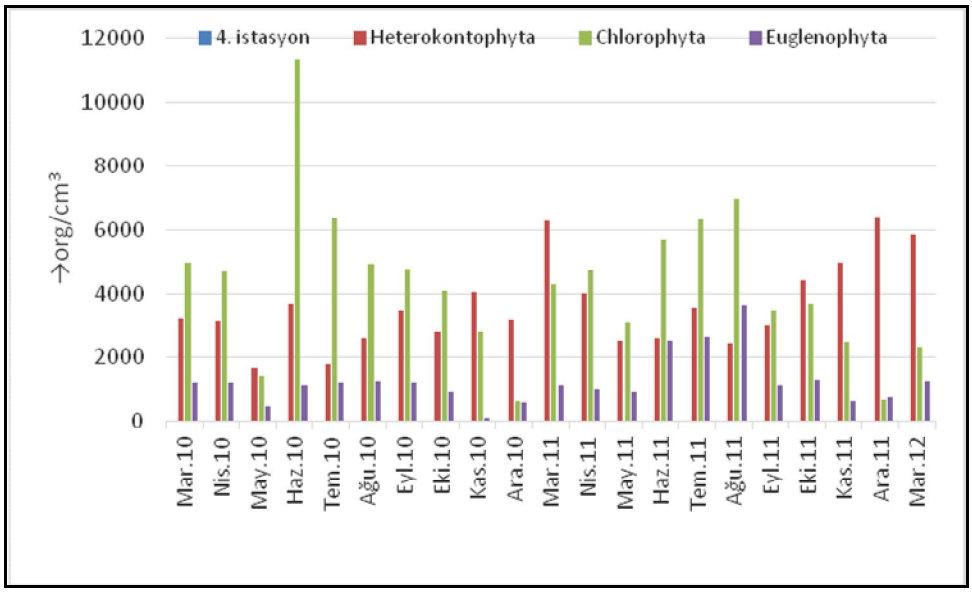
Şekil 5.2.5.1.6. Toplam *Heterokontophyta*, *Chlorophyta* ve *Euglenophyta* divizyolarının 1. istasyondaki mevsimsel değişimi



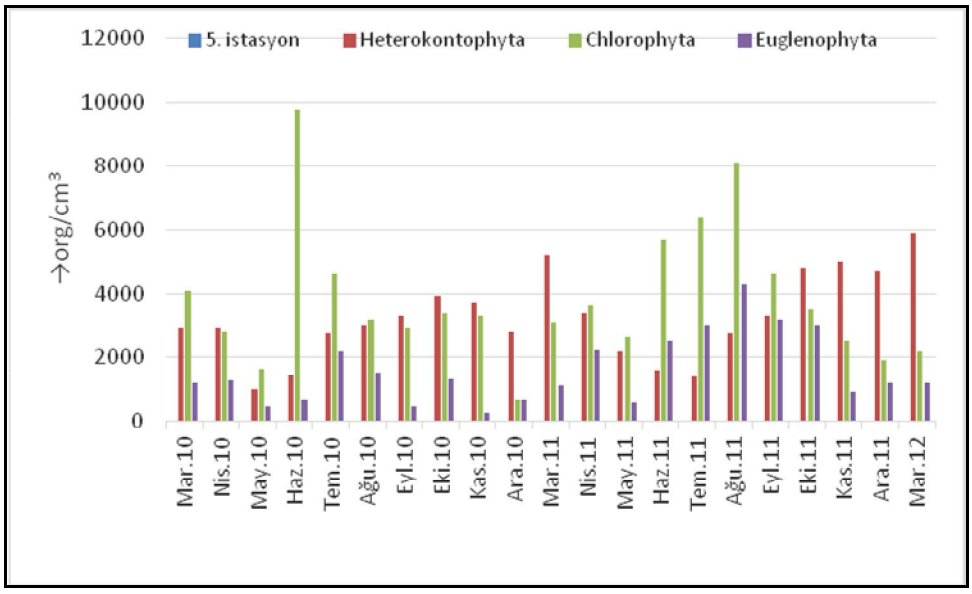
Şekil 5.2.5.1.7. Toplam *Heterokontophyta*, *Chlorophyta* ve *Euglenophyta* divizyolarının 2. istasyondaki mevsimsel değişimi



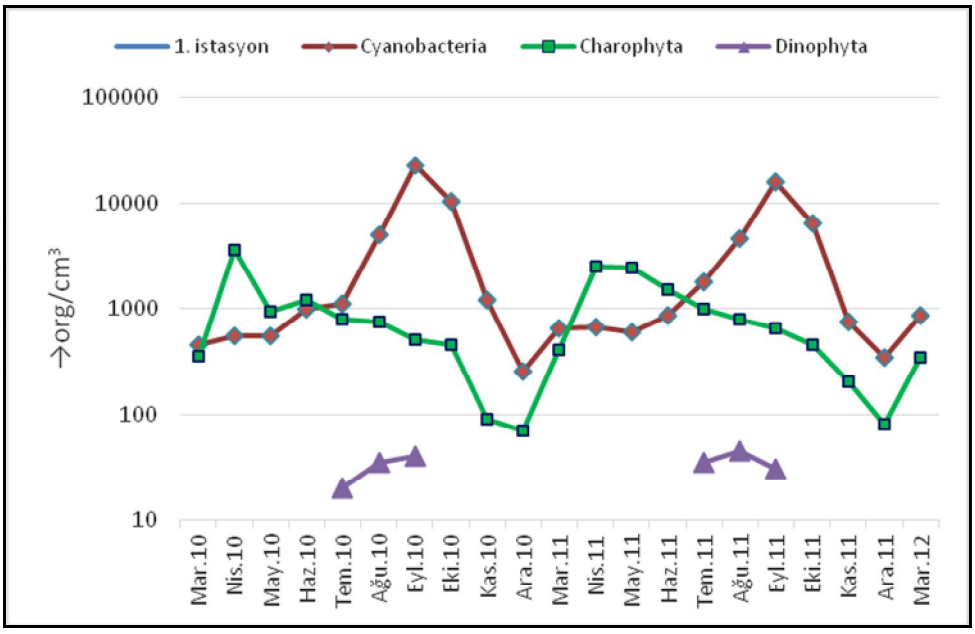
Şekil 5.2.5.1.8. Toplam *Heterokontophyta*, *Chlorophyta* ve *Euglenophyta* divizyolarının 3. istasyondaki mevsimsel değişimi



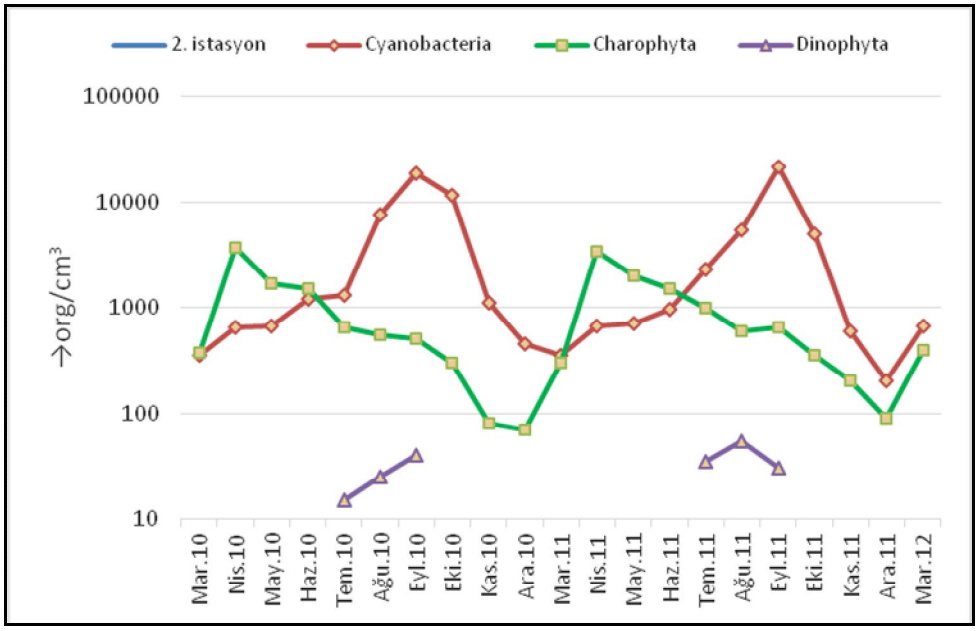
Şekil 5.2.5.1.9. Toplam *Heterokontophyta*, *Chlorophyta* ve *Euglenophyta* divizyolarının 4. istasyondaki mevsimsel değişimi



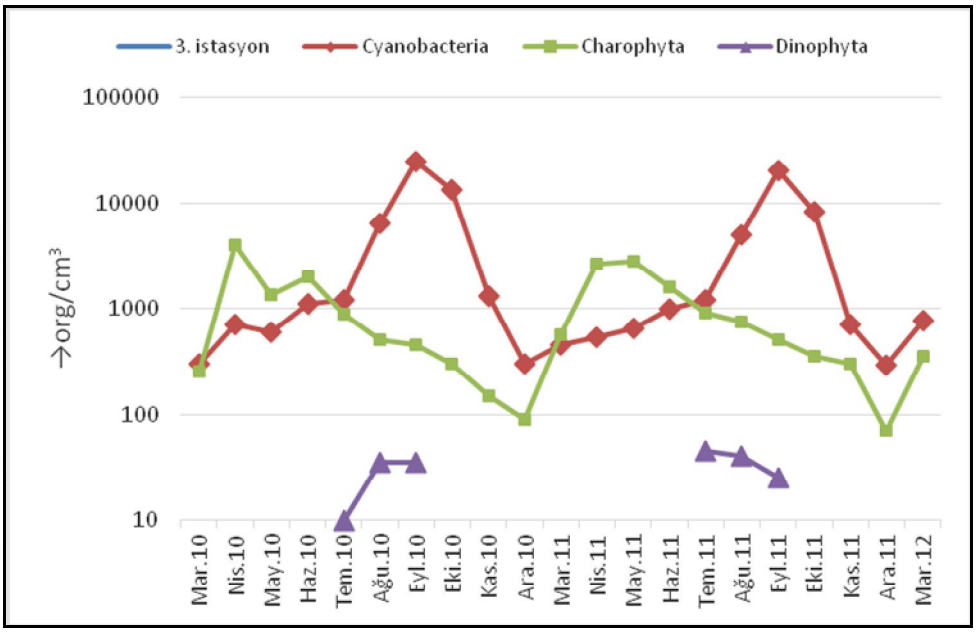
Şekil 5.2.5.1.10. Toplam *Heterokontophyta*, *Chlorophyta* ve *Euglenophyta* divizyolarının 5. istasyondaki mevsimsel değişimi



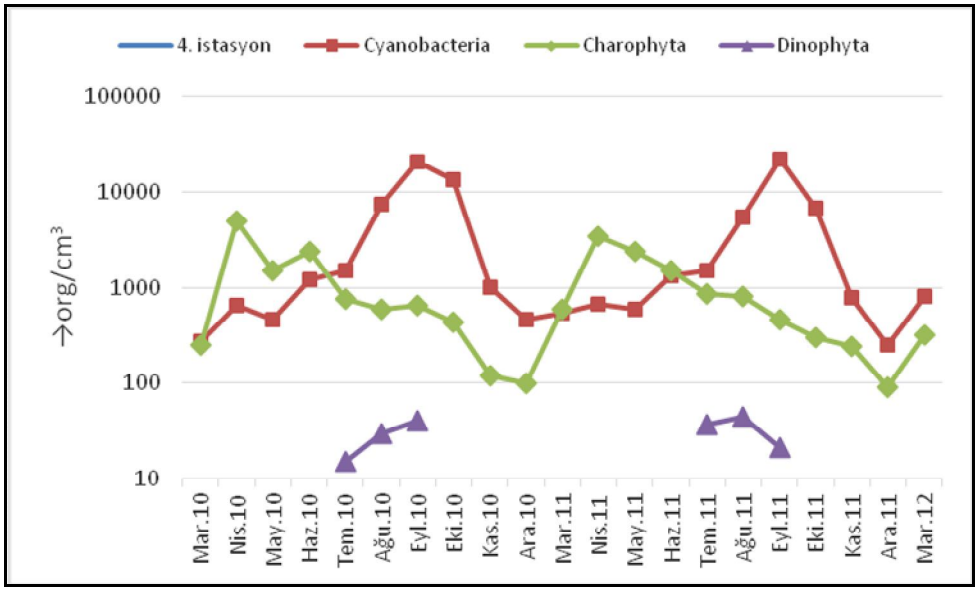
Şekil 5.2.5.1.11. Toplam *Charophyta*, *Cyanobacteria* ve *Dinophyta* divizyolarının 1.istasyondaki mevsimsel değişimi



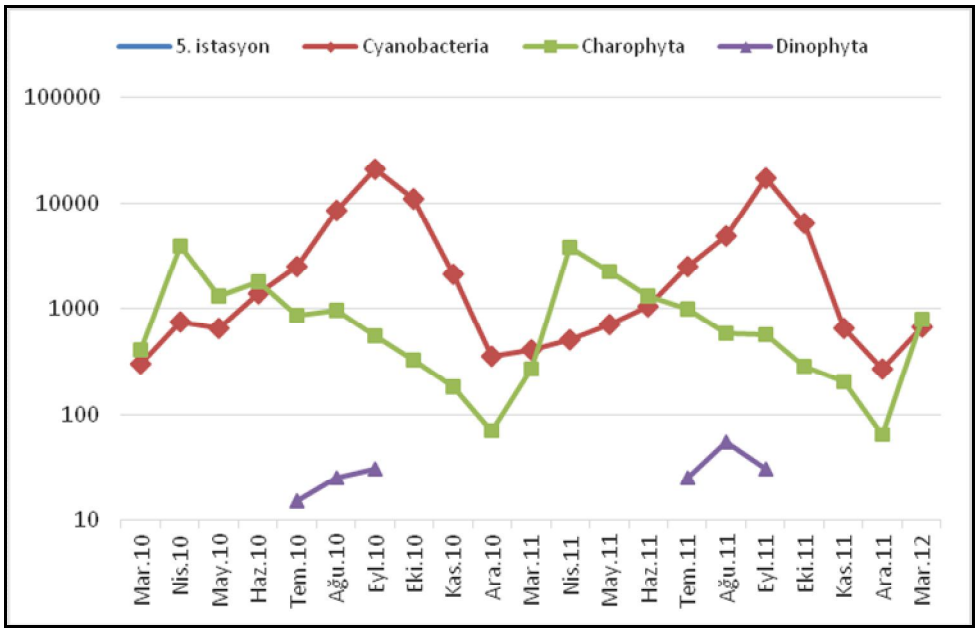
Şekil 5.2.5.1.12. Toplam *Charophyta*, *Cyanobacteria* ve *Dinophyta* divizyolarının 2.istasyondaki mevsimsel değişimi



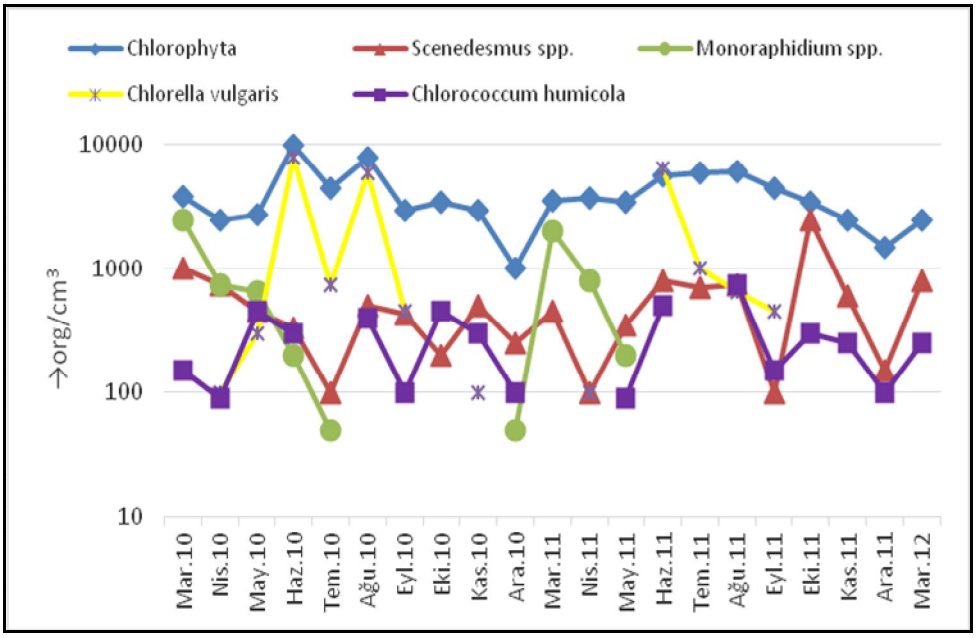
Şekil 5.2.5.1.13. Toplam *Charophyta*, *Cyanobacteria* ve *Dinophyta* divizyolarının 3.istasyondaki mevsimsel değişimi



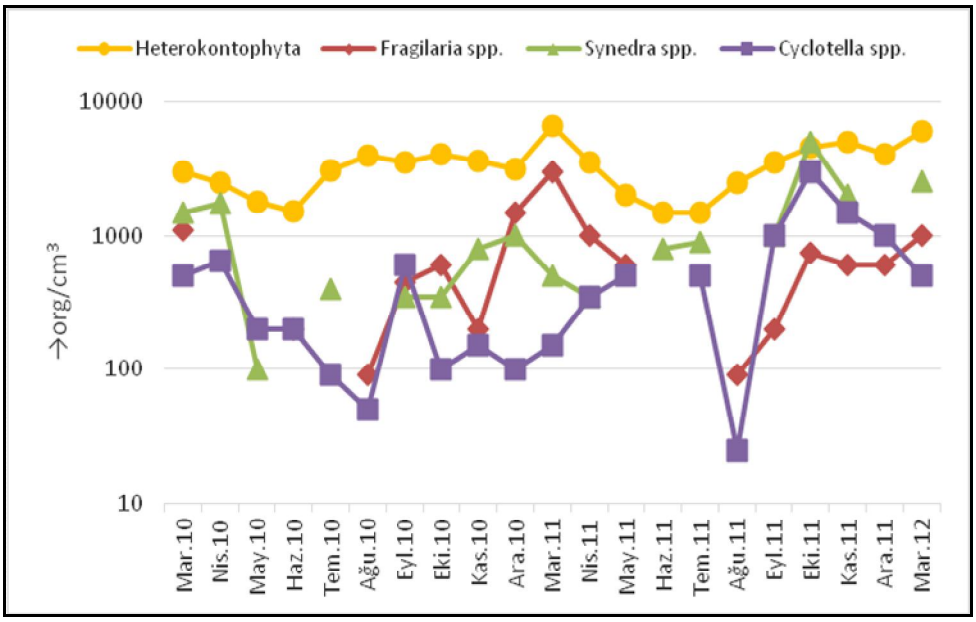
Şekil 5.2.5.1.14. Toplam *Charophyta*, *Cyanobacteria* ve *Dinophyta* divizyolarının 4.istasyondaki mevsimsel değişimi



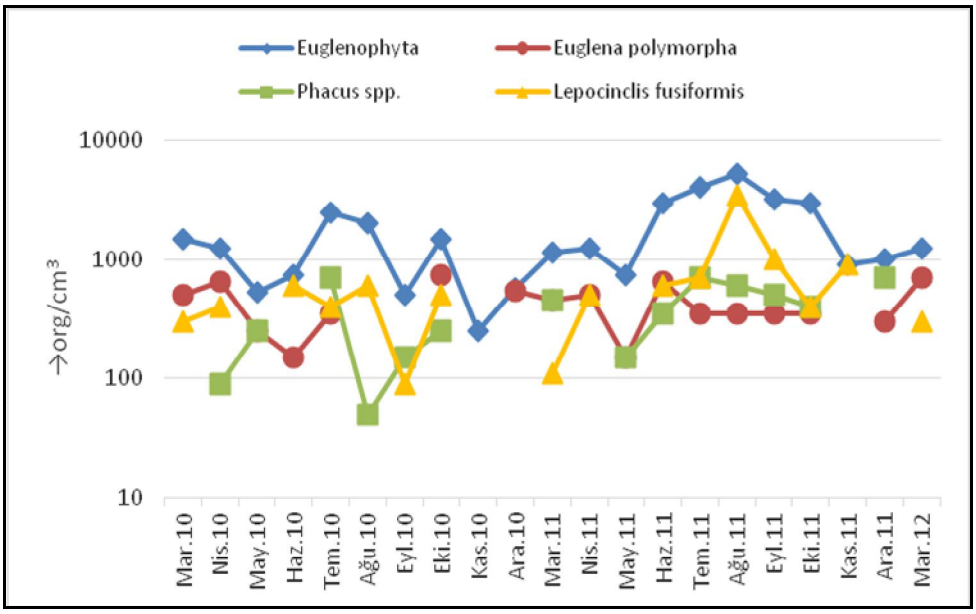
Şekil 5.2.5.1.15. Toplam *Charophyta*, *Cyanobacteria* ve *Dinophyta* divizyolarının 5.istasyondaki mevsimsel değişimi



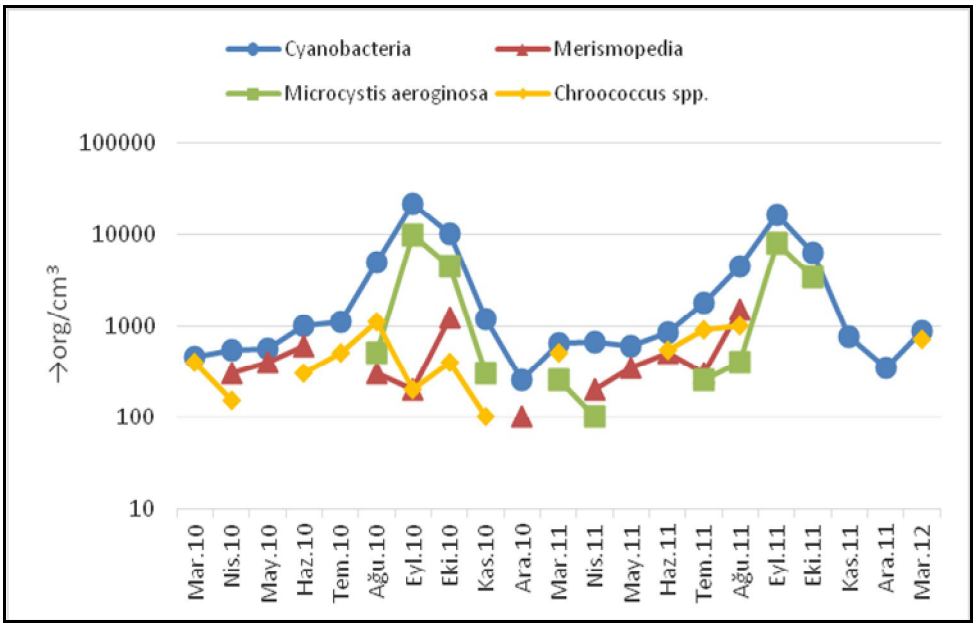
Şekil 5.2.5.1.16. Birinci istasyonda *Chlorophyta* ve bazı önemli türlerin mevsimsel Değişimi



Şekil 5.2.5.1.17. Birinci istasyonda *Heterokontophyta* ve bazı önemli türlerin mevsimsel değişimi



Şekil 5.2.5.1.18. Birinci istasyonda *Euglenophyta* ve bazı önemli türlerin mevsimsel değişimi



Şekil 5.2.5.1.19. Birinci istasyonda *Cyanobacteria* ve bazı önemli türlerin mevsimsel değişimi

5.3. Klorofil–*a* Miktarı

Apa Baraj Gölü'nde klorofil-*a* miktarının mevsimsel değişimi genellikle fitoplanktonun mevsimsel değişimi ile uyum göstermiştir (Şekil 5.3.1). 2010 Mart ayında ortalama toplam organizma miktarı 9499 org/cm^3 iken klorofil-*a* değeri 1.22 µg/l olarak ölçülmüştür. 2010 Nisan ayında ortalama toplam organizma miktarı 10584 org/cm^3 iken klorofil-*a* değeri 2.622 µg/l olarak ölçülmüştür. 2010 Mayıs ayında ortalama toplam organizma miktarı ortalama 5602 org/cm^3 iken klorofil-*a* değeri 1.89 µg/l olarak ölçülmüştür.

2010 yaz mevsiminde ortalama toplam organizma miktarı (11243-15922 org/cm^3) artarken klorofil-*a* degerleri de artmış ve 3.438-8.08 µg/l arasında değişmiştir. 2010 yaz mevsiminde en yüksek klorofil-*a* değeri 2010 Ağustos ayında tespit edilmiş olup bu ayda *Closteriopsis longissima* dominant tür olmuştur.

2010 Sonbahar aylarında fitoplankton miktarında azalmayı takiben klorofil-*a* miktarında da azalmalar gözlenmiştir. Sadece Eylül ayında Ağustos ayına nazaran toplam organizma sayısında artış olmuştur. Çünkü Eylül ayında iklimsel veriler yaz aylarının devamı şeklindedir. Tüm aylar arasında ortalama toplam organizma (29744 org/cm^3) ve klorofil-*a* (10.972 µg/l) miktarı bu ayda en yüksek değerine ulaşmıştır. Ayrıca bu ayda *Microcystis aeruginosa* aşırı çoğalma yapmıştır. Bu durum hem toplam organizma miktarındaki hemde klorofil-*a* değerlerindeki artışı açıklamaktadır.

2010 Aralık ayı ortalama toplam organizma miktarı 4982 org/cm^3 arasında değişirken klorofil-*a* değeri 1.582 µg/l değişmiştir.

2011 ilkbahar döneminde klorofil-*a* değerleri ile ortalama toplam organizma miktarı arasında da bir uyum söz konusudur. 2011 Mart ayında ortalama toplam organizma miktarı 11251 org/cm^3 iken, klorofil-*a* değeri 2.724 µg/l olarak ölçülmüştür. 2011 Nisan ayında ortalama toplam organizma miktarı 12675 org/cm^3 iken klorofil-*a* değeri 3.782 µg/l olarak ölçülmüştür. 2011 Mayıs ayında ortalama toplam organizma miktarında hafif bir düşme kaydedilmiştir ve bunun paralelinde klorofil-*a* miktarıda düşmüştür. 2011 Mayıs ayında ortalama toplam organizma miktarı 9206 org/cm^3 iken klorofil-*a* değeri 2.94 µg/l olarak ölçülmüştür.

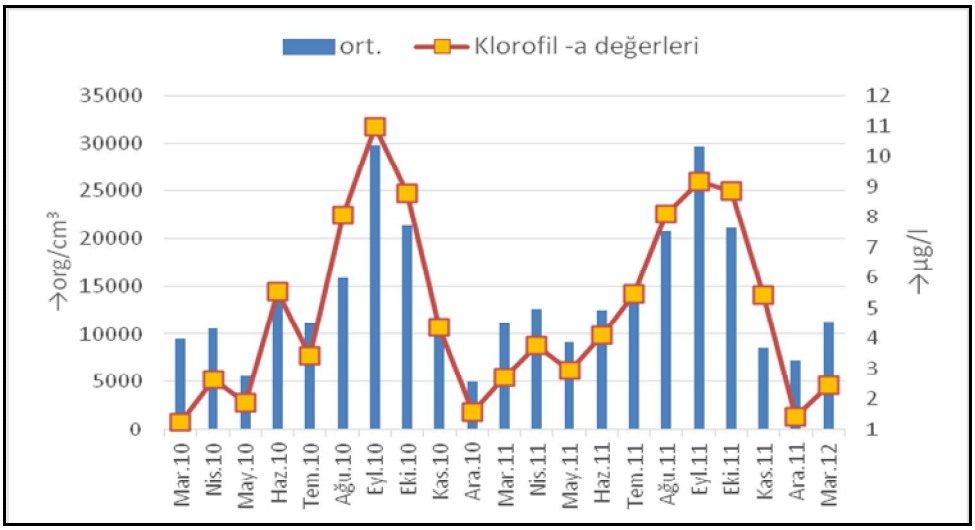
2011 yaz mevsiminde ortalama toplam organizmanın artmasına (12470-20738 org/cm^3) paralel olarak klorofil-*a* değerlerinde de artma görülmüştür. Bu aylarda klorofil-*a* değeri 4.106- 8.09 µg/l arasında değişmiştir. Bu mevsimde *Chlorophyta* ve *Charophyta* divizyolarına ait alglerde sayıca artış gözlenmiştir.

2011 sonbahar mevsiminde tıpkı 2010 sonbahar mevsiminde olduğu gibi fitoplankton miktarında azalmayı takiben klorofil-*a* miktarında da azalmalar gözlenmiştir. Sadece Eylül ayında Ağustos ayına nazaran toplam organizma sayısında artış olmuştur. Çünkü Eylül ayında iklimsel veriler yaz aylarının devamı şeklindedir. Tüm aylar arasında ortalama toplam organizma (29634 org/cm^3) ve klorofil-*a* (9.14 µg/l) miktarı bu ayda ikinci en yüksek değerine ulaşmıştır. Ayrıca bu ayda *Microcystis aeruginosa* aşırı çoğalma yapmıştır. Bu durum hem toplam organizma miktarındaki hemde klorofil-*a* değerlerindeki artışı açıklamaktadır. 2011 sonbahar mevsiminde ortalama toplam organizma miktarı (29634-8544 org/cm^3) arasında değişim gösterirken klorofil-*a* değerleri 9.14- 5.44 µg/l olarak kaydedilmiştir.

2011 Aralık ayı ortalama toplam organizma miktarı 7207 org/cm^3 olurken klorofil-*a* değeri 1.422 µg/l olarak ölçülmüştür.

2012 Mart ayında toplam organizma miktarı artmış (11371 org/cm^3), klorofil-*a* değeri de paralel olarak artarak 2.46 µg/l olmuştur.

Apa Baraj Gölü yüzey suyunda ortalama toplam organizma ile klorofil-*a* değerlerinin mevsimsel değişimi Şekil 5.3.1'de verilmiştir.



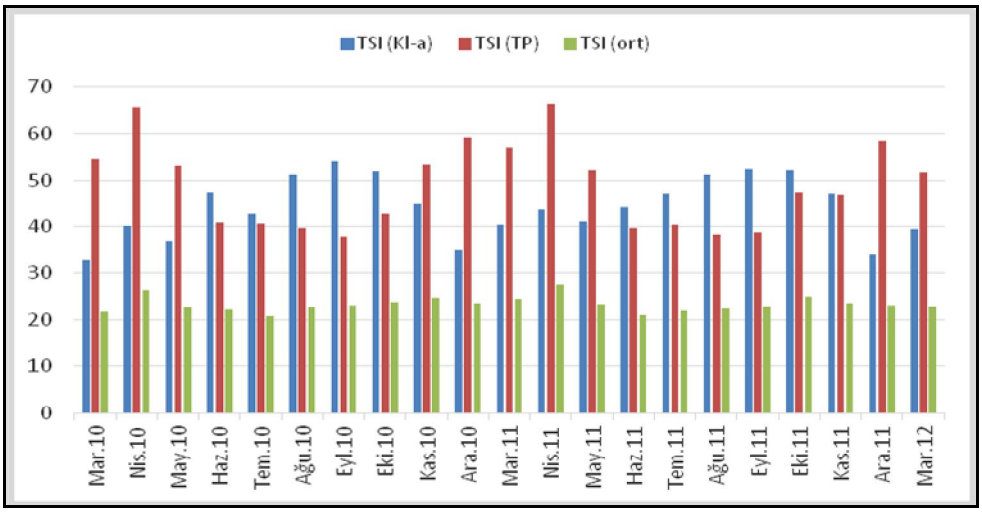
Şekil 5.3.1. Toplam organizma ve klorofil-a yoğunluğunun mevsimsel değişimi

5.4. Apa Baraj Gölü Trofik Statü İndeksi (TSI)

Apa Baraj Gölü algal biyomasını yansıtan göl suyunun iki değişkenine (toplam fosfor içeriği (TP) ve klorofil-*a* (kl-*a*) yoğunluğu) ait trofik yapısının indeks değerleri Çizelge 5.4.1 ve Şekil 5.4.1'de verilmiştir. Apa Baraj Gölü'nün TSI(TP) değerleri geneline bakıldığında; en yüksek TSI(TP) değeri 2011 Nisan ayında 66.515, en düşük TSI(TP) değeri 2010 Eylül ayında 37.77 hesaplanmıştır. Gölde en yüksek TSI toplam fosforda kaydedilmiştir. Tüm örnekleme boyunca yapılan analizler sonucunda göl suyundaki TSI(TP) değerlerinin ortalaması 48.67 olarak kaydedilmiştir. Carlson (1977)'a göre TSI 40-50 arasında ise mezotrofik özelliğini gösterdiğinden, Apa Baraj Gölü TSI(TP) bakımından "mezotrofik" özelliktedir.

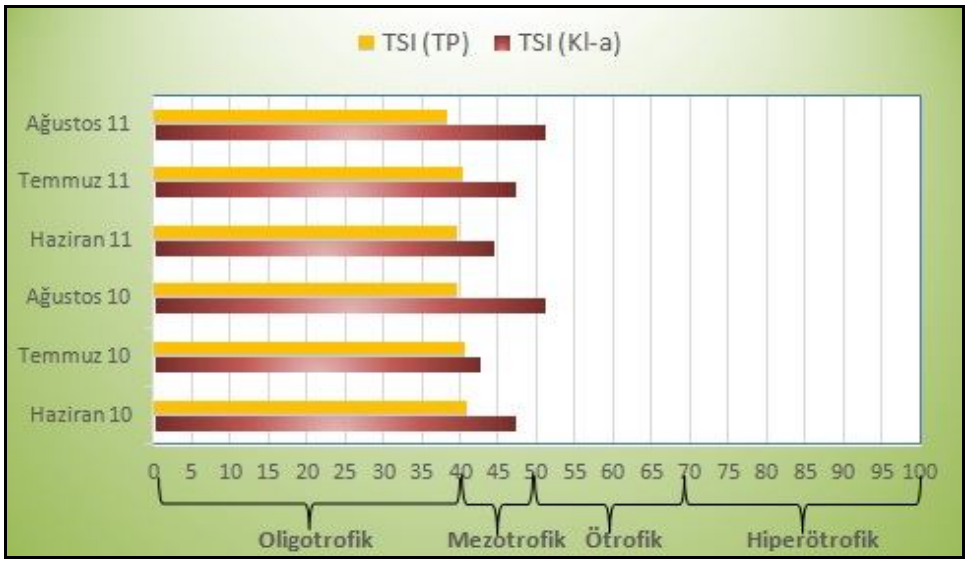
En yüksek TSI(kl-*a*) değeri 2010 Eylül ayında (54.09), en düşük TSI(kl-*a*) değeri ise (32.55) 2010 Mart ayında hesaplanmıştır. TSI(kl-*a*) değeri örnekleme boyunca gölde bulunan fitoplankton sayısına paralel olarak iniş çıkışlar göstermiştir. Tüm örneklemeler boyunca yapılan klorofil-*a* analizleri sonucunda göl suyundaki TSI(kl-*a*) değerlerinin ortalaması 44.27 olarak hesaplanmıştır. Carlson (1977)'a göre TSI değeri 40-50 aralığında olan göller mezotrofik özellik gösterdiğinden Apa Baraj Gölü TSI(Kl-*a*) değeri bakımından da "mezotrofik" özelliktedir.

Tüm örneklemeler sonucunda TSI(ORT) değeri (TSI(TP) + TSI(Kl-*a*)/2) 46.52 olarak hesaplanmıştır. Bu ortalama değere göre Apa Baraj Gölü'nün TSI değeri 40-50 aralığında olduğu için göl "mezotrofik" özellik göstermektedir (Çizelge 5.4.1).



Şekil 5.4.1. Apa Baraj Gölü'nde ölçülen toplam fosfor ve klorofil-a değişkenlerine ait TSI değerleri

Apa Baraj Gölü'nde 2010 yaz ayları ortalama TSI(TP) değeri 40,36 ve 2011 yaz ayları ortalama TSI(TP) değeri 40,02 olarak hesaplanmıştır (Şekil 5.4.1). Carlson (1977)'a göre bu değer mezotrofik seviyeyi göstermektedir. Apa Baraj Gölü TSI(TP) yaz dönemi değerlerine göre mezotrofik özelliktedir. 2010 yaz aylarındaki ortalama TSI(Kl-*a*) değeri 48,817 ve 2011 yaz aylarındaki ortalama TSI(Kl-*a*) değeri 47.59 olarak hesaplanmıştır. Carlson (1977)'a göre TSI değeri 40-50 değerleri arasındaki göller mezotrofik özellik gösterdiğinden, göl TSI(Kl-*a*) değeri bakımından yaz aylarında mezotrofik özelliktedir. Her iki parametre bakımından yaz ayları ortalama TSI değeri 43.60 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre Apa Baraj Gölü'nün trofik seviyesi mezotrofiktir (Şekil 5.4.1).



Şekil 5.4.1. Apa Baraj Gölü'nde toplam fosfor ve klorofil-a değişkenlerine ait yaz ayları TSI değerleri

5.5. Fitoplankton Bileşik Oranı (FBO)

Apa Baraj Gölü'nde fitoplanktonda mevcut grupların tür sayısının birbiriyle oranları hesaplandığında, gölün verimliliğini gösteren fitoplankton bileşik oran değeri, FBO=8.85 olarak hesaplanmıştır. Ott ve Lougaste (1996)'a göre bileşik oran >7 ise göl hiperötrof yapıya sahiptir. Apa Baraj Gölü'nde FBO =8.85 olduğu için gölün "hiperötrof" seviyede olduğu görülmektedir (Çizelge 2.3.2.1).

5.5.1. Diğer fitoplankton indeksleri

Apa Baraj Gölü'nde Fitoplanktonların sayısal değerleri göz önüne alınarak hesaplanan indeksler aşağıda verilmiştir. İndeks sonuçları Çizelge 2.3.2.1.1.'e göre değerlendirilmiştir.

Diatom İndeksi: Centrik diyatom /Pennat diyatom

7/44 = 0.15 bu sonuca göre Oligotrof göl özelliğindedir.

Diatom İndeksi: Centrik diyatom ort org sayısı /Pennat diyatom ort org sayısı

94.2829/108.1691 = 0.871 bu sonuca göre ötrof göl özelliğindedir.

Cyanophyceae İndeksi: *Cyanophyceae*/*Desmidales*

26/3 = 8.66 bu sonuca göre ötrof göl özelliğindedir.

Chlorophyceae İndeksi: *Chlorococcales*/*Desmidales*

23/3 = 7.66 bu sonuca göre ötrof göl özelliğindedir

Stockner Diatom indeksi: Araphidinea Diatomophyceae/Centric Diatomophyceae

8/7 = 1.14 bu sonuca göre mezotrof göl özelliğindedir.

5.6. Dominant Cinslere Göre Apa Baraj Gölü'nün Trofik Seviyesi

5.6.1. Palmer'ın kirlilik indeksine göre Apa Baraj Gölü'nün trofik seviyesi

Palmer (1969) tatlı sularda fitoplankterleri kullanarak göllerin trofik yapıları hakkında bilgi vermiştir. Çizelge 2.3.3.1.1'de organik kirliliği gösteren 20 farklı fitoplankton cinsinden Apa Baraj Gölü'nde 17 tanesi mevcuttur (Çizelge 5.6.1.1). Bu cinslere ve cinslerin değerlerine göre yapılan hesaplamalar sonucunda, Apa Baraj Gölü'nün Palmer'in kirlilik indeksi değeri 42 olarak hesaplanmıştır. Palmer (1969)'a

göre, Apa Baraj Gölü'nde indeks değerinin ≥ 20 olması nedeniyle gölde ileri derecede organik kirlilik söz konusudur.

Çizelge 5.6.1.1. Apa Baraj Gölü'nde kirlilik indeksine duyarlı cinsler

TAKSONLAR	DEĞER	TAKSONLAR	DEĞER
Ankistrodesmus	**2**	*Nitzschia*	**3**
Chlamydomonas	**4**	*Oscillatoria*	**5**
Chlorella	**3**	*Pandorina*	**1**
Closterium	**1**	*Phacus*	**2**
Euglena	**5**	*Phormidium*	**1**
Gomphonema	**1**	*Scenedesmus*	**4**
Lepocinclis	**1**	*Stigeoclonium*	**2**
Melosira	**1**	*Synedra*	**2**
Navicula	**3**	*Cyclotella*	**1**

5.6.2. Dominant cinslere Apa Baraj Gölü'nün trofik seviyesi ve su kalitesi

Apa Baraj'nde, Peerapornpisal ve ark. (2007)'nın belirtmiş olduğu dominant cinslere göre göllerin trofik seviyesinin ve su kalitesinin belirlenmesi yöntemi uygulanmıştır. Çizelge 2.3.3.2.4'deki baskın cinslerin değerlerine göre uygulanan formülde Apa Baraj Gölü'nün baskın cinsler değeri ortalaması 6.1 olarak hesaplanmıştır. Çizelge 2.3.3.2.3'deki değer aralıklarına göre (5.6 ile 7.5) Apa Baraj Gölü'nün trofik yapısı "mezo-ötrofik", su kalitesi ise "orta kirli"dir (Çizelge 5.6.2.1).

Çizelge 5.6.2.1. Apa Baraj Gölü'nde baskın cinsler ve değerleri

TAKSONLAR	DEĞER	TAKSONLAR	DEĞER
Amphora	**6**	*Kirchneriella*	**5**
Anabaena	**8**	*Melosira*	**5**
Ankistrodesmus	**7**	*Merismopedia*	**9**
Aphanocapsa	**5**	*Microcystis*	**8**
Aphanothece	**5**	*Monoraphidium*	**7**
Aulacoseira	**6**	*Navicula*	**5**
Chlamydomonas	**6**	*Nitzschia*	**9**
Chlorella	**6**	*Oocystis*	**6**
Chroococcus	**6**	*Oscillatoria*	**9**
Closterium	**6**	*Pandorina*	**6**
Cocconeis	**6**	*Pediastrum*	**7**
Coelastrum	**6**	*Peridinium*	**6**
Cosmarium	**7**	*Phacus*	**8**
Crucigenia	**7**	*Phormidium*	**9**
Cyclotella	**2**	*Pinnularia*	**5**
Cymbella	**5**	*Rhopalodia*	**5**
Epithemia	**6**	*Scenedesmus*	**8**
Euglena	**10**	*Staurastrum*	**3**
Eunotia	**2**	*Surirella*	**6**
Fragilaria	**5**	*Synedra*	**6**
Gomphonema	**6**	*Tetraedron*	**6**
Gyrosigma	**7**	*Trachelomonas*	**8**

5.7. Fitoplanktonun Fonksiyonel Gruplarının Belirlenmesi

Apa Baraj Gölü fitoplanktonu ayrı özellikli fonksiyonel gruplara (Reynolds ve ark., 2002) göre sınıflandırılmış ve yapılan sınıflandırmada türlerin habitat özellikleri, toleransları ve hassasiyetleri göz önüne alınmıştır. Apa Baraj Gölü'nün fitoplanktonunu oluşturan algler; **C, D, N, P, T, S_2, X_1, E, F, J, K, L_0, L_M, M,** ve **W_2** gruplarına aittir. Mezotrofik epilimnion tabakasına sahip olan **N** grubu üyeleri, besin noksanlığı şartlarına toleranslı olup pH artışı ve göl suyu tabakalaşmalarına karşı hassastırlar. Zengin şartlar altında sığ karışan tabakalara sahip göller X_1 grubu üyeleri, tabakalaşmaya toleranslı olup besin noksanlığına karşı hassastırlar. Apa Baraj Gölü fitoplanktonunda bulunan *Chlorella vulgaris* ve *Monoraphidium contortum* türleri X_1 grubuna girmektedir. **F** grubu üyeleri ise temiz sularda iyi gelişir ve derin karışımlara toleranslıdır, aynı zamanda mezotrof göllerin temsilcileridir. CO_2 noksanlığına karşı hassasiyetleri olan **F** grubu içerisine koloni oluşturan ve Apa Baraj Gölü fitoplanktonunda bulunan *Kirchneriella* ve *Crucigenia* cinsleri girmektedir. **L_0** grubu ise düşük besine toleransları, CO_2 noksanlığına hassasiyetleri olan bir gruptur ve *Parvodinium* ve *Merismopedia* cinslerini içerisine almaktadır.

5.8. Kıyı Fitoplanktonun Kümeleme Analizi

1. İstasyonda %37.71'lik benzerlik seviyesinde 2 grup ayırt edilmektedir. Birinci grup 2010 ve 2011 Mayıs örneklerini içermektedir ve *Cosmarium formosulum* türünün dominantlığı ile diğer gruptan ayrılmaktadır. İkinci grup %39.49'luk benzerlik seviyesinde diğer ayları kapsamaktadır. Tüm aylar boyunca *Cymbella tumida* devamlı mevcut tür olmuştur. İkinci grupta kendi içersinde iki kol görülmektedir. Burada 2010 Aralık ayı diğer aylardan %39.49'luk benzerlik oranı ile tamamen ayrılmıştır. Diğer grup ise tüm mevsimlere ait örnekleri içermektedir ve en fazla benzerlik %82 oranı 2010-2011 Ekim ayında görülmüştür (Şekil 5.8.1).

2. İstasyonda %40.89'luk benzerlik seviyesinde üç grup ayırt edilmektedir. Birinci grup 2010 ve 2011 Aralık ayının örneklerini içermektedir. İkinci grup %41.55'lik benzerlik seviyesinde iki kola ayrılmıştır. Bu kollardan biri %46.31'lik benzerlik oranı ile yaz ve sonbahar mevsimlerinin örneklerini içerirken diğer kol ise %45.50'lik benzerlik oranı ile 2010-2011 Nisan ve Mayıs ayı örneklerini içermektedir. Üçüncü grubumuz ise 2010, 2011 ve 2012 Mart ayı örneklerini içermektedir. En fazla

benzerlik bu grupta, %90 seviyesinde görülmüştür ve *Monoraphidium obtusum* türünün dominantlığı ile karakterize olmuştur (Şekil 5.8.2).

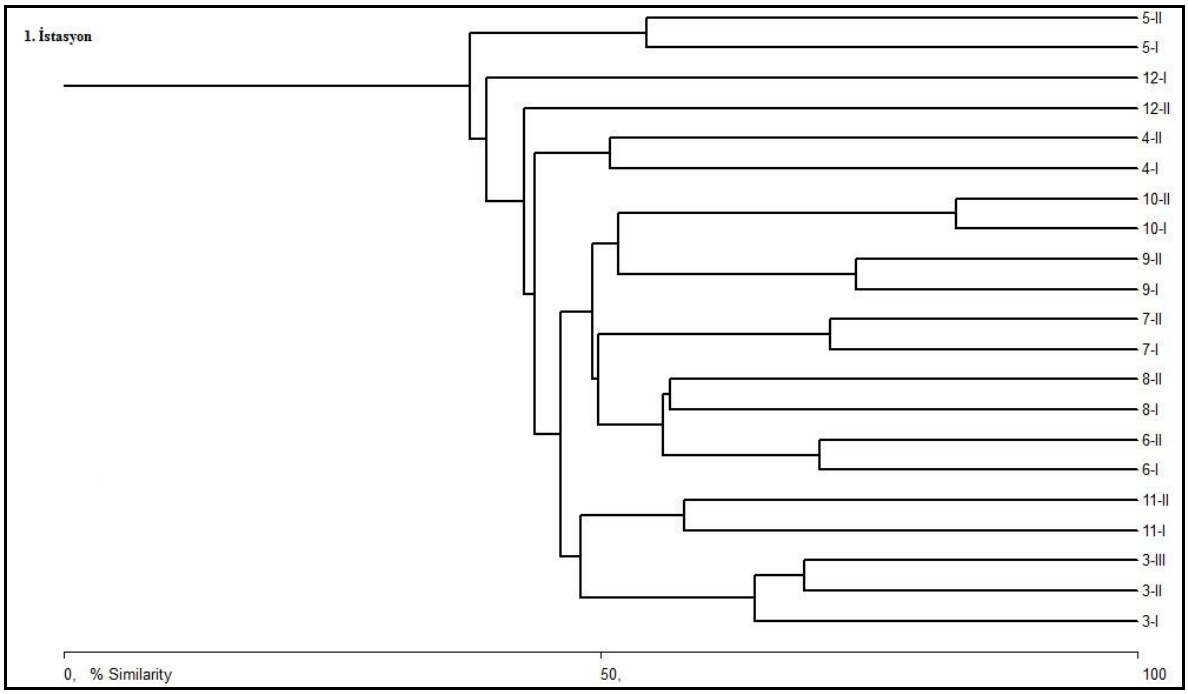
3. İstasyonda %44.40'lık benzerlik seviyesinde 2 grup ayırt edilmektedir. Birinci grup İlkbahar yaz ve sonbahar örneklerini içermektedir. Bu grupta özellikle Eylül ve Ekim aylarında *Microcystis aeruginosa* türünün miktarındaki artışla karekterize edilmektedir.

Aynı zamanda yaz ayları içerisinde *Chlorella vulgaris* türünün dominantlığı söz konusudur. İkinci grup %47.47'lik benzerlik oranında olup 2010, 2011 ve 2012 Mart ayı örnekleri ile birlikte 2010-2011 Kasım ve Aralık ayı örneklerini içermektedir. Tüm aylar boyunca en yüksek benzerlik %92.24'lük seviyede 2011-2012 Mart ayları arasında oluşmuştur (Şekil 5.8.3).

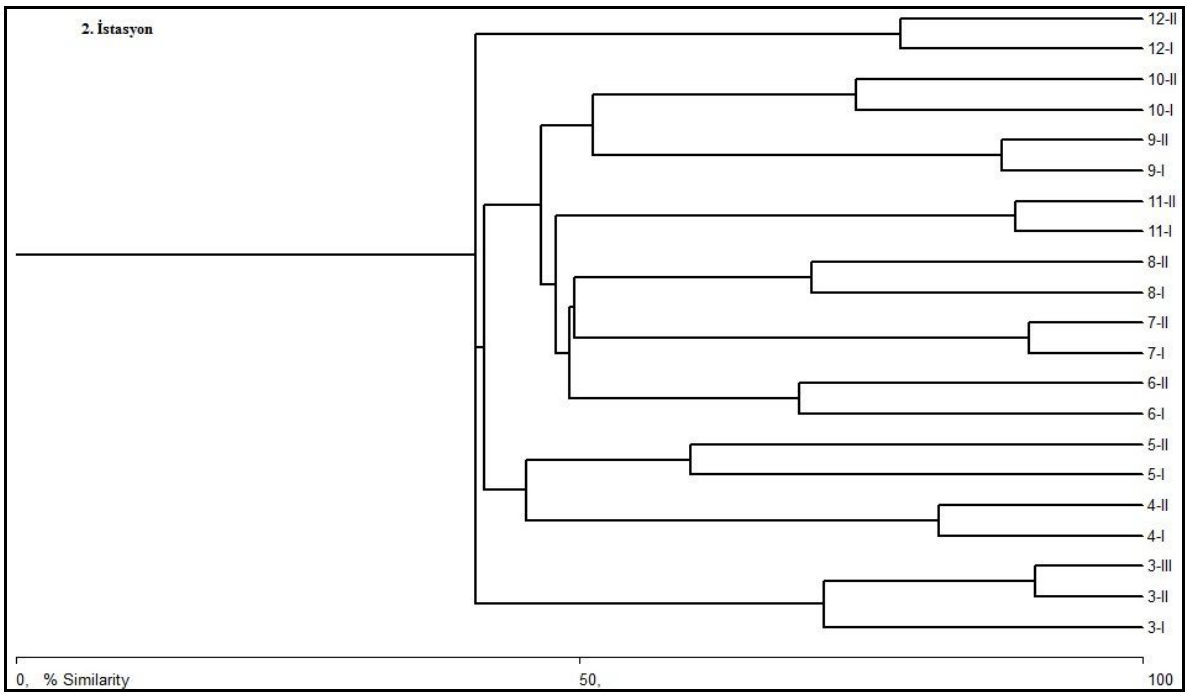
4. İstasyonda %42.97'lik benzerlik seviyesinde 2 grup ayırt edilmektedir. Birinci grup İlkbahar, yaz ve sonbahar örneklerini içermektedir. Bu grup bahar aylarında *Monoraphidium obtusum* ve *Cosmarium lae*ve'in dominantlığı ve *Closteriopsis acicularis* türünün sayısındaki düşüş ile karakterize olmuştur. Sonbahar aylarında ise *Microcystis aeruginosa* türü dominanttır. İkinci grup 2010, 2011 ve 2012 Mart ayı örnekleri ile birlikte 2010-2011 Aralık ayı örneklerini içermektedir. Tüm aylar boyunca en yüksek benzerlik %88.18'lik seviyede 2011 ve 2012 Mart ayları arasında oluşmuştur (Şekil 5.8.4).

5. İstasyonda %41.88'lik benzerlik seviyesinde 2 grup ayırt edilmektedir. Birinci grup 2010-2011 Nisan ve Mayıs ayı örneklerinden oluşmaktadır. Bu grup *Monoraphidium obtusum* ile karakterize olmuştur. İkinci grup %44.29'luk benzerlik seviyesinde tüm mevsim örneklerini kapsamaktadır. Tüm aylar boyunca en yüksek benzerlik %88.18'lik oranı ile 2011 ve 2012 Mart ayları arasında oluşmuştur. Aynı zamanda 2010 ve 2011 yaz ve sonbahar örneklerini *Chlorella vulgaris* türünün varlığı ile karekterize edildiği bulunmuştur (Şekil 5.8.5).

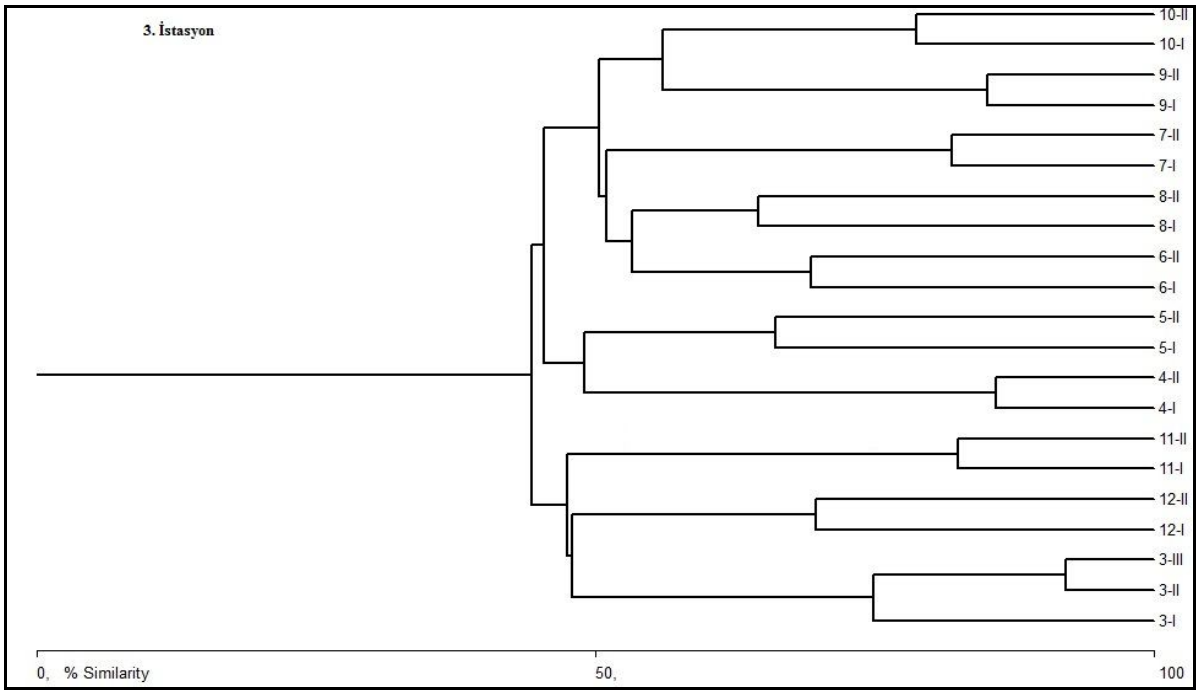
Her istasyon için çıkarılan dendogramlarda aylar rakamlarla (3-Mart, 4-Nisan, 5-Mayıs, 6-Haziran, 7-Temmuz, 8-Ağustos, 9-Eylül, 10-Ekim, 11-Kasım, 12-Aralık) yıllar ise roma rakamları (I-2010, II-2011, III-2012) ile verilmiştir.



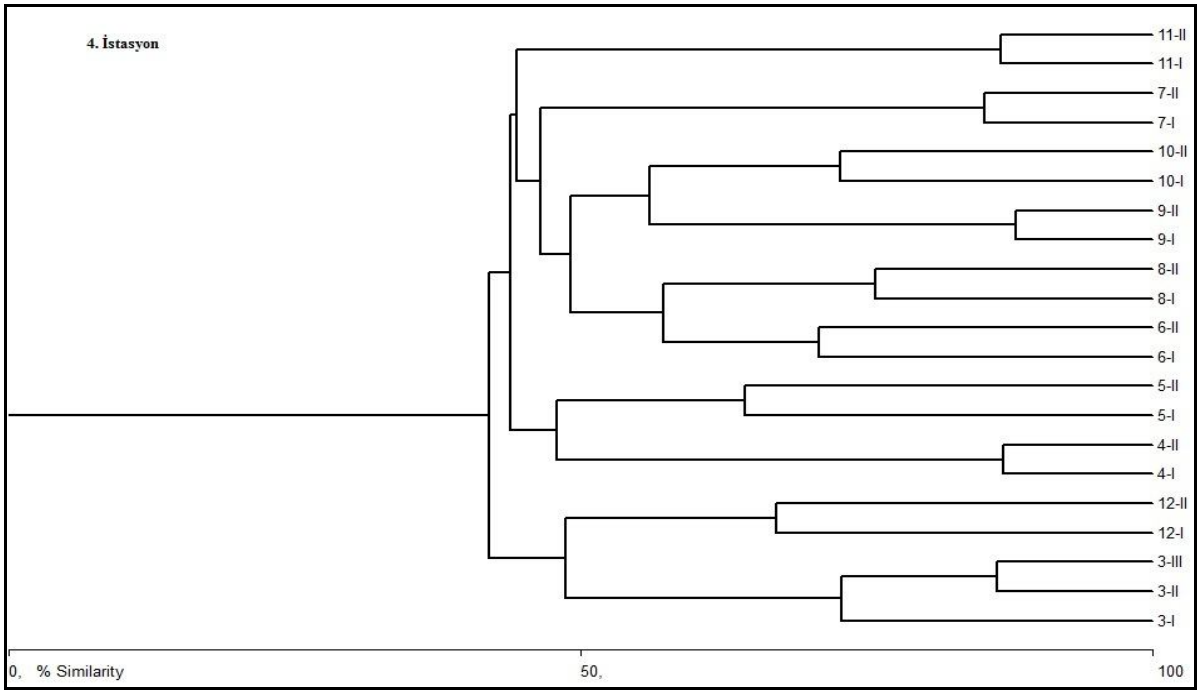
Şekil 5.8.1. Apa Baraj Gölü 1. istasyon fitoplanktonunun Bray-Curtis benzerlik indeksi kullanılarak Kümeleme Analizi ile gruplandırılması (I: 2010, II: 2011 ve III: 2012)



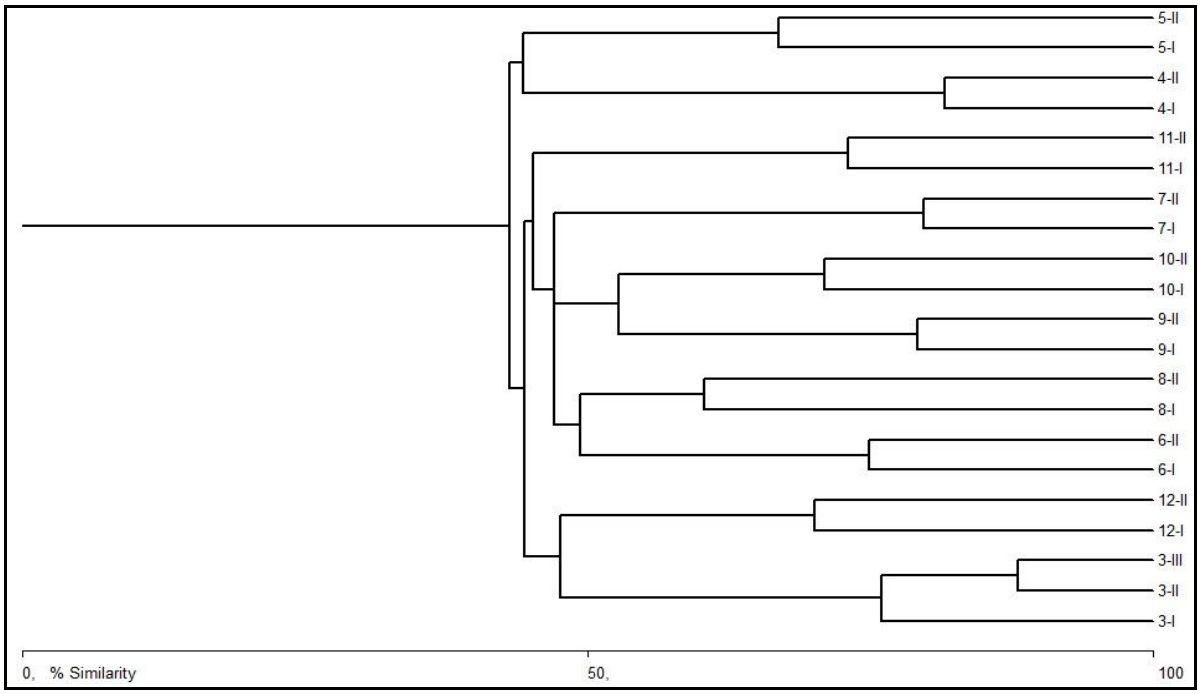
Şekil 5.8.2. Apa Baraj Gölü 2. istasyon fitoplanktonunun Bray-Curtis benzerlik indeksi kullanılarak Kümeleme Analizi ile gruplandırılması (I: 2010, II: 2011 ve III: 2012)



Şekil 5.8.3. Baraj Gölü 3. istasyon fitoplanktonunun Bray-Curtis benzerlik indeksi kullanılarak Kümeleme Analizi ile gruplandırılması (I: 2010, II: 2011 ve III: 2012)



Şekil 5.8.4. Apa Baraj Gölü 4. istasyon fitoplanktonunun Bray-Curtis benzerlik indeksi kullanılarak Kümeleme Analizi ile gruplandırılması (I: 2010, II: 2011 ve III: 2012)



Şekil 5.8.5. Apa Baraj Gölü 5. istasyon fitoplanktonunun Bray-Curtis benzerlik indeksi kullanılarak Kümeleme Analizi ile gruplandırılması (I: 2010, II: 2011 ve III: 2012)

5.9. Shannon-Weaver Çeşitlilik ve Pielou Düzenlilik İndeksi

Araştırma süresince istasyonlar arasında türce en zengin istasyon 2010 Kasım ayında elde edilen 1.77 indeks katsayısı (bits) ile 5. istasyon olmuştur. En düşük indeks değeri ise 2010 Haziran ayında hesaplanmıştır (0.974 bits). Pielou düzenlilik indekslerine göre en yüksek değer 0.95 bits ile 2010 Kasım ayında 5. istasyonda, en düşük değer ise 2010 Haziran ayı 1. istasyonda 0.521 bits olarak kaydedilmiştir (Şekil 5.9.1.1).

5.9.1. İstasyonlara Göre Shannon-Weaver Çeşitlilik ve Düzenlilik İndeksi

1.istasyonda Çeşitlilik indeks değerleri 0.974-1.684 bits aralığında değişmiştir. En yüksek değer 2011 Ekim ayında, en düşük değer ise 2010 Haziran ayında kaydedilmiştir. Pielou düzenlilik indeksi 0.521-0.91 bits aralığında değişmiştir. En yüksek değer 2011 Aralık ayında, en düşük değer ise 2010 Haziran ayında kaydedilmiştir (Şekil 5.9.1.2). Türlerin nisbi bolluğu (düzenlilik) sıfır civarında ise bu düşük çeşitliliği (düzenlilik) ya da yüksek tek tür dominantlığını, 1 civarında ise her türün eşit bolluğunu veya maksimum düzenliliğini gösterir (Routledge, 1980; Alatalo, 1981). Düzenlilik indeksi değişimlerine göre, Haziran 2010'da düzenlilik indeksinin 0'a

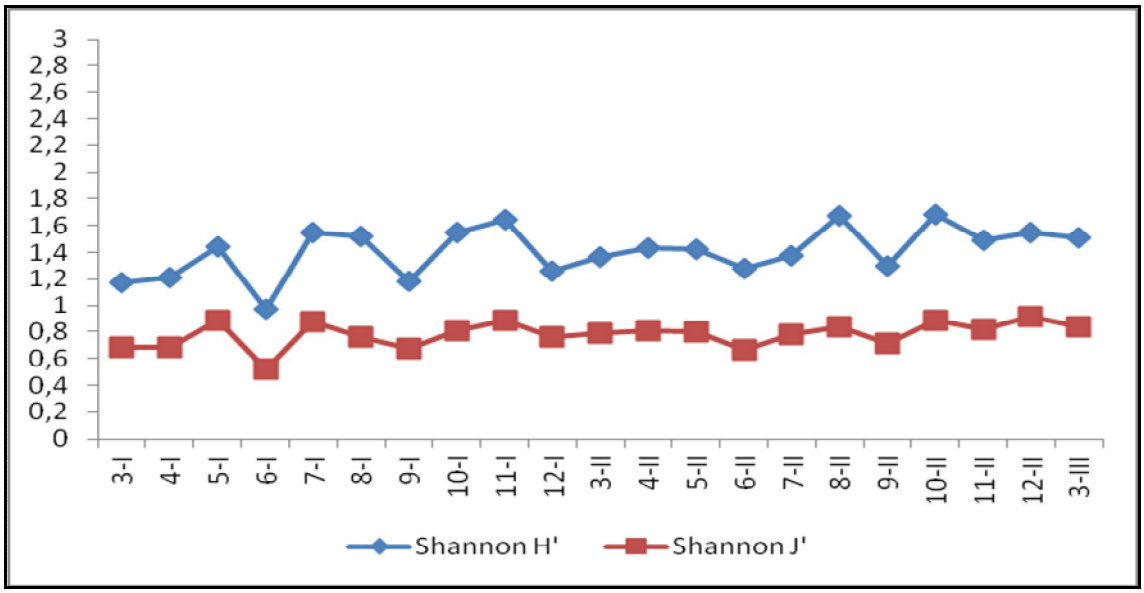
yaklaşması tek bir türün dominant olduğunu göstermektedir. Bu ayda *Chlorella vulgaris* toplam 14461 org/cm^3'ün %55'ini oluşturarak dominant olmuştur. Aralık 2010'da düzeliliğin 1'e yaklaşması tüm türlerin eşit bollukta olduğunu göstermektedir.

2. istasyonda Çeşitlilik indeks değerleri 1.046-1.715 bits aralığında değişmiştir. En yüksek değer 2011 Ağustos ayında, en düşük değer ise 2010 Haziran ayında kaydedilmiştir. Pielou düzenlilik indeksi 0.556-0.911 bits aralığında değişmiştir. En yüksek değer 2010 Kasım ayında, en düşük değer ise 2010 Haziran ayında kaydedilmiştir (Şekil 5.9.1.3). Düzenlilik indeksi değişimlerine göre, Haziran 2010'da düzenlilik indeksinin 0'a yaklaşması tek bir türün dominant olduğunu göstermektedir ve 1. istasyonla benzer bir durum söz konusudur.Bu ayda *Chlorella vulgaris* toplam 14461 org/cm^3'ün %55'ini oluşturarak dominant olmuştur. Kasım 2010'da düzeliliğin 1'e yaklaşması tüm türlerin eşit bollukta olduğunu göstermektedir.

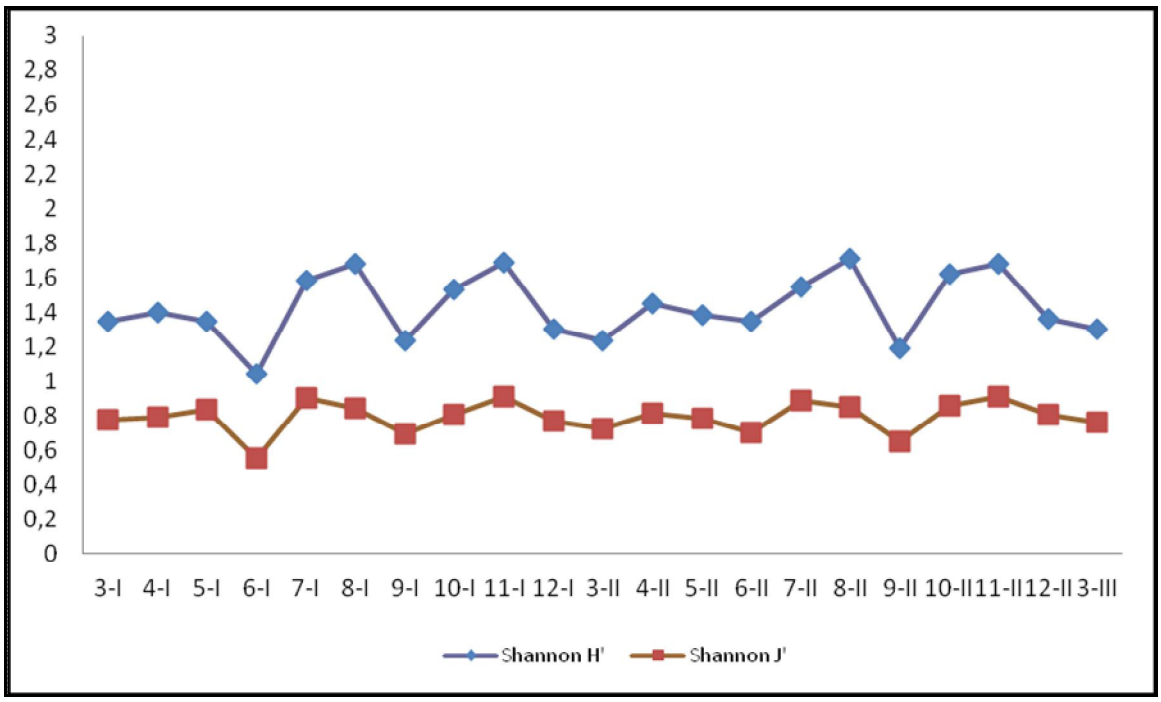
3. istasyonda Çeşitlilik indeks değerleri 1.097 -1.724 bits aralığında değişmiştir. En yüksek değer 2011 Kasım ayında, en düşük değer ise 2010 Haziran ayında kaydedilmiştir. Pielou düzenlilik indeksi 0.885-0.58 bits aralığında değişmiştir. En yüksek değer 2011 Ekim ayında, en düşük değer ise 2010 Haziran ayında kaydedilmiştir (Şekil 5.9.1.4). *Chlorella vulgaris* diğer istasyonlarda olduğu gibi bu istasyonda da dominant olmuştur.

4. istasyonda Çeşitlilik indeks değerleri 1.219 -1.752 bits aralığında değişmiştir. En yüksek değer 2011 Ekim ayında, en düşük değer ise 2010 Haziran ayında kaydedilmiştir. Pielou düzenlilik indeksi 0.644-0.935 bits aralığında değişmiştir. En yüksek değer 2011 Kasım ayında, en düşük değer ise 2010 Haziran ayında kaydedilmiştir (Şekil 5.9.1.4). *Chlorella vulgaris* diğer istasyonlarda olduğu gibi bu istasyonda da dominant olmuştur.

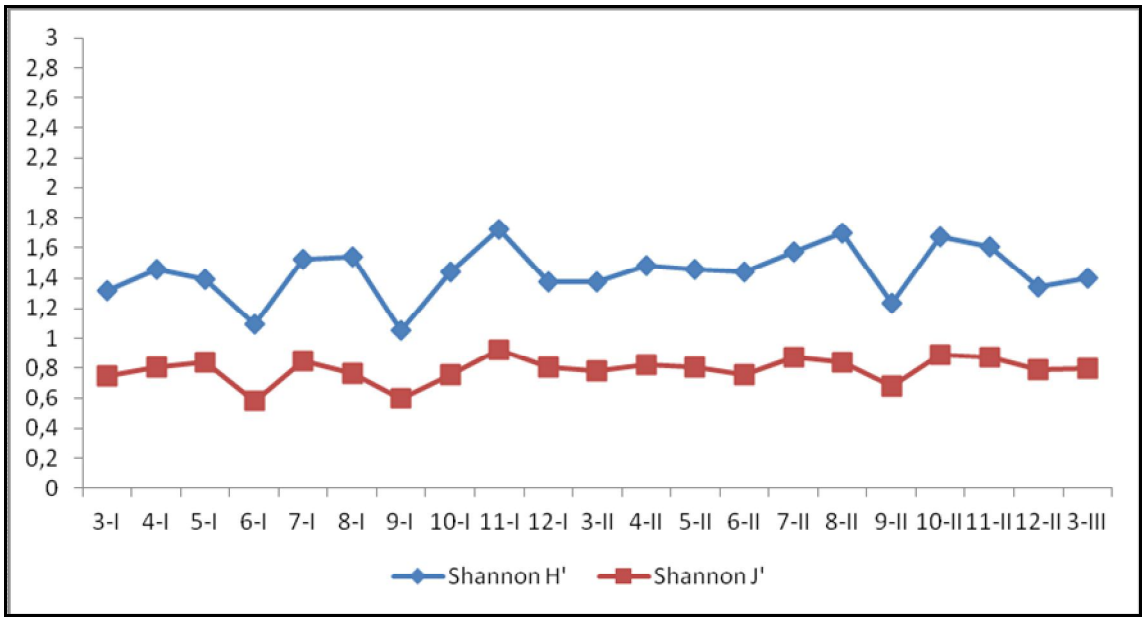
5. istasyonda Çeşitlilik indeks değerleri 1.077 -1.77 bits aralığında değişmiştir. En yüksek değer 2010 Kasım ayında, en düşük değer ise 2010 Haziran ayında kaydedilmiştir. Pielou düzenlilik indeksi 0.599-0.95 bits aralığında değişmiştir. En yüksek değer 2010 Kasım ayında, en düşük değer ise 2010 Haziran ayında kaydedilmiştir (Şekil 5.9.1.4). *Chlorella vulgaris* diğer istasyonlarda olduğu gibi bu istasyonda da dominant olmuştur.



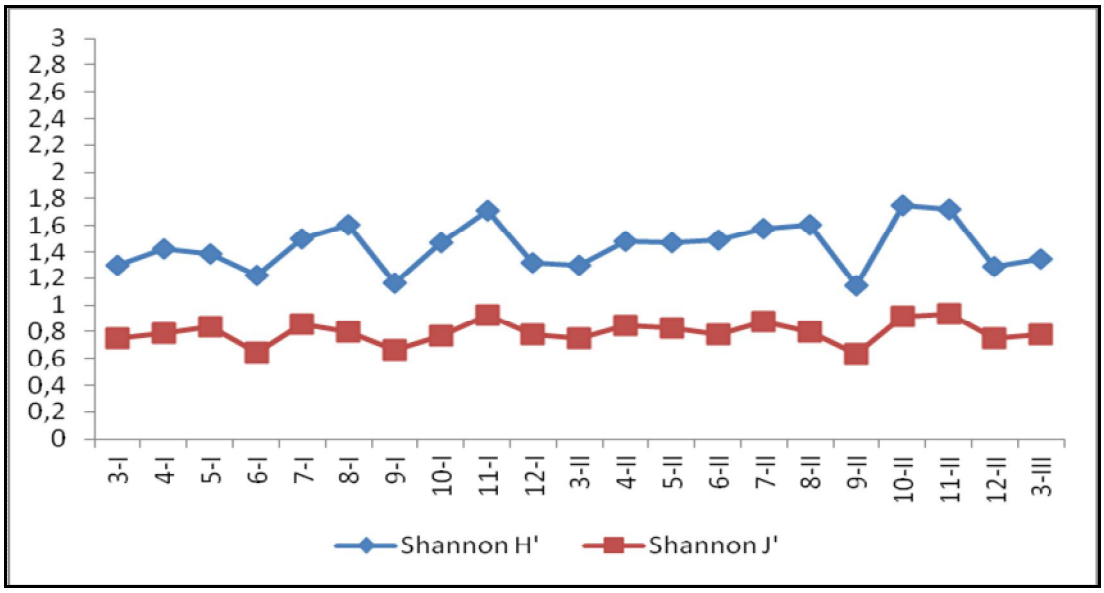
Şekil 5.9.1.2. Apa Baraj Gölü 1. İstasyon fitoplanktonunun Shannon-Weaver Çeşitlilik ve Düzenlilik İndeksi (I: 2010, II: 2011 ve III: 2012)



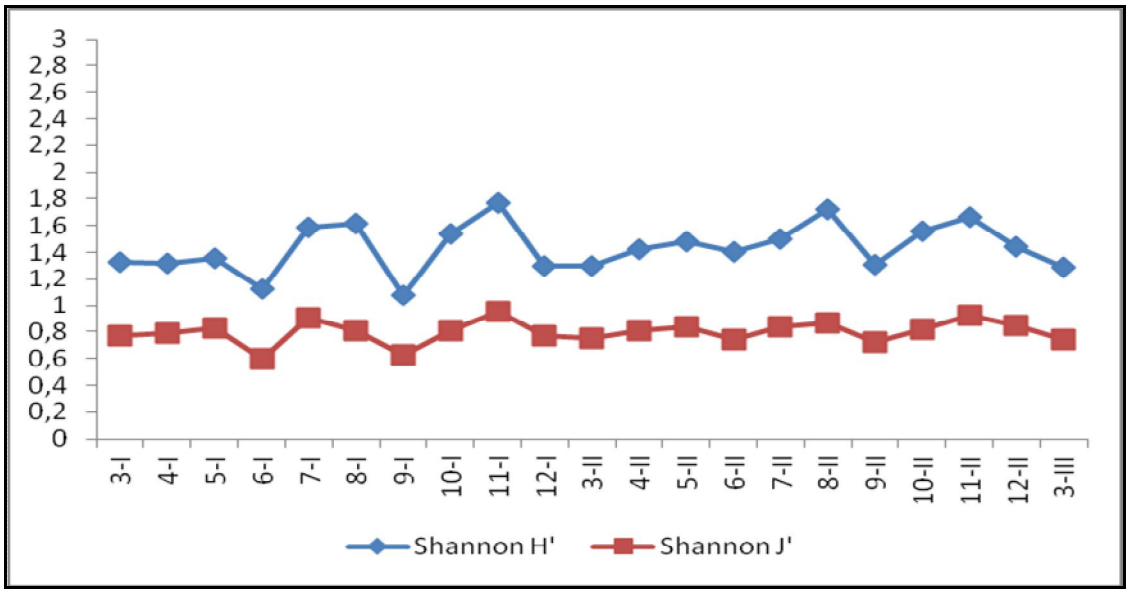
Şekil 5.9.1.3. Apa Baraj Gölü 2. İstasyon fitoplanktonunun Shannon-Weaver Çeşitlilik ve Düzenlilik İndeksi (I: 2010, II: 2011 ve III: 2012)



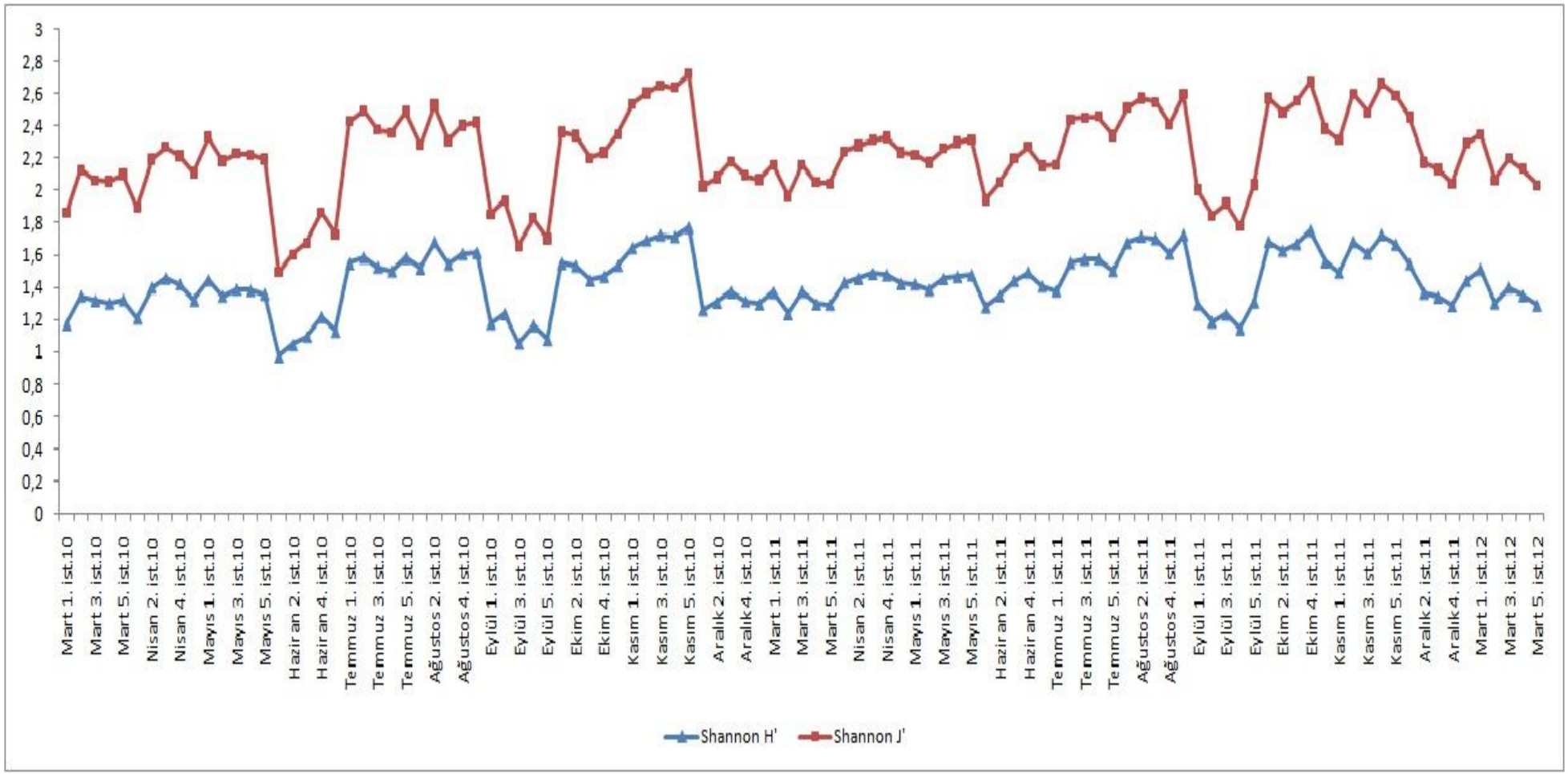
Şekil 5.9.1.4. Apa Baraj Gölü 3. İstasyon fitoplanktonunun Shannon-Weaver Çeşitlilik ve Düzenlilik İndeksi (I: 2010, II: 2011 ve III: 2012)



Şekil 5.9.1.5. Apa Baraj Gölü 4. İstasyon fitoplanktonunun Shannon-Weaver Çeşitlilik ve Düzenlilik İndeksi (I: 2010, II: 2011 ve III: 2012)



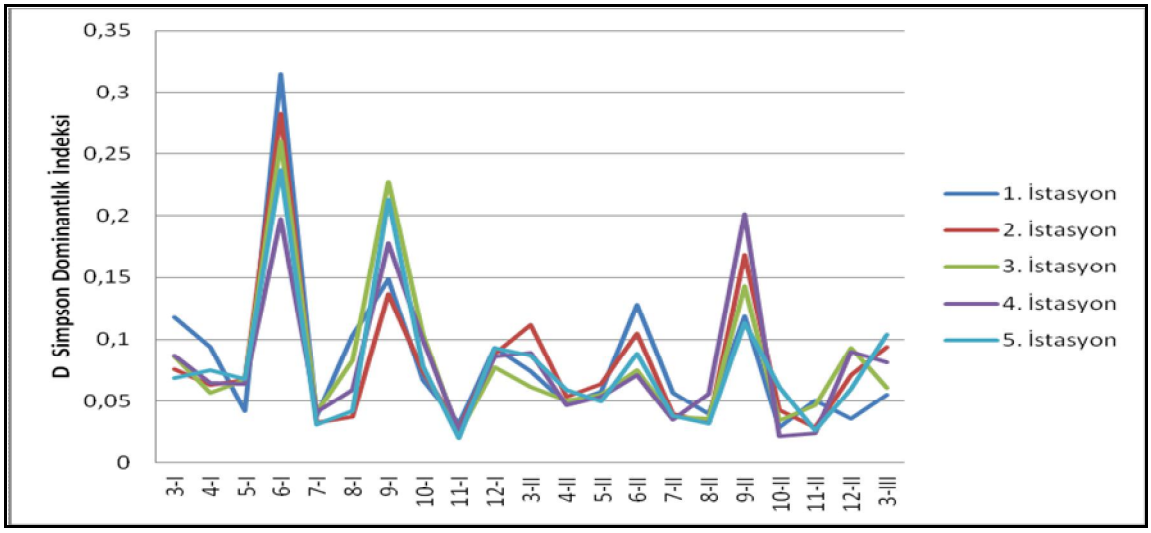
Şekil 5.9.1.6. Apa Baraj Gölü 5. İstasyon fitoplanktonunun Shannon-Weaver Çeşitlilik ve Düzenlilik İndeksi



Şekil 5.9.1.1. Apa Baraj Gölü'nde örnekleme istasyonlarında Shannon-Weaver çeşitlilik (H') ve Pielou düzenlilik (J') indeksi

5.10. Simpson Dominantlık İndeksi (D)

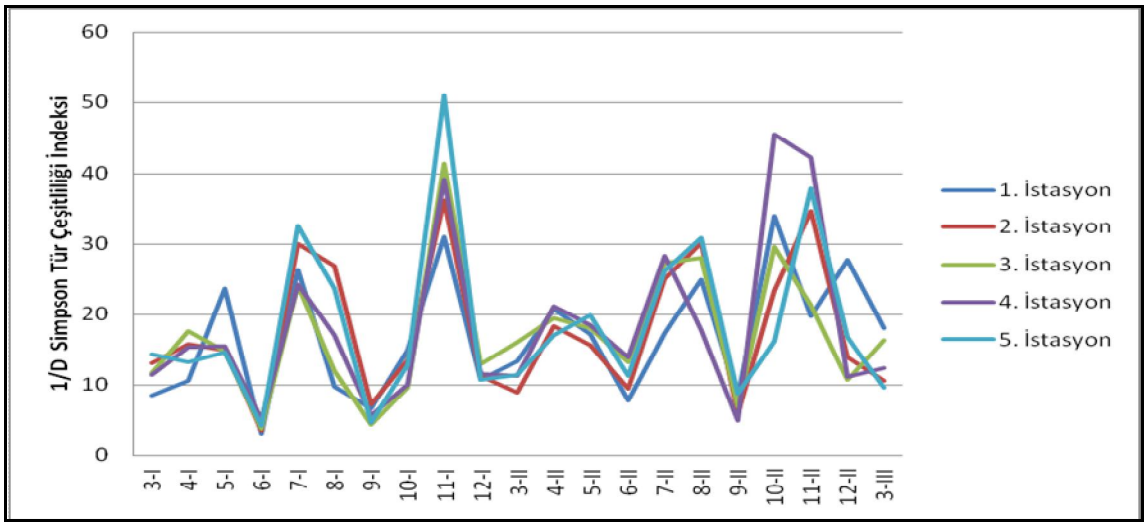
Arazi süresince en düşük simpson dominantlık indeksi 2011 Kasım ayı 5. istasyonda 0,026 olarak hesaplanmıştır. En Yüksek simpson dominantlık indeksi ise 2010 Haziran ayı 5. istasyonda 0.237 olarak hesaplanmıştır (Şekil 5.10.1).



Şekil 5.11.1. Apa Baraj Gölü'nde örnekleme istasyonlarında Simpson dominatlık indeksi

5.11. Simpson tür çeşitliliği indeksi (1/D)

Arazi süresince en düşük simpson tür çeşitliliği indeksi 2010 Haziran ayı 1. istasyonda 3.172 olarak hesaplanmıştır. En Yüksek simpson tür çeşitliliği indeksi ise 2011 Kasım ayı 5. istasyonda 50.976 olarak hesaplanmıştır (Şekil 5.11.1).



Şekil 5.11.1. Apa Baraj Gölü'nde örnekleme istasyonlarında Simpson tür çeşitliliği indeksi

5.12. Fiziko-Kimyasal Parametrelerin ve Alg Gruplarının PCA Analizi ile Değerlendirilmesi

Apa Baraj Gölü'nde uygulanan PCA analizine göre fitoplankton biyoması ile fiziko-kimyasal parametrelerin birbirleriyle olan ilişkileri belirlenmiştir. Bu ilişkiler Çizelge 5.12.1 "Pearson Corelasyon Matrix" çizelgesinde de gösterilmiştir. Çizelgede $p<0.05$ ve $p<0.01$ önem düzeylerine göre fitoplankton biyoması ile fiziko-kimyasal parametrelerin birbirleriyle pozitif veya negatif ilişkileri ve bu ilişkilerin önem düzeyleri görülmektedir. Çizelge 5.12.1'e göre;

Çizelgenin tamamı pozitif yönde bir korelasyon olduğunu göstermektedir. İstatistikî olarak 0.70 üzerinde olan ilişkiler güçlü olarak değerlendirilir.

Su sıcaklığının askıda katı madde, amonyum ve magnezyum ile olan ilişkisi önem düzeyinin altındadır ancak diğer parametrelerle olan ilişkisi ise $p<0.01$ önem düzeyinde pozitiftir. Çizelgede, sıcaklığın $p<0.01$ önem düzeyinde pozitif olarak en fazla birbirleriyle ilişkili olan parametreler sırasıyla; bulanıklık, nitrat, toplam fosfat, klorofil-*a* ve *Chlorophyta* olduğu belirlenmiştir. Fitoplankton biyoması ile ilişkisi *Chlorophyta*, Euglenophya ve *Cyanobacteria* $p<0.01$ önem düzeyinde pozitif olup, 0.70 üzerinde olduğu için güçlü bir ilişki gösterdiği söylenebilir.

pH'ın askıda katı madde, amonyum ve magnezyum ile olan ilişkisi önem düzeyinin altındadır ancak diğer parametrelerle olan ilişkisi ise $p<0.01$ önem düzeyinde pozitiftir. Çizelgede, pH'ın $p<0.01$ önem düzeyinde pozitif olarak en fazla birbirleriyle ilişkili olan parametreler sırasıyla; potasyum, çözünmüş oksijen ve nitrit olduğu belirlenmiştir. Fitoplankton biyoması ile ilişkisi $p<0.01$ önem düzeyinde olmasına rağmen 0.70 üzerinde olmadığı için güçlü bir ilişki olmadığı söylenebilir.

Çözünmüş oksijenin, askıda katı madde ve magnezyum ile olan ilişkisi önem düzeyinin altındadır. Amonyum ile olan ilişkisi $p<0.05$ önem düzeyinde pozitiftir ve diğer parametrelerle olan ilişkisi ise $p<0.01$ önem düzeyinde pozitiftir. Çizelgede, çözünmüş oksijenin $p<0.01$ önem düzeyinde pozitif olarak en fazla birbirleriyle ilişkili olan parametreler sırasıyla; potasyum ve nitrit olduğu belirlenmiştir. Fitoplankton biyoması ile ilişkisi $p<0.01$ önem düzeyinde olmasına rağmen 0.70 üzerinde olan *Chlorophyta* ve *Cyanobacteria*'dır.

Elektriksel iletkenliği (EC), askıda katı madde, amonyum, klorür, magnezyum ve *Euglenophyta* ile olan ilişkisi önem düzeyinin altındadır. *Heterokontophyta* ve *Cyanobacteria* ile olan ilişkisi $p<0.05$ önem düzeyinde pozitiftir ve diğer parametrelerle

olan ilişkisi ise $p<0.01$ önem düzeyinde pozitiftir. Çizelgede, Elektriksel iletkenliğinin (EC) $p<0.01$ önem düzeyinde pozitif olarak en fazla birbirleriyle ilişkili olan parametreler sırasıyla; bulanıklık, sülfat ve klorofil-*a* olduğu belirlenmiştir. Fitoplankton biyomasından sadece *Chlorophyta* ile ilişkisi $p<0.01$ önem düzeyinde pozitif olmasına rağmen, 0.70 üzerinde olmadığı için güçlü bir ilişki göstermediği söylenebilir.

Bulanıklık sadece AKM ile olan ilişkisi önem düzeyinin altındadır. Magnezyum ile olan ilişkisi $p<0.05$ önem düzeyinde pozitiftir ve diğer parametrelerle olan ilişkisi ise $p<0.01$ önem düzeyinde pozitiftir. Çizelgede, bulanıklığın $p<0.01$ önem düzeyinde pozitif olarak en fazla birbirleriyle ilişkili olan parametreler sırasıyla; sülfat, klorofil-*a* ve kalsiyum olduğu belirlenmiştir. Fitoplankton biyoması ile ilişkisi $p<0.01$ önem düzeyinde pozitif olmasına rağmen, *Heterokontophyta* ve *Chlorophyta* 0.70 üzerinde olduğu için güçlü bir ilişki gösterdiği söylenebilir.

Toplam fosfat magnezyum ile olan ilişkisi $p<0.05$ önem düzeyinde pozitiftir ve diğer parametrelerle olan ilişkisi ise $p<0.01$ önem düzeyinde pozitiftir. Çizelgede, toplam fosfatın $p<0.01$ önem düzeyinde pozitif olarak en fazla birbirleriyle ilişkili olan parametreler sırasıyla; nitrat, *Chlorophyta* ve Caynobacteria olduğu belirlenmiştir. Fitoplankton biyoması ile ilişkisi $p<0.01$ önem düzeyinde pozitif olup, 0.70 üzerinde olduğu için güçlü bir ilişki gösterdiği söylenebilir.

Nitratın magnezyum ile olan ilişkisi önem düzeyinin altındadır ancak diğer parametrelerle olan ilişkisi ise $p<0.01$ önem düzeyinde pozitiftir. Çizelgede, nitratın $p<0.01$ önem düzeyinde pozitif olarak en fazla birbirleriyle ilişkili olan parametreler sırasıyla; *Chlorophyta*, *Euglenophyta* ve *Cyanobacteria* olduğu belirlenmiştir. Fitoplankton biyoması ile ilişkisi $p<0.01$ önem düzeyinde pozitif olup, *Heterokontophyta* hariç diğerleri 0.70 üzerinde olduğu için güçlü bir ilişki gösterdiği söylenebilir.

Sülfatın magnezyum ile ilişkisi önem düzeyinin altındadır ancak kalsiyum ile olan ilişkisi ise $p<0.01$ önem düzeyinde pozitiftir hem de çok güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir.

Klorofil-*a*'nın magnezyum ve *Euglenophyta* ile olan ilişkisi $p<0,05$ önem düzeyinde pozitiftir ve diğer parametrelerle olan ilişkisi ise $p<0,01$ önem düzeyinde pozitiftir. Fitoplankton biyoması ile ilişkisi *Heterokontophyta* ve *Chlorophyta* $p<0.01$ önem düzeyinde pozitif olup, 0.70 üzerinde olduğu için güçlü bir ilişki gösterdiği söylenebilir.

Çizelge 5.12.1. Fiziko-kimyasal ve biyolojik parametrelerin birbirleriyle olan ilişkisini gösteren Pearson Korelasyon Matrix tablosu

	SuSıcaklığı	pH	Ç.O	EC	Bulanıklık	BOI	AKM	Amonyum	TP	Cl^-	NO_3^-	NO_2^-	K^+	SO_4^{-2}	Kl-*a*	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Hetero	Chloro	Eugleno	Cyano
SuSıcaklığı	1																				
pH	,767(**)	1																			
Ç.O	,855(**)	,974(**)	1																		
EC	,856(**)	,738(**)	,776(**)	1																	
Bulanıklık	,940(**)	,780(**)	,855(**)	,943(**)	1																
BOI	,659(**)	,554(**)	,689(**)	,664(**)	,796(**)	1															
AKM	0,203	0,195	0,332	0,228	0,377	,860(**)	1														
Amonyum	0,382	0,326	,474(*)	0,365	,528(**)	,934(**)	,982(**)	1													
TP	,925(**)	,692(**)	,828(**)	,717(**)	,836(**)	,744(**)	0,409	,567(**)	1												
Cl^-	,778(**)	,570(**)	,691(**)	0,363	,575(**)	,483(*)	0,22	0,371	,876(**)	1											
NO_3^-	,935(**)	,715(**)	,823(**)	,645(**)	,785(**)	,585(**)	0,207	0,381	,962(**)	,943(**)	1										
NO_2^-	,881(**)	,977(**)	,990(**)	,798(**)	,859(**)	,611(**)	0,209	0,362	,818(**)	,691(**)	,839(**)	1									
K^+	,867(**)	,981(**)	,991(**)	,832(**)	,876(**)	,647(**)	0,253	0,4	,801(**)	,633(**)	,800(**)	,995(**)	1								
SO_4^{-2}	,896(**)	,811(**)	,845(**)	,938(**)	,978(**)	,708(**)	0,269	,416(*)	,727(**)	,478(*)	,705(**)	,861(**)	,880(**)	1							
Kl-*a*	,911(**)	,763(**)	,829(**)	,908(**)	,989(**)	,789(**)	0,378	,525(*)	,778(**)	,543(**)	,743(**)	,832(**)	,849(**)	,986(**)	1						
Ca^{+2}	,787(**)	,642(**)	,737(**)	,812(**)	,928(**)	,914(**)	,626(**)	,735(**)	,716(**)	,457(*)	,623(**)	,702(**)	,733(**)	,902(**)	,951(**)	1					
Mg^{+2}	0,243	0,226	0,362	0,259	,418(*)	,881(**)	,998(**)	,987(**)	,430(*)	0,244	0,236	0,242	0,285	0,317	,427(*)	,669(**)	1				
Heterokontophyta	,632(**)	,508(*)	,662(**)	,510(*)	,710(**)	,966(**)	,872(**)	,947(**)	,768(**)	,618(**)	,641(**)	,578(**)	,594(**)	,604(**)	,708(**)	,844(**)	,893(**)	1			
Chlorophyta	,909(**)	,684(**)	,805(**)	,606(**)	,757(**)	,608(**)	0,264	,431(*)	,971(**)	,957(**)	,996(**)	,811(**)	,772(**)	,661(**)	,709(**)	,609(**)	0,289	,676(**)	1		
Euglenophyta	,759(**)	,549(**)	,665(**)	0,339	,537(**)	,427(*)	0,164	0,315	,862(**)	,997(**)	,937(**)	,673(**)	,611(**)	,438(*)	,498(*)	0,398	0,185	,565(**)	,951(**)	1	
Cyanobacteria	,869(**)	,670(**)	,785(**)	,516(*)	,699(**)	,564(**)	0,244	0,407	,936(**)	,985(**)	,985(**)	,790(**)	,742(**)	,610(**)	,663(**)	,565(**)	0,271	,660(**)	,991(**)	,978(**)	1

Hetero: Heterokontophyta **Chloro**: Chlorophyta **Eugleno**: Euglenophyta **Cyano**: Cyanobacteria

** p< 0,01, * p<0,05

6. TARTIŞMA

Sucul ekosistemlerin ekolojik koşulları yerleşik yaşayan canlı organizma topluluklarını araştırarak tespit edilebilir. Çünkü her sucul organizmanın kendi habitat tercihleri vardır ve yaşamak için en iyi koşulları seçerler (Wetzel, 1983; Rosenberg ve Resh, 1993; Kazancı ve ark., 1997).

Bentik algler nehir ve göl ekosistemlerinin en önemli üyeleridir ve oldukça zengin tür çeşitliliğine sahiptir (Kingston ve ark., 1983; Gosh ve Gaur, 1991). Bentik alg topluluğunda ise en zengin tür çeşitliliğini diyatomeler göstermektedir (Çetin ve ark., 2002; Soininen, 2004). Çevre değişkenleri ve su kalitesinin belirlenmesi ile ilgili bir gözlem aracı olarak bu organizmalar kullanılırlar (Prygiel ve ark., 2002). Bu yüzden bu tip canlılara biyoindikatör denir. Kısaca biyoindikatör tanımı, bir biyotoptaki varlığı ile o çevrenin özelliklerinin tanınmasında kolaylık sağlayan türlere denir. Biyolojik indikatör olarak kullanılabilecek organizmalar bakteriler, *Protozoa*, bentik algler, taban büyük omurgasızları, makrofitler ve balıklardır (Kazancı ve ark., 1997).

Bentik ve planktonik algler su kirlilik derecelerinin belirlenmesinde indikatör olarak yol gösterici oldukları için, sucul besin zincirinde ilk halkayı oluşturan alglerin kompozisyonu, yoğunluğu, mevsimsel değişimleri ile bu değişimi etkileyen fiziksel ve kimyasal faktörler gibi ekolojik şartların belirlenmesi gerekir. Bu amaçla, Apa Baraj Gölü'nün kıyı bölgesi alg komünitesi belirlenerek, hem biyolojik yönden hem de fizikokimyasal analizler yapılarak gölün trofik durumu ve suyun kalitesi belirlenmiştir.

Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi fitoplanktonu, bentik algleri (epipelik, epilitik ve epifitik) ve mevsimsel değişimi üzerinde fiziksel faktörlerden ışık ve sıcaklık etkili olmuştur. Genel olarak ilkbahar aylarından itibaren ışığın artmasıyla fitoplanktonun çoğalmaya başladığı ve bu devrede diyatomelerin iyi geliştiği belirtilmiştir (Tanyolaç, 2009). Kritik bir faktör olan ışık göllerdeki fitoplankton üretimi ve tür kompozisyonunu etkiler. Çoğu türlerin bollukları aydınlanmanın çok olduğu epilimnionda en fazla iken, algal flagellatları içeren diğer türler daha derin sulara adapte olurlar (Lund ve Reynolds, 1982).

Işıkla birlikte sıcaklık, fotosentezin ve fitoplanktonun gelişmesi için birbirini tamamlayan iki önemli fiziksel faktördür. Genellikle diyatome türleri az ışık ve düşük sıcaklığı tercih eder. *Chlorophyta* üyeleri ise yüksek sıcaklığı severken Volvocales üyeleri soğuk suları sever (Hutchinson, 1967). Reynolds (1993)'a göre alglerin gelişmeleri için optimum sıcaklık 25 ºC'dir. Fakat bazı alg türleri daha düşük veya daha

yüksek sıcaklıkları tercih etmektedir. 10- 30 ºC'lik sıcaklık aralığı genel olarak alglerin tolerans gösterdikleri sıcaklıklardır. Sıcaklık sudaki biyolojik, kimyasal ve fiziksel aktiviteleri etkiler, birçok değişkenin konsantrasyonunu değiştirir. Sıcaklıkla birlikte ortamdaki organizmaların metabolik hızı ve solunum hızı yükselir, böylece oksijen tüketimi çoğalır. Kış aylarında sıcaklığın ve güneş ışığının az olması nedeniyle algler daha az ürerler, biomasları da azalır. Bahar aylarıyla birlikte sıcaklığın ve ısıma süresinin artması ile bakteri faaliyeti sonucu ayrışan besin maddelerinin inorganik maddelere dönüşmesi nedeniyle, fitoplanktonik organizmalar çoğalmaya başlarlar. Yaz aylarının sonuna doğru besin tuzlarının tükenmesiyle gelişme yavaşlar. Hatta bazı türler ortadan kalkabilir (Reynolds, 1993). Fogg ve Thake (1987), ılıman göllerin fitoplanktonunun genellikle kış aylarında düşük olduğunu, besleyici elementlerin yeterli olması durumunda bile düşük sıcaklığın ve düşük ışık şiddetinin sınırlayıcı olduğunu belirtmişlerdir. SKKY (2008)'ye göre, Apa Baraj Gölü ortalama su sıcaklığı değeri I. sınıf su kalitesindedir. Mevsimsel olarak değerlendirildiğinde, yaz ayları su sıcaklığı II. su kalite sınıfına girmektedir. Böylece Apa Baraj Gölü'nde de kış aylarında fitoplankton miktarının düşük olduğu, yaz aylarında ise fitoplankton miktarının arttığı sıcaklık değişimleri ile parelel olduğu görülmüştür. Diyatomelerin çoğunluğunun ilkbaharda, *Chlorophyta* ve *Cyanobacteria* üyelerinin yazın daha çok bulunuşları sıcaklığın önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Örneğin Apa Baraj Gölü'nde mavi-yeşil alglerden *Microcystis aeruginosa* ve *Chlorophyta*'dan *Chlorella vulgaris* türlerinin su sıcaklığının ortalama 21-27 ºC arasında olduğu Haziran-Eylül aylarında artış gösterdiği, artan su sıcaklığının bu alglerin gelişmelerini desteklediği görülmüştür. Apa Baraj Gölü'nde *Chlorophyta* ve *Cyanobacteria* üyelerinin yaz aylarında çoğalmış olması bu durumu desteklemektedir. Buna benzer sonuçlar yurdumuzda araştırılan Keban Baraj Gölü (Çetin ve Şen, 1997), Sarıyar Baraj Gölü (Atıcı, 2004) ve Derbent Baraj Gölü (Taş, 2003), Yedikır Baraj Gölü (Maraşlıoğlu, 2007), Tatlı Gölü (Soylu ve ark., 2007), Kaz Gölü (Zaim, 2007), Sarımsaklı Baraj Gölü (Sezen, 2008) ve Çambaşı Göleti (Topkara, 2011)'nde de tespit edilmiştir.

Apa Baraj Gölü suyunun şeffaflığı ve rengi çalışma periyodu süresince biyomasa bağlı olarak çoğu zaman mavi ve yeşil renkte görülmüştür. Özellikle yağışlı mevsimlerde planktonik organizmaların aşırı çoğaldığı dönemlerde bulanık olmuştur. Suyun şeffaflığı fitoplankton yoğunluğundan etkilense de, çamur ve organik enkazın suya karışmasının ve rüzgarlarla karıştırılmasının da etkili olduğu belirtilmiştir (Temponeras ve ark., 2000). Sulardaki bulanıklık öncelikle fitoplankton çoğalımını,

dolayısıyla da besin zincirini engellemektedir. Suat Uğurlu Baraj Gölü'nde yapılan bir araştırmada; fitoplanktonda *Asterionella formosa*, *Pediastrum simplex*, *Pandorina morum*, *Dinobryon sertularia*, *Ceratium hirundinella* ve *Pediastrum bipes* gibi büyük hacimli organizmaların aşırı çoğalmaları ve buna paralel olarak zooplankton artışının da olması, ışık geçirgenliğini azalttığı belirtilmiştir (Yazıcı ve Gönülol, 1994). Sularda 25 mg/l'nin altındaki değer normal temiz su olarak kabul edilir. 25-80 mg/l arasındaki süspansiyon halde madde bulunduran suların verimi düşmeye başlar. 80-400 mg/l arasında balık sayısı belli bir şekilde azalır. 400 mg/l'nin üzerinde ise balık verimi son derece düşüktür (Egemen ve Sunlu, 1999). Apa Baraj Gölü'nde yaptığımız ölçümlerde en yüksek bulanıklık değeri 2010 Eylül ayında 74.5 NTU olarak ölçülmüştür. En düşük ölçüm ise 2010 Temmuz ayında 1.02 NTU olarak ölçülmüştür. Apa Baraj Gölü'nde aylık bulanıklık değişimleri mevsim değişimleri ile paralellik göstermiştir. Eylül ayında diğer aylara göre yüksek çıkması *Microcystis aeuroginosa*'nın fazla çoğalmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca araştırma alanımızda ışık geçirgenliğinin azaldığı aylarda *Asterionella formosa*, *Pediastrum simplex* ve *Pandorina morum* türlerinin sayılarında artış olmuştur. Araştırma süresi boyunca ortalama değer olarak 20.52 NTU ölçülmüştür. Çizelge 2.3.2'ye göre bulanıklık açısından oligotrof özellik göstermekte, Egemen ve Sunlu'ya göre (1999) de temiz su sınıfına girmektedir, ancak dönem dönem 25-80 mg/l arasında da olmuştur bu değişim mevsim değişimleri ile açıklanabilir. Ayrıca TS 266 (2005)'ya göre maksimum sınır değerlerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Sucul canlılar için yaşamsal önemi olan çözünmüş oksijen, sıcaklığın yanında bitkilerin fotosentez hızına ve göllerin trofik düzeyine bağlı olarak farklılık gösterir. Suyun oksijen tutma kapasitesi sıcaklık, basınç ve su içinde erimiş halde bulunan tuzlardan etkilenmektedir.

Algler fotosentez sırasında oksijen üretirken, solunum sırasında oksijen tüketirler (Jones-Lee ve Lee, 2005). Apa Baraj Gölü yüzey suyunda en yüksek sıcaklık Temmuz 2011 de 5. istasyonda 28.4°C iken, en düşük çözünmüş oksijen değeri 4.36 mg/l olarak, en düşük sıcaklık Aralık 2010 da 4. İstasyonda 4.5 °C'de iken çözünmüş oksijen miktarı 9.9 mg/l olarak ölçülmüştür. Çözünmüş oksijen miktarının sıcaklıkla ters orantılı olduğu ve sıcaklık arttıkça çözünmüş oksijen miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Araştırma alanında ortalama sıcaklık değeri 16.33 °C ölçülürken, ortalama çözünmüş oksijen değeri 8.59 mg/l olarak ölçülmüştür. SKKY (2008)'ye göre, su kalitesi çözünmüş oksijen yönünden I.sınıf su kalitesi, ancak ötrofikasyon sınır değerleri (Çizelge 6. 1) üzerinde olduğu görülmüştür. Ayrıca organik kirlilik derecesi bakımından

(Barlas, 1995) az kirlenmiş ve I-II. kalite sınıfı grubundadır. Kirlenmemiş doğal sularda oksijen konsantrasyonu genellikle 10 mg/l dolayındadır (Anonim, 1998). Sularda biyolojik solunum ve çeşitli organizmaların bozunması çözünmüş oksijen miktarını düşürür. Oksijen konsantrasyonu 5 mg/l'nin altına düştüğü zaman biyolojik toplulukların yaşam fonksiyonları düşmektedir (Şişli, 1999).

Sudaki biyolojik aktivitelerin bir göstergesi olan $BOİ_5$ değerleri Apa Baraj Gölü'nde en yüksek 2010 Eylül ayında 67 mg/l olarak ölçülmüştür. En düşük değeri ise, 2010 Kasım ayında 1.56 mg/l olarak ölçülmüştür. Ortalama değer olarak 10.35 ölçülmüştür. SKKY (2008)'ye göre, Apa Baraj Gölü III. su kalite sınıfına girmektedir. Organik kirlilik derecesi (Barlas, 1995) bakımından ise çok kirli ve kalite sınıfı III şeklinde değerlendirilmiştir (Çizelge 6. 1).

Suyun asitlik özelliğinin bir göstergesi olan pH, canlı yaşamını etkileyen önemli faktörlerdendir. Bir gölün florası suyun pH'sından çok etkilenir. Herhangi bir şekilde kirletilmemiş olan göl sularında pH değeri 6–9 arasında değişir (Tanyolaç, 2009). Araştırma alanında örnekleme yapılan ayların pH değeri 7.83-9.66 arasında olup, ortalama pH 8.49'dur. Bu değer gölün bazik özellikte olduğunu göstermektedir. SKKY (2008)'ye göre, I-III. su kalite sınıfına girmektedir. Ötrofikasyon sınır değerleri arasında olduğu görülmüştür. Ayrıca TS 266 (2005)'ya göre sınır değerlerinin arasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6. 1). Bu sonuçlar doğrultusunda Apa Baraj Gölü'nün pH yönünden su kalitesi ve biyolojik aktivitesi uygun olduğu tespit edilmiş ve balık üretimi için de elverişli olduğu belirlenmiştir.

İç Anadolu Bölgesi'nde araştırılan göllerde ölçülen pH değerleri göllerimizin genel olarak hafif alkali veya alkali özellikte olduğunu göstermektedir (Elmacı ve Obalı 1992; Kılınç 1998; Akköz ve ark 2000; Akköz ve Güler 2004; Baykal ve Açıkgöz 2004; Akköz ve ark., 2006; Akköz ve Yılmaz 2009). Çok az alg türü pH 3.5'dan düşük olan sularda yaşar. Buralarda flora nicel bakımdan zengin ise de nitel (tür çeşitliliği) bakımdan fakirdir. Alkalinite diyatomeler için sınırlayıcı olabilmektedir. Round (1959)'a göre *Synedra*, *Fragilaria*, *Nitzschia*, *Amphora* ve *Cyclotella* gibi bazı diyatome cinsleri alkali sularda yaygınlık göstermektedir. Alkali ve hafif alkali özellikteki sularda yaygın olan bu diyatome türleri (*Synedra*, *Fragilaria*, *Nitzschia*, *Amphora* ve *Cyclotella*) araştırma alanının kıyı bölgesi fitoplanktonu ve bentik alglerinde de mevcut olmuştur.

Göl suyunda iletkenlik 151-218 µS/cm arasında tespit edilmiştir. Nisbet ve Verneaux (1970) elektriksel iletkenliğin tatlı sularda iyi bir üretim için 100-150

μmhos/cm arasında olmasının uygun bir durum olacağını tespit etmişlerdir. Diğer taraftan Boyd (1979) elektriksel iletkenlik için doğal sulardaki kriteri 20-1500 μmhos/cm olarak vermektedir. Welch (1952) ötrofik göllerin oligotrofik göllere göre elektrolit madde bakımından daha zengin olduğunu belirtmiştir. Çözünmüş mineral fazlalığı iletkenliğin değerini yükseltir. Özellikle Cl^- ve Na^+ iyonlarının varlığı iletkenliği belirler. Katyon ve anyonların varlığı aynı zamanda alglerin büyüme ve gelişmesinde sınırlayıcı faktör olarak önemlidir. Tuzluluk değerlerinin artması, özellikle klorür yoğunluğunun fazla olması halinde tatlı su alglerinin ortadan kalktığı görülür (Morgan ve ark., 1995). Araştırma alanımızda EC değeri, su ürünleri standartları ve yüzeysel su kaynaklarının kirlenmeye karşı korunması hakkındaki protokolde belirtilen (Uslu ve Türkman, 1987) değerlerinde (150–500 μS/cm) yer almakta ve TS 266 (2005)'ya göre maksimum sınır değerlerinin altında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6. 1).

Tuzluluk ile Na iyonları, alkalinite ve klor iyonları arasında güçlü pozitif bir ilişki vardır (Wood ve Talling, 1988). Tuzlu göllerin alg kommuniteleri ve çeşitlilikleri arasında tuzlulukla ters orantılı olarak değişen bir farklılık vardır (Blinn, 1993; Cole, 1994). Buna göre azot ve fosforun yüksek olduğu hafif tuzlu göllerde algal flora oldukça zengin ve çeşitli diyatomelerden (örneğin; *Amphora*, *Cyclotella*, *Nitzschia*, *Fragilaria*, *Navicula*), yeşil alglerden (*Crucigenia*, *Oocystis* ve *Sphaerocystis*) ve *Cyanophyta*'dan (örneğin; *Anabaena*, *Chroococcus*, *Lyngbya*, *Merismopedia*, *Microcystis* ve *Oscillatoria*) oluşmaktadır (Wehr ve Sheath, 2003). Mevcut türler araştırma alanımızın algal florasında yer almaktadır. Bu türlerin çoğuda dönem dönem miktarlarında artışlar olmuştur. Apa Baraj Gölü fitoplankton yapısının hafif tuzlu göl yapısına uyduğunu ve ayrıca gölde azot ile fosfor miktarınında dönem dönem yüksek boyutlarda bulunduğunu göstermektedir.

Klorür iyonlarının miktarları sağlıklı su için bir göstergedir. Pek çok içme suyunda klorür miktarı 30 mg/l'yi geçmez. Deniz ve kaya tuzu yataklarına yakın sularda klorür konsantrasyonu yükselir (Mutluay ve Demirak, 1996). Klorür miktarının yüksek olması aynı zamanda amonyum, nitrat, nitrit ve ortofosfatın da yüksek olmasını ifade eder ve kirlenmiş sularda klorür miktarı 30-300 mg/l arasında değişim gösterir (Kalyoncu ve ark., 2005). Araştırma alanımızda klorür en düşük değer Haziran 2010'da 2.11 mg/l, en yüksek değer Aralık 2011'de 25.8 mg/l olmuştur. Araştırma süresince elde edilen ortalama klorür değeri SKKY (2008)'ye göre, I. su kalite sınıfına girmektedir. Organik kirlilik derecesi (Barlas, 1995) ortalama değere göre I. kirlenme

basamağındadır. Ayrıca TS 266 (2005)'ya göre maksimum sınır değerlerinin altında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6.1).

Potasyum suya tat veren inorganik tuzlardan biridir. Su ortamında K_2SO_4 şeklinde bulunan potasyum minerali, bitkisel organizmaların gelişmesinde rol oynayan besleyici bir elementtir. Planktonun gelişmesini hızlandırır. Balıkların beslenmesinde dolaylı olarak fayda sağlar (Özdemir, 1994). Doğal sularda potasyum konsantrasyonu genellikle 1-10 mg/l arasında değişim gösterir. Apa Baraj Gölü'nde potasyum değeri ortalama en düşük potasyum 0 mg/l, en yüksek potasyum ise 2011 Temmuz ayında 2.68 mg/l olarak kaydedilmiştir. Ortalama potasyum 0.77 mg/l'dir. TS 266'da belirtilen K^+ değeri 12 mg/l'dir (TS 266, 2005). Potasyum tuzları fazla olunca balıklara toksik etki eder (Özdemir, 1994). Apa Baraj Gölü'nde potasyumun toksisitesi söz konusu değildir.

Apa Baraj Gölü suyunun toplam sertlik değeri en yüksek 2010 Mart ayında Fransız sertlik derecesi karşılığı 21.4 FS°, en düşük 2010 Eylül ayında 15 FS° ortalama olarak 18.04 FS° olarak ölçülmüştür. Çizelge 5.1.7.1'e göre ve yapılan sertlik sınıflandırmasına göre (Yaramaz, 1992) Apa Baraj Gölü orta sert su özelliği göstermektedir. Araştırılan bazı göllerde sertlik değerleri; Akgöl (Şehirli, 1998)'de 16.5–27 FS°, Simenit Gölü (Ersanlı, 2001)'nde 34–114 FS°, Ladik Gölü (Maraşlıoğlu, 2001)'nde 12.5–19.5 FS°, Suat Uğurlu Baraj Gölü (Yazıcı ve Gönülol, 1994)'nde 15.3–26.4 FS°ve Derbent Baraj Gölü (Taş, 2003)'nde 3.9–58.7 FS°, Yedikır Baraj Gölü (Maraşlıoğlu 2007)'nde 12.5-22 FS°, Cernek Gölü (Can 2012) 0.403–1.019 FS°'dir.

Suyun doğal anyonlarından olan sülfat, biyolojik verimin artması için doğal sularda bulunmalıdır. Sülfatın ortamda yeterince bulunmaması fitoplankton gelişimini engeller ve bitkilerin büyümesini yavaşlatır. Doğal göllerin sülfat değerleri 3-30 mg/l arasındadır (Atıcı ve Obalı, 1999). Sucul ortamlarda çeşitli endüstri atıkları, tarımsal faaliyetler ve evsel atıkların neden olduğu sülfat artışı kirliliğin bir göstergesidir. Sülfat içeriğinin 250 mg/l'den fazla olması ciddi derecede kirlenmeye işaret etmektedir (Nisbet ve Verneaux, 1970). Apa Baraj Gölü'nde ortalama 22.82 mg/l sülfat ölçülmüş ve bu değere göre gölün gölün su kalitesi I. sınıf kaydedilmiştir (SKKY, 2008). Ayrıca TS 266 (2005)'ya göre maksimum sınır değerlerinin altında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6.1).

Besin tuzlarının tüm organizmaların fizyolojik aktivitelerinde önemli olduğu bilinmektedir. Herhangi birinin eksikliği organizmanın gelişmesine olumsuz etki yapmaktadır. Besin tuzlarını oluşturan minerallerinin başında Ca^{++} iyonu yer almaktadır. Kalsiyum (Ca^{++}) doğal sularda en bol bulunan elementlerden biridir. Algler

ve yüksek bitkiler için önemlidir. Kalsiyum, alglerin normal metabolizmasında büyümelerini sağlayan önemli bir elementtir (Egemen ve Sunlu, 1999). Doğal suların Ca^{++} içeriği 150 mg/l'ye kadar ulaşabilirken, 25 mg/l civarında iken prodüktivite maksimuma ulaşır, 12 mg/l'nin altında ise prodüktivitenin iki kat azalacağı belirtilmektedir (Nisbet ve Verneaux, 1970; Bremond ve Vuichard, 1973). Genellikle sudaki Ca^{++} iyonu kaynağını karbonatlı ve sülfatlı kalsiyum mineralleri teşkil eder. Bu nedenle sularda, çok değişik konsantrasyonlarda Ca^{++} bulunabilir. Ca^{++} suya sertlik özelliği veren en önemli iyondur (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Sularda Ca^{++} ve Mg^{++} iyonlarına bakarak sertlik tayini yapılır. Kalsiyum litrede 10 mg'den azsa yumuşak su, 20-25 mg ise orta sert su ve 25 mg'den fazlaysa sert su olarak tanımlanır (Tanyolaç, 2009). Apa Baraj Gölü'nde ortalama 53.69 mg/l Ca^{++} kaydedilmiştir. Bu yüksek değer gölün sert su özelliğinde olduğunu göstermektedir. Diyatomelerden bazı türlerinin (*Synedra* spp. gibi) Beyşehir Gölü (Akköz ve ark., 2006)'nde olduğu gibi yüksek kalsiyum içeren sularda iyi geliştiği (Patrick ve Reimer, 1975) belirtilmiştir ve araştırma alanımızda bu cinse ait türler çoğunlukla mevcut olarak bulunmuştur. Araştırılan bazı göllerde Ca^{++} değerleri; Beyşehir Gölü (Akköz ve ark., 2006)'nde 35.517 mg/l, Bayındır Baraj Gölü (Atıcı ve ark. 2005)'nde 44 mg/l, Beykavağı Göleti (Aşıkkutlu ve Akköz, 2013) 'nde 58.273 mg/l olarak bulunmuştur.

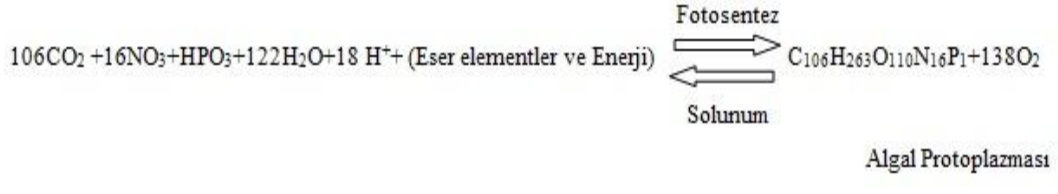
Magnezyum iyonu (Mg^{++}) suyun sertliğini meydana getiren iyonlardan biridir. Mg^{++} klorofilin bileşiminde bulunduğundan klorofilli bitkiler için yaşamsal önem taşır. Alg, mantar ve bakterilerde fosfor metabolizmasını düzenler. Göllerde Mg^{++} oranının düşük olması gölün fitoplankton verimliliğini önemli ölçüde etkiler, bunun sonucunda göl oligotrofik özellik kazanır (Egemen, 2006). Doğal sularda Mg^{++} 10-50 mg/l arasında değişir. Apa Baraj Gölü'nde ortalama Mg^{++} değeri ortalama 10.78 mg/l'dir ve normal değerler arasındadır. TS 266'da Mg sınırı ise 50 mg/l'dir (Çizelge 6.1). Bu parametreye göre Apa Baraj Gölü balıkçılık açısından da uygundur. Kalsiyum / magnezyum oranı kirlenmemiş sularda 4-5/1'dir ve kirlenme durumunda bu oranda bozulmalar görülür (Hütter, 1984). Apa Baraj Gölü'nde de bu iki iyonun ortalama değerleri oranına bakıldığında 2010 yılının mart, nisan, mayıs, temmuz, ağustos aylarında ve 2011 temmuz ve ekim aylarında bu oran bozulmamış fakat diğer aylarda oran bozulmuştur. Bu oranın bozulması jeolojik kaynaklı olabileceği gibi yüzey sularının ve kirlenmeden kaynaklandığı düşünülmektedir. Araştırılan bazı göllerde Mg^{++} değerleri; Beyşehir Gölü (Akköz ve ark., 2006)'nde 22.03 mg/l, Bayındır Baraj Gölü (Atıcı ve ark. 2005)'nde

10.3 mg/l, Beykavağı Göleti (Aşıkkutlu ve Akköz, 2013) ’nde magnezyum miktarı ortalama 12.04 mg/l olarak bulunmuştur.

Araştırma alanımızda yapılan ölçümlerde demire her zaman rastlanılmıştır, en yüksek değer ise Ekim 2011’de 955 µg/l olarak kaydedilmiştir. Suyun oksijenlenme derecesine bağlı olarak 1000–3000 µg/l demirin alg gelişimini artırdığı bilinmektedir. Demir birçok organizmanın özellikle alglerin gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. Klorofilin yapısında ve enzimatik reaksiyonlarda önemli olduğu gibi hayvansal organizmaların solunum metabolizmasında da etkilidir (Cirik ve Cirik, 1995). Çalışma alanında ölçülen değerler alglerin gelişiminde sınırlayıcı etki göstermemiştir.

Suda bulunan askıda katı madde (AKM) miktarına etki eden faktörler fitoplankton yoğunluğu ve göle ulaşan sel sularıdır. AKM alıcı su ortamlarına evsel ve endüstriyel atıksularla da taşınır. Bunun sonucunda suyun bulanıklığı artar, ışık geçirgenliği azalır, fotosentez olayı olumsuz yönde etkilenir. Sedimantasyon sonucu tabanda yaşayan bentik canlıların substratumları olumsuz etkilenir. AKM miktarının aşırı artması balıklarda solungaç gibi hassas dokuların zarar görmesine, yavru ve yumurta ölümlerine yol açmaktadır (Alabaster ve Lloyd, 1980). AKM değerinin 25–80 mg/l arası normal olduğu, 80 mg/l’nin üstündeki değerlerin sudaki canlılar açısından sakıncalı olabileceği belirtilmektedir. Apa Baraj Gölü’nde AKM miktarı ortalama 53.19 mg/l’dir. AKM miktarı en fazla 2010 Eylül ayında kaydedilmiştir (88 mg/l). Elde edilen bu değerlerin SKKY (2008)’de belirtilen ötrofikasyon kontrolü sınır değerlerinin (5-15 mg/l) çok üstünde olduğunu göstermektedir (Çizelge 6.1).

Doğal sularda en yaygın olarak bulunan azotlu bileşikler nitrit, nitrat, amonyak ve organik azottur. Bu bileşikler ölçülerek, suyun kalitesi hakkında karar verilebilmektedir. Bu azotlu maddelerin kaynağı yağmur suyu ile taşınan atmosferik azot, toprak yapısında bulunan nitrat tuzları olabildiği gibi, tarımsal etkinlikler sırasında topraktan yıkanan, evsel ve endüstriyel atıklardan suya karışan bileşikler de olabilir. Ayrıca azot bağlayan alg ve bitkiler tarafından atmosferik azotun bağlanması da söz konusudur. Yüzey sularına karışan azot kaynakları doğal, evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklı olabilir. Azot canlıların yapısını oluşturan temel elementlerden biridir. Gerek canlı bünyesinde gerek besin maddelerinde ve gerekse ölü organizmalarda bulunan azot, doğada azot döngüsü içerisinde sürekli bir dinamik halindedir (Hutchinson, 1944). Azot algal büyümeyi sınırlayabilen veya artırabilen önemli bir faktördür. Alg protoplazmasının oluşumu için aşağıdaki formül kabul görmüştür.



(6.1)

Algal protoplazmada atom sayısına göre C:N:P oranı 106:16:1 seklindedir. Fakat ağırlığa göre bu 42:7:1 oranındadır (O'Sullivan and Reynolds, 2004). Bu oranlara göre fitoplankton gelişimi için azot ihtiyacı fosfordan 7 kat daha fazladır. Fitoplanktonun yoğun bir şekilde gelişmesi için vazgeçilmez bir element olan azotun sulardaki normal değerleri 1.0-10.0 mg/l'dir (Cirik ve Cirik 1995). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine (2008) göre " Göl Sularına Ait Alıcı Ortam Standartları" göllerde izin verilen toplam azot miktarını doğal koruma alanı ve rekreasyon için 0.1 mg/l ve çeşitli kullanımlar için 1 mg/l olarak verilmektedir. Oligotrofik sularda azot miktarı düşük, ötrofik sularda ise oldukça yüksektir. Bununla beraber, fitoplankton gelişimini sınırlayan konsantrasyon, büyüme ve gelişimin oluşması için yeterli zaman varsa büyüme ve gelişimi destekleyebilir. Birçok aşırı verimli sularda ne azot ne de fosfor algal gelişimi sınırlayıcıdır (Jones-Lee and Lee 2005). *Surirella ovata*, *Nitzshia palea*, *Navicula viridula*, *Gomphonema parvulum* ve *Diatoma vulgare* gibi diyatomeler nitrat miktarının fazla olduğu sularda iyi gelişirler (Husted, 1985). Bu türler araştırma alanımızda *Gomphonema parvulum* hariç hepsi önemli derecelerde bulunmuştur. Bu da araştırma alanının çözünmüş inorganik azot bakımından fakir olmadığını göstermektedir.

Amonyum azotu baraj gölünde 0,032-3,157 mg/l arasında değişen değerlerde ölçülmüştür. İlkbaharda diğer mevsimlere göre artış olmuş ve yaz ortasında en düşük değerler ölçülmüştür. Amonyum iyonu sucul canlıların atık maddesi olup, tekrar organizmalar tarafından absorblanırlar. Bol oksijenli sularda amonyum iyonuna çok az miktarda rastlanır. Aynı durum nitrit azotu için de geçerlidir. Bu madde de çabucak nitrata dönüşür (Cirik ve Cirik, 1995). Baraj gölünde amonyum azalmasının iki nedenle olabilmektedir. Birincisi alglerin yoğun olarak amonyum azotunu tüketmesinden, ikincisi ise suda gerek fitoplankton tarafından fotosentez sonucu sentezlenen ve yüzeyden dalga hareketleriyle oksijence zenginleşen su içerisinde, amonyum oksijenle tepkimeye girerek nitrite, ve nitrit tekrar oksijenle tepkimeye girerek hızlı bir şekilde nitrata dönüşmesinden kaynaklanabilmektedir. $NH4^{+}$-N Apa Baraj Gölü'nde ortalama 0,64 mg/l olarak ölçülmüştür. SKKY (2008)'ye göre bu değer Apa Baraj Gölü'nün su kalitesinin I. sınıf olduğunu göstermektedir. Organik kirlilik derecesi (Barlas, 1995)

ortalama değere göre kritik kirlenmiş ve kalite sınıfı II-III şeklinde değerlendirilmiştir. Ayrıca TS 266 (2005)'ya göre maksimum sınır değerlerinin altında olduğu belirlenmiştir. Araştırılan bazı göllerde amonyum değerleri; Mert ve ark. (2008) Apa Baraj Gölü'nde amonyum miktarını 0.038 mg/l, Beyşehir Gölü (Akköz ve ark., 2006)'nde amonyum miktarı ortalama 1.106 mg/l, Beykavağı Göleti (Aşıkkutlu ve Akköz, 2013)'nde amonyum miktarı ortalama 0.109 mg/l olarak bulunmuştur.

Nitrit (NO_2), azot döngüsünün ara ürünüdür. Nitritler de nitratlar gibi plankton gelişimine katkıda bulunur. Bununla birlikte, Nisbet ve Verneaux (1970) sudaki NO_2 miktarının 1 mg/l'yi geçmesi halinde kirlenmenin başlamış olduğunu ileri sürmektedir. Nitrit temiz sularda hiç bulunmaz veya eser miktarda bulunur. Fakat organik kirliliğin olduğu ve çözünmüş oksijen miktarının düşük olduğu yerlerde nitrit azotu yüksek konsantrasyonlara ulaşabilmektedir (Egemen ve ark., 1999). SKKY (2008)'ye göre suda nitrit azotu 0,002 mg/l ise I.sınıf yüksek kaliteli su, 0.01 mg/l ise II. sınıf az kirletilmiş su ve 0.05 mg/l ise III. sınıf kirli su ve >0.05 mg/l ise IV. çok kirlenmiş su sınıfında yer almaktadır. Apa Baraj Gölü'nde ortalama nitrit azotu değeri 0.05 mg/l olarak ölçülmüştür. Bu değer, Apa Baraj Gölü'nün nitrit azotu bakımından III. sınıf, yani kirli su sınıfında olduğunu göstermektedir. Apa Baraj Gölü kıyı bölgelerine yakın yerlerde tarım yapılması organik materyal birikimine sebep olmaktadır ve yaz aylarında sıcaklığın artması ve çözünmüş oksijenin azalmasıyla beraber ayrışma olaylarının artması sudaki nitrit miktarını artırmıştır. Araştırılan bazı göllerde nitrit değerleri; Mert ve ark. (2008) Apa Baraj Gölü'nde nitrit miktarını 0,018 mg/l, Beyşehir Gölü (Akköz ve ark., 2006)'nde nitrit miktarı ortalama 0,026 mg/l, Beykavağı Göleti (Aşıkkutlu ve Akköz, 2013) 'nde nitrit miktarı ortalama 0,013 mg/l olarak bulunmuştur.

Nitrat (NO_3), oksijence zengin sularda azotun çok yaygın görülen mineral şekli olup, algal büyümeyi sınırlayabilen veya artırabilen önemli bir faktördür. Yüzey sularında NO_3 miktarı düşük olup genellikle 1 mg/l'den azdır, bazen 5 mg/l'ye çıkabilmektedir (Anonim, 1981). Oligotrofik sularda azot miktarı düşük, ötrofik sularda ise oldukça yüksektir. SKKY (2008)'ye göre, suda nitrat 5 mg/l ise I.sınıf yüksek kaliteli su, 10 mg/l ise II. sınıf az kirlenmiş su, 20 mg/l ise III. sınıf kirli su ve >20 mg/l ise IV. sınıf çok kirlenmiş su sınıfında yer almaktadır. Yapılan analizler sonucu Apa Baraj ortalama nitrat azotu değeri ortalama 1.69 mg/l olarak ölçülmüştür. Bu parametreye göre göl suyu kalitesi I. sınıftır. Apa Baraj Gölü'nde nitrat azotu algal gelişimin az olduğu kış aylarında artmış, yaz aylarında ise fotosentetik canlıların artışıyla azalmıştır. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde ötrifikasyon kontrolü için

toplam azotun 1.0 mg/l olması gerekirken sadece nitrat azotunun bu değer civarında olduğu görülmektedir. Araştırılan bazı göllerde nitrat değerleri; Mert ve ark. (2008) Apa Baraj Gölü'nde nitrat miktarını 0,50 mg/l, Beyşehir Gölü (Akköz ve ark., 2006)'nde nitrat miktarı ortalama 0,731 mg/l, Beykavağı Göleti (Aşıkkutlu ve Akköz, 2013) 'nde nitrat miktarı ortalama 0,186 mg/l olarak bulunmuştur.

Çizelge 6.1. Fiziko-kimyasal sonuçların değerlendirilmesi

Parametreler	SKKY (2008)	Ötrofikasyon Sınır Değerleri	Organik Kirlenme Basamağı (Barlas 1995)	TS 266 (2005)
Sıcaklık	I. sınıf	-	-	-
pH	I-III. sınıf	sınır değerinde	-	sınır değerinde
Çözünmüş Oksijen	I. sınıf	sınır değerinde	az kirlenmiş I-II. kalite sınıfı	-
$BOİ_5$	III. sınıf	-	çok kirli III. kalite sınıfı	-
Nitrit	III. sınıf	sınır değerinin üzerinde	II-III. kirlenme basamağı	maksimum sınır değerinin altında
Nitrat	I. sınıf		II-III. kirlenme basamağı	maksimum sınır değerinin altında
Amonyum	I. sınıf		kritik kirlenmiş II-III. kalite sınıfı	maksimum sınır değerinin altında
Fosfat	II. sınıf	sınır değerinin altında	-	-
Sülfat	I. sınıf	-	-	maksimum sınır değerinin altında
Klorür	I. sınıf	-	I. kirlenme basamağı	maksimum sınır değerinin altında
Kalsiyum	-	-	-	maksimum sınır değerinin altında
Magnezyum	-	-	-	maksimum sınır değerinin altında
Elektriksel İletkenlik EC	-	-	-	maksimum sınır değerinin altında
Bulanıklık	-	-	-	maksimum sınır değerinin üzerinde
Askıda Katı Madde AKM	-	sınır değerinin üzerinde	-	-
Potasyum	-	-	-	maksimum sınır değerinin altında

Fosfat, doğal suların verimliliğini etkileyen besleyici minerallerin en önemlisidir. Göllerde ve akarsularda çözünmüş inorganik fosfat, çözünmüş organik fosfat ve organik partiküler fosfat şeklinde bulunur. Çözünmüş inorganik fosfat fotootrof üreticiler tarafından alınır, organik olarak bağlanır ve besin zincirine katılır (Schwörbel 1987). Fosforun göllerde miktarı sınırlıdır. Birçok mineralin yapısında bulunmasına rağmen, alkali topraklardaki çözünürlüğünün az olması nedeniyle sudaki miktarı sınırlandırılmıştır. Suya kaya ve topraklardan geçebildiği gibi, yapay

gübrelerden ve endüstriyel atıklardan da geçebilir (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Fosfor, oksijenli koşullarda derin göllerin bentiğinde birikirken, oksijensiz (anoksik) ortamlarda dip çamurundan ayrılarak suya geçer. Oksijenli ortamlarda ferrik (Fe^{+3}) iyonu, Fosfatı (PO_4) bağlayacağı için verimlilik azalmasına neden olur. Sularda PO_4 iyonu Fe^{+3}, $CaCO_3$ ve çamur (silt) ile üç farklı yoldan tutulmaktadır. Bunlardan, özellikle üçüncüsü sığ göllerde çok daha etkilidir (Goldman ve Horne 1983, Harper 1992). Apa Baraj Gölü'nde dip yapısı genellikle çamurlu olup yaz ve sonbahar aylarında oldukça sığlaşmaktadır. SKKY (2008)'ye göre II. sınıf kalitede olduğu belirlenmiştir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde ötrofikasyon kontrolünde ise, göllerde rekreasyon ve doğal koruma amacı için fosforun sınır değerinin 0.005 mg/l ve çeşitli kullanımlar içinse 0,1 mg/l olması istenmektedir (SKKY, 2008) Apa Baraj Gölü'nde ortalama toplam fosfor değeri 27.038 µg/l olarak ölçülmüştür ve değerlerin altında olduğu görülmektedir. Toplam fosfor miktarı, *Cyanophyta*'da, toplam birey sayısının ve su sıcaklığının en yüksek olduğu yaz aylarında azalmış, toplam birey sayısının ve su sıcaklığının düşük olduğu dönemde ise en yüksek değerine ulaşmıştır. Bu durum fosforun özellikle yaz ve sonbahar aylarında aşırı kullanılması ve göle yeterli su girmemesinden, kış ve ilkbahar aylarında yağışlarla ve eriyen karlarla göle gelen fosforca zengin sulardan kaynaklanmaktadır. Fosforun bileşiklerinden biri olan PO_4 (fosfat) oldukça reaktif bir madde olup, özellikle Fe ve Ca gibi katyonlar ile ve yüksek oksijenli koşullarda çok kolay etkileşime girer. Ayrıca fosfor, çamur tanecikleri, karbonat ve bikarbonatlar ile de birleşerek oksijenli dip çamurunda çökelir. Sudaki toplam fosforun %95'den fazlası bakteri, alg ve diğer mikro organizmaların yapısında bulunur (Wetzel, 2001). Doğal göllerde bulunan fosfor içeriği 0.10-0.30 mg/l arasındadır. Fosforun göllerdeki mevsimsel dağılımı havzanın yapısına, çevre toprağının kimyasal içeriğine ve yıllık döngüsüne bağlıdır (Harper, 1992). Bu değerin 0,15-0,30 mg/l olması halinde alg gelişiminin oldukça artış gösterdiği bildirilmiştir (Akbulut ve Yıldız 2001). Fosforun ortamda artması ise, inhibitör olmasına yol açar. *Dinobryon* spp. için 5 mg/l inhibitördür. *Scenedesmus quadricauda* türünün yaşaması için 10-40 µg/l fosfora ihtiyacı vardır. *Asterionella formasa* ise fosfor miktarı 50 µg/l üzerine çıkınca gelişimini durdurur (Cirik ve Gökpınar 1993). *Dinobryon* spp. türlerinin genellikle besin tuzu bakımından fakir veya orta derecede olan suları tercih ettiğini bildirilmiştir (John ve ark., 2003). Apa Baraj Gölü'nde bu türe hiç rastlamamamız besin tuzu bakımından fakir veya orta derecede olmadığını göstermektedir. Ayrıca Ağustos 2010'da en düşük toplam fosfor konsantrasyonunda *Scenedesmus*

quadricauda'nın sayısının diğer aylara göre sayısı azalmıştır. Yüksek TP ve az su sıcaklığında ise aşırı çoğalmalar yapmıştır. *Asterionella formasa* türü çalışma alanımızda devamlı mevcut organizma olmuştur. Çünkü TP konsantrasyonu, sadece 2 ay boyunca 50 µg/l'nin üzerinde olmuştur. Apa Baraj Gölü'nde yazın ya da sonbaharın ilk aylarında *Cyanobacteria*'dan *Microcystis aeuroginosa* aşırı çoğalma yapmıştır. Bu durumda ortamda NO_3-N sınırlamasının olduğu, yazın görülen mavi-yeşil alg artışı ile kanıtlanmaktadır. Ekim-Mayıs ayları arasında görülen nitrat ve fosfor değerindeki artışa karşın klorafil-*a* değerindeki düşüş su sıcaklığı ve aydınlanma süresiyle ilgili olabilir. Ayrıca *Cyanophyta* üyeleri sahip oldukları buyonsi (yüzdürme) özellikleri sayesinde çoğu göllerde diğer fitoplanktona nazaran daha fazla ışık elde etme avantajları olmaktadır (Ellis ve Stanford 1982, Goldman and Horne 1983, Reynolds 1984, O'Sullivan and Reynolds 2004, Barsanti and Gualtieri 2006, Granéli and Turner 2006). Apa Baraj Gölü'nde tür sayısı bakımından *Chlorophyta* ve *Heterokontophyta* divizyosu üyeleri en zengin grubu oluşturmuş olup genel olarak *Chlorococcales-Pennales* tipi bir fitoplankton tespit edilmiştir.

Apa Baraj Gölü'nde ağır metal kirliliği bakımından araştırma süresi boyunca kontrol edilmiştir ve çıkan sonuçlar hem klasik olarak değerlendirilmiş hem de matematiksel bir yöntem olan bulanık mantık çerçevesinde değerlendirilmiştir. Çizelge 4.7.1'de Al, Cu, Zn, Mn, Pb, Co, Cr, Ni, Cd, Fe gibi bazı ağır metallerin göllerdeki miktarları ve bu miktarların su kalite sınıflarına göre nasıl değiştiği gösterilmiştir. Değerlendirme ölçütleri göz önünde bulundurularak sular dört grupta sınıflandırılmıştır.1. sınıf: çok temiz, 2. sınıf: temiz, 3. sınıf: az kirli ve 4. sınıf: kirli olarak belirlenmiştir (SKKY, 2008).

Çizelge 6.2. Apa Baraj Gölü'nde araştırma süresince ölçülen ortalama ağır metal değerleri ve Su kalite sınıfları

Ağır metaller	**Apa Baraj Gölü'nde araştırma süresince ölçülen ortalama değerler**	**Su Kalite Sınıfları**
Alüminyum (Al^{3+}) (mg/l)	0.0017	1.sınıf : çok temiz
Bakır (Cu)(µg/l)	9.81	1.sınıf : çok temiz
Çinko (Zn) (µg/l)	174.428	2.sınıf : temiz
Demir (Fe) (µg/l)	463.457	2.sınıf : temiz
Kadmiyum (Cd) (µg/l)	0	1.sınıf : çok temiz
Kobalt (Co) (µg/l)	0.637	1.sınıf : çok temiz
Krom(toplam Cr)(µg/l)	1.708	1.sınıf : çok temiz
Kurşun (Pb) (µg/l)	3.404	1.sınıf : çok temiz
Mangan (Mn) (µg/l)	240.358	1.sınıf : çok temiz
Nikel (Ni)(µg/l)	28.481	2.sınıf : temiz

Araştırma süresi boyunca ortalama ağır metal değerleri çizelge 6.2'de verilmiştir. Değerlendirme ölçütleri göz önünde bulundurulduğunda ağır metal kirliliğinin olmadığı ve suyun 1. sınıf: çok temiz olduğu belirlenmiştir.

Bu kalite sınıfları birbirlerinden çok farklı olduklarından klasik yöntem ile suyun kalitesinin belirlenebilmesi oldukça güçtür. Çünkü tek faktörlü kirlilik indeksinde her bir parametre ayrı ayrı ele alınmakta ve suyun kalitesini belirlemede en kötü kritere sahip parametreye göre sınıflandırma yapılmaktadır. Bu çalışmada, ağır metal konsantrasyonları üzerine bulanık mantık metodu uygulanmış, ardından 10 kalite parametresinden yalnızca bir adet indeks (iki yıllık kalite indeksi=0.289) değerine ulaşılmıştır. Bu yöntemle ölçülen parametreler arasında homojenlik sağlanmış ve elde etiğimiz yıllık kalite indeksinin çıkış değerine göre hesapladığımızda kalite indeksinin %66 kaliteli, %34 ise çok kaliteli sınıfına girdiğini görmekteyiz. Bu indeks değeri Apa Baraj Gölü'nün su kalitesinin kaliteli olduğunu, kolay ve anlaşılabilir bir şekilde ifade etmiş, bulanık modelin klasik yönteme olan üstünlüğünü göstermiştir. Bulanık mantık metodunun göllere uyarlanması daha yeni yeni uygulanmaktadır. Türkiye'de sadece Eber Gölü'ne bu uygulama yapılmıştır. Eber gölü fiziksel ve kimyasal bazı su kalite parametrelerinin bulanık mantık ile değerlendirildiği ve su kalite sınıflandırılmasına çalışılan bir çalışmada bulanık çıkarım sistemlerinin su kirlilik değerlendirmeleri ve sınıflandırmada oldukça elverişli olabileceği sonucu vurgulanmıştır (Icaga, 2007).

Ekosistemin en temel unsurlarından olan su ve sucul ekosistemlerin kirlilik değerlendirmelerinde fiziksel ve kimyasal bütün parametrelerde sınıflandırma açısından bulanık mantık modellemelerinin kullanımı hem çevresel etki değerlendirmelerinde hem de sürdürülebilir su yönetimi açısından karar mekanizmalarına olumlu sonuçlar verecektir. Özellikle sularda kirlilik kriterleri açısından değerlendirme ve sınıflandırmanın doğru yapılması sucul ekosistemlerin barındırdığı balık, plankton, omurgalı ve omurgasızlar gibi unsurların yaşamsal alanları hakkında bilgi verebileceği gibi bu canlılar hakkında da bilgi sahibi olunmasına imkan sağlayacaktır. Bunun yanı sıra bu tip çalışmaların geliştirilerek sürekli ve rutin yapılması envanter planlamalarının daha doğru ve hassas yapılmasına olanak sağlayacaktır (Sönmez, 2011).

Apa Baraj Gölü'nün kıyı bölgesi (littoral zon) fitoplanktonunda toplam 116 takson tespit edilmiştir. En yoğun alg grubu *Heterokontophyta*'dır (53 takson; %46). *Chlorophyta* (28 takson; %24), *Cyanobacteria* (26 takson; %22), *Euglenophyta* (5 takson; %4), *Charophyta* (3 takson; %3) ve *Dinophyta* (1 takson; %1) takip etmektedir. Fitoplankton miktarının genel olarak tüm istasyonlarda yağışın fazla olduğu ilkbahar

aylarında düşük olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanısıra yağışın en az olduğu aylarda *Cyanobacteria* üyeleri gözle görülür artış göstermiştir. Bu durumun sıcaklıkla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Yağışın düşük olduğu aylarda toplam organizma miktarı da artmıştır. Apa Baraj Gölü'nde yağışın en az olduğu Ağustos ve Eylül aylarında her iki yıl içerisinde de tüm istasyonlarda *Cyanobacteria*'dan *Microcystis aeruginosa* aşırı çoğalmalar (algal bloom) yapmıştır. Bu durumun *Cyanobacteria* üyelerinin ekstrem şartları tolere edebilme kabiliyetlerinden dolayı olabildiği düşünülmektedir. *Cyanobacteria* üyelerinin bir başka özelliği de çoğu göllerde buyonsi (yüzdürme) düzenlemesi yapabilmeleridir. Buna bağlı olarak da diğer fitoplanktona göre daha fazla ışık elde etme avantajları olur (Ganf ve Oliver, 1982; Humphries ve Lyne, 1988).

Heterokontophyta divizyosu, Apa Baraj Gölü fitoplanktonunda tür çeşitliliği bakımından dominant, toplam organizma yoğunluğu bakımından ise subdominant grup olmuştur. *Heterokontophyta*, fitoplankton kompozisyonunun %46'sını ve toplam organizma yoğunluğunun da %24.5'ini meydana getirmiştir. *Heterokontophyta*'ya ait toplam organizma miktarı 0–6526 org/cm^3 arasında değişmiştir. En yüksek değere Mart 2011'de 1. istasyonda, en düşük değere ise Mayıs 2010'da 3. istasyonda rastlanmıştır. Araştırma alanında *Heterokontophyta* üyelerinin sayıları kış aylarında düşük olmakla birlikte ilkbahar aylarında artış göstererek bazen dominant bazen de subdominant organizmalar olmuşlardır. *Heterokontophyta* üyeleri arasında en yaygın organizma *Centrales* ordosundan *Cyclotella ocellata* Pennales ordosundan ise *Synedra ulna* olmuştur. Yine ülkemizde araştırılan göl, gölet ve baraj göllerinden Kurtboğazı (Aykulu ve Obalı, 1981), Çubuk-I (Gönülol ve Aykulu, 1984), Bayındır (Gönülol, 1985), Altınapa (Yıldız, 1985), Tercan (Altuner ve Gürbüz, 1994) Baraj Gölleri, Beyşehir (Akköz ve ark., 2006), Suğla (Akköz ve Yılmaz, 2009), Cernek (Can, 2012) *Cyclotella ocellata* türünün yaygın olduğu belirtilmiştir. *Cyclotella* cinsine ait türler daha çok oligotrofik göllerin biyomonitör türleri olarak nitelendirilmişlerdir (Hutchinson, 1967). *Cyclotella* spp. bazı araştırıcılar tarafından oligotrof göllerin bir bileşeni olarak kabul edilirken (Wetzel, 1983), bazılarına göre ise ötrofiye geçişin biyolojik belirteci olarak kabul edilir (Round, 1984). *Melosira* türleri ötrofik göllerde yaygın ve dominant olarak bulunur (Hutchinson, 1967). *Melosira varians* Apa Baraj Gölü'nde özellikle 2010 ve 2011 Nisan ayında çok sayıda görülmüştür.

Apa Baraj Gölü fitoplanktonunda bulunan Pennales ordosu üyelerinin çoğu bentik orijinlidir. Sedimanlar üzerinde bulunan ve bitkilere bağlı olarak yaşayan bu alg türleri dalga ve su haraketleriyle fitoplanktona dahil olabilmektedir. Yurdumuzda birçok

gölde gözlenen bu durum özellikle yağışın ve rüzgârın arttığı bahar ve kış aylarında Apa Baraj Gölü'nde de yoğun bir şekilde görülmüştür. Hutchinson (1967) fitoplanktonda, sentrik diyotomelerden *Cyclotella*, *Stephanodiscus* ve *Melosira*, pennat diatomelerden *Fragilaria*, *Asterionella* ve *Synedra* türlerinin fitoplanktonda yaygın olduğunu belirtmiştir. Apa Baraj Gölü fitoplanktonunda yaygın olarak bulunan *Cymbella*, *Hantzschia* ve *Nitzschia* cinslerine ait türler genel olarak bentik özelliklidir. Ayrıca, yapılan çalışmalarda da pennat diyatomelerin çoğunun bentik ve perifitik orijinli olduğu ve çok azının düzenli plankton olarak düşünülebileceği bildirilmiştir (Izaguirre ve ark., 2004). Bentik özellikteki Pennales üyelerinin fitoplanktonda bol miktarda bulunması, gölün rüzgara açık olması ve dalga hareketleri ile açıklanmaktadır (Gönülol ve Çomak, 1992b). Akışla sürüklenen organizmalar bu sayede littoral bölgede toplanmaktadır. Türkiye'deki birçok gölde tespit edilen bu durum özellikle yağışın ve rüzgârın arttığı Aralık ve Ocak aylarında gözlenmektedir. Seyhan Baraj Gölü (Çevik, 1999), Kesikköprü Baraj Gölü (Demiryürek, 2000), Çoğun Baraj Gölü (Pektaş, 2001) ve Çakmak Baraj Gölü (Ersanlı, 2006) fitoplanktonunda bol miktarda Pennales üyelerine rastlanmıştır. Ayrıca bir araştırmada *Nitzschia palea* türünün fitoplanktonda en sık rastlanan diyatome türlerinden biri olduğu bildirilmiştir (Germain, 1981). Bunlara ilave olarak, *Eunotia*, *Frustulia*, *Anamoeoneis*, *Nedium* ve bazı *Pinnularia* taksonları, daha çok verimsiz göllerde yayılış gösteren asidofil taksonlar olarak tanımlanmıştır (Round, 1957). Bu taksonlardan *Eunotia* ve *Pinnularia* araştırma alanında birer tür ile temsil edilmiştir diğer türlerle ise hiç karşılaşılmamıştır. *Amphora ovalis*, *Cymbella affinis*, *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia palea* ve *Synedra ulna* türlerinin alkali suları tercih ettiği belirtilmiştir (Round, 1984) ve çalışma alanımızda bu türlerden *Cymbella affinis* ve *Navicula cryptocephala* hariç diğer türlere rastlanılmıştır. Bu türlerden *Synedra ulna* dönem dönem diğer türlere nazaran daha fazla sayıda bulunmuştur. *Cocconeis placentula*, *Cyclotella meneghiniana*, *Brebissonia lanceolata*, *Gomphonema olivaceum*, *Nitzschia palea*, *Rhoicosphenia abbreviata* ve *Fragilaria ulna* gibi besin tuzlarınca zengin suları seven türlerin araştırma alanımızda oldukça yaygın olması, Apa Baraj Gölü'nün besin tuzlarınca zengin olduğunu göstermektedir.

Araştırma alanımızda *Ankistrodesmus falcatus*, *A. spiralis* ve *Kirchneriella lunaris* türleri ilkbahar aylarında, *Crucigenia apiculata* ve *Monoraphidium arcuatum* türleri ise yaz aylarında artışlar göstermiştir. Hutchinson (1967), yeşil alglerin yaz aylarında artış gösterdiğini ve yine bu aylarda artış gösteren *Scenedesmus*, *Monoraphidium*, *Tetraedron* cinslerinin ötrofik göllerin yaygın organizmaları olduğunu

bildirmiştir. Apa Baraj Gölü'nde tüm istasyonların bu türlere rastlanılmış, *Scenedesmus* ve *Monoraphidium* yüksek sayılara ulaşırken *Tetraedron cinsi* çok daha az sayılarda kalmıştır. Aynı türlere Uzungöl (Şahin, 1993) ve Gıcı Gölü (Soylu ve Gönülol, 2006)'nde nadir olarak rastlanırken, Balık Gölü-Uzun Göl (Gönülol ve Çomak, 1992a, b; 1993), Karaboğaz (Baytut ve ark., 2006), Akgöl (Şehirli, 1998) ve Ladik Gölü (Maraşlıoğlu ve ark., 2005) bol olarak rastlanmıştır. Mezotrof Göllerin karakteristiği olduğu belirtilen *Pediastrum* cinsi (Cirik ve Cirik, 1995), baraj göllerimizden Hasan Uğurlu (Gönülol ve Obalı, 1998a)'da dört türle, Keban (Pala, 2007) oniki türle, Çakmak (Ersanlı, 2006) beş türle, Kemer (Özyalın ve Ustaoğlu, 2008) iki türle, Çaygören (Sevindik, 2010)'de beş türle, araştırma alanımızda ise dört türle (*Pediastrum boryanum*, *Pediastrum duplex*, *Pediastrum simplex var. duodenarium*, *Pediastrum duplex var. gracilimum*) temsil edilmiştir. Araştırma alanında *Monoraphidium* cinsi iki türle (*Monoraphidium contortum*, *M. obtusum*), *Oocystis* cinsi ise bir türle temsil edilmiştir (*Oocystis eremosphaeria*). *Monoraphidium* türlerinin oligotrofik ve mezotrofik göllerde yayılış gösterdiği, *Oocystis* türlerinin ise oligotrofik özellik taşıdığı belirtilmiştir (Hutchinson, 1967). Bektaşağa ve Taşmanlı Göletleri (Ersoy, 1996)'nde, Simenit Gölü (Ersanlı, 2001), Orduzu Baraj Gölü (Çetin ve Şen, 2004) ise *Oocystis* türlerine rastlanmamıştır. Çubuk-I (Gönülol ve Aykulu, 1984) ve Kurtboğazı (Aykulu ve Obalı, 1981) Baraj Gölleri ile Porsuk (Gürbüz ve ark., 2002) ve Palandöken Göletlerinde (Gürbüz ve Altuner, 2000) *Oocystis* türleri dominant organizma olmuştur. *Chlorella* cinsi tek türle temsil edilmiştir. Araştırma alanımızda özellikle yaz aylarında aşırı çoğalması görülmüştür. Palandöken göleti (Gürbüz ve Altuner, 2000)'nde, Abant Gölü (Atıcı ve Obalı, 2002)'nde, Hirfanlı Baraj Gölü (Baykal ve Açıkgöz 2004)'nde, Suğla Gölü (Akköz ve Yılmaz, 2009)'nde ve Cernek Gölü (Can, 2012)'nde rastlanılmıştır.

Besin tuzlarınca zengin ve kirlilik biyomonitörleri olan Volvocales ordosuna ait iki türe Apa Baraj Gölü'nde rastlanılmıştır (*Chlamydomonas globosa*, *Pandorina morum*). Özellikle Mart ayında sayıca yüksek oranda bulunmuşlardır. Derbent Baraj Gölü (Taş, 2003)'nde bu takım üyeleri özellikle kış aylarında yüksek sayılara ulaşmışlardır. Nitekim *Chlorophyta* üyelerinin sıcak suları tercih ederken, Volvocales üyelerinin soğuk sularda yaygın olduğu belirtilmiştir (Hutchinson, 1967). Suat Uğurlu Baraj Gölü (Yazıcı ve Gönülol, 1994)'nde ise Volvocales üyeleri subdominant organizma olmuştur. Literatürde ise Volvacales üyelerine daha çok sığ ve verimli göllerde rastlanıldığı belirtilmiştir (Hutchinson, 1967). Bu iki türe Hasan Uğurlu Baraj

Gölü (Gönülol ve Obalı 1998a)'nde, Hirfanlı Baraj Gölü (Baykal ve ark 2004)'nde, Abant Gölü (Çelekli ve ark, 2007)'nde rastlanılmıştır.

Charophyta divizyosu, Apa Baraj Gölü fitoplanktonunda tür çeşitliliği bakımından %3'ünü, toplam organizma yoğunluğu bakımından ise %7.07'sini olmuştur. *Charophyta*'ya ait toplam organizma miktarı 0–5000 org/cm^3 arasında değişmiştir. En yüksek değere Nisan 2010'da 4. istasyonda, en düşük değere ise Aralık 2011'de 5. istasyonda rastlanmıştır. Oligotrof özellikli ve pH'nın 7'den düşük olduğu göllerde, *Desmidiales* üyelerinin yoğunluklarının fazla olduğu bildirilmiştir (Cirik-Altındağ, 1984). Araştırma alnımızda ise yoğunluk bakımından oldukça düşüktür. Fitoplanktonda *Desmidiales* türlerinin düşük oranlarda temsil edilmesi ötrofiye yorumlanmaktadır (Nygaard, 1949; Hutchinson, 1967). Hasan Uğurlu (Gönülol ve Obalı, 1998a), Seyhan Baraj gölü (Çevik, 1999)'nde, Çakmak Baraj Gölü (Ersanlı 2006)'nde Yedikır Baraj Gölü (Maraşlıoğlu 2007)'nde ve Cernek Gölü (Can 2012)'nde *Desmidiales* türlerine düşük sayılarda rastlanmıştır.

Apa Baraj Gölü fitoplanktonunda *Cyanobacteria* divizyosuna ait 26 takson tespit edilmiştir. Bu grup fitoplankton kompozisyonunun %22'ini ve toplam birey yoğunluğunun da %28.48 'ini oluşturmuştur. Bu divizyoya ait türler özellikle su sıcaklığının ve gün uzunluğunun arttığı Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında aşırı çoğalmışlardır. *Merismopedia glauca* ve *Merismopedia elegans* Temmuz ve Ağustos 2010 ve 2011 aylarında çoğalarak fitoplanktonda dominant olmuşlardır. *Chroococcus turgidus* 2010 ve 2011 Temmuz, Ağustos, Eylül aylarında, *Oscillatoria* cinsine ait türler ise 2010 ve 2011 Haziran Temmuz ve Ağustos aylarında artışlar göstermiştir. Wehr ve Sheath (2003), *Merismopedia glauca* mezotrofik göllerde, genelde metafitonda ve nadiren fitoplanktonda yasadığını, *Microcycstis* spp. türlerinin tropikal ve subtropikal bölgelerdeki (su sıcaklığı yüksek) ötrofik gölleri tercih ettigini, John ve ark, (2003), *M. glauca* tatlı sularda ve dip kısmı siltli ve çamurlu olan göllerde ve mezotrofik göllerde yaşadığını, *Chroococcus turgidus* geniş bir pH, sertlik ve besin aralığında sığ göllerde özellikle oligotrofik veya mezotrofik göllerde yayılış gösterdiğini, *Chroococcus limneticus* da mezotrofik göllerde yayılış gösterdiğini bildirmiştir. *Oscillatoria tenuis* tatlı ve hafif tuzlu sularda tipik olarak öncelikle bentikte yaşayan fakat sonrasında yüzen bir plankton olduğunu bildirmiştir. Komarek ve Anagnostidis (1999), *Microcycstis aeruginosa*'nın mezotrofik ve ötrofik sularda, *Merismopedia glauca*'nın ise kozmopolit olduğunu ve littoral bölgesi kirlenmemiş sularda yaşadıklarını bildirmiştir.

Ülkemizde araştırılan ötrofik özellikteki iç sularda *Chroococcales*, *Nostocales* ve Hormogonales üyelerinin özellikle yaz aylarında aşırı çoğalmalar yaptığı belirtilmiştir (Yazıcı ve Gönülol, 1994., Şehirli, 1998., Maraşlıoğlu ve ark., 2005., Maraşlıoğlu, 2007). Araştırma alanımızda 2010 ve 2011 Eylül aylarında *Microcystis aeruginosa* türü aşırı çoğalmıştır. *Chroococcales* ordosuna ait *Microcystis aeruginosa* türü Kurtboğazı Baraj Gölü (Aykulu ve Obalı, 1981), Mogan Gölü (Obalı, 1984), Karamık Gölü (Gönülol ve Obalı, 1986) ve Suat Uğurlu Baraj Gölü (Gönülol ve Obalı, 1998b), Suğla Gölü (Akköz ve Yılmaz, 2009) ve Cernek Gölü (Can, 2012)'nde aşırı çoğalmalar yaptığı tespit edilmiştir. Sıcaklık, ışık ve besin tuzu gibi etkenler mavi-yeşil alg gelişimini denetleyen temel etkenlerdir. Bu alg grubu genellikle ötrofik göllerde yoğun olarak gelişmekte olup, en iyi gelişimi 25-35°C sıcaklıkta, pH 7.5-9 aralığında ve sert sularda göstermektedir (Huber-Pestalozzi, 1968; Prescott, 1973; Çetin ve Şen, 1997; Howard ve Easthope, 2002). Araştırma alanımızda yaz sıcaklıkları 25-30 °C, pH aralığı 8.5-9 aralığında ve sert su özelliğinde olduğu belirlenmiştir. Apa Baraj Gölü'nde *Oscillatoria* cinsine ait dokuz tür tespit edilmiştir. Hellawell (1989)'a göre *Oscillatoria* türleri kirliliğin yüksek olduğu, besince zengin ortamlarda, su kalite sınıfı açısından ß-mezosaprobik sularda bolca görülmektedir. Palmer (1980)'e göre, *Oscillatoria* türleri suda organik kirliliğinin indikatör türlerindendir. Araştırma alanımızda bulunan *Phormidium tenue* nairen mevcut türler arasındadır. Bu türe Barutçu Gölü (Aysel ve ark., 2002)'nde, Devegeçidi Baraj Gölü (Baykal ve ark., 2004)'nde ve Sarıyar Baraj Gölü (Atıcı, 2004)'nde görülmüştür hatta Sarıyar Baraj Gölü'nde en çok görülen türler arasında yer almıştır. Apa Baraj Gölü'nde *Anabaena* (*Anabaena affinis*, *Anabaena limnetica*, *Anabaena oscillarioides*) cinsi üç türle temsil edilmiştir. Bu türler özellikle 2010 Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında sayıca çoğalmışlardır. *Anabaena* cinsi ötrofik karakterli göllerde bulunmaktadır (Mason, 1991). Türkiye de yapılan birçok çalışmada bu türlere rastlanılmıştır (Atıcı ve Obalı, 2002; Baykal ve Açıkgöz, 2004; Baykal ve Yıldız, 2006; Akköz ve Yılmaz, 2009).

Apa Baraj Gölü fitoplanktonunda *Euglenophyta* divizyosuna ait sadece 5 takson tespit edilmiştir. Bu grup fitoplankton kompozisyonunun %4'ünü ve toplam birey yoğunluğunun da %10.32 'sini oluşturmuştur. *Euglenophyta* türlerinin organik maddelerin bol olduğu sularda daha iyi geliştiği belirtilmiştir (Round, 1956). Apa Baraj Gölü'nde Palmer (1969)'in indeks değerine göre ileri derecede organik kirlilik söz konusudur. Araştırma sonuçlarıda bunu destekler niteliktedir. Ayrıca Akköz ve Özçelik (2008)'de yapmış oldukları çalışma sonucunda da Apa Baraj Gölü'nde organik kirlilik

olduğu belirtilmiştir *Euglena* spp., *Trachelomonas* spp., ve *Phacus* spp. türlerinin kozmopolit ve mezotrofik göllerde yaşadıkları bildirmiştir (John ve ark., 2003). Suat Uğurlu (Yazıcı ve Gönülol, 1994), Hasan Uğurlu (Gönülol ve Obalı, 1998a) ve Yedikır (Maraşlıoğlu, 2007) Baraj Göllerinde bu grubun üyelerine az sayılarda rastlanırken, ötrofik özellikli göllerden Abant (Atıcı ve Obalı, 2002) ve Ladik (Maraşlıoğlu ve ark., 2005) Gölleri ile Porsuk Göleti'nde (Gürbüz ve ark., 2002), *Trachelomonas* spp. türlerine bol olarak rastlanmıştır.

Apa Baraj Gölü fitoplanktonunda *Dinophyta* divizyosuna ait sadece 1 takson tespit edilmiştir. Bu grup fitoplankton kompozisyonunun %1'ini ve toplam birey yoğunluğunun da %0.06 'sını oluşturmuştur. *Parvodinium inconspicuum* sadece 2010 ve 2011 Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında nadiren de olsa görülmüştür. Mezotrofik suların belirleyicisi olduğu bildirilen *Ceratium hirundinella* (Rawson, 1956) türü ise araştırma alanımızda hiç görülmemiştir.

Planktonik algler gibi bentik alglerde enerji ve karbon gereksinimleri yönünden tam fotoototrofik olarak kabul edilirler. Bentik algler su kalitesinin izlenmesi araştırmalarında rol oynayan ideal organizmalardır. Primer üreticiler oldukları için besin zincirinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik bileşenleri bağlamında sucul ekosistemlerde esas yeri tutarlar. Bu, sucul ekosistemlerde kritik bir bağlantıdır ve bu bağlantıdaki aksama sucul komünitelerin miktarını derinden etkileyebilir. Bağlı oldukları için diğer etkenler vasıtasıyla göle gelen potansiyel kirleticilerden sakınamazlar. Ya kendilerini çevreleyen abiyotik çevreye uyum göstermeli ya da yok olmalıdırlar. Böylece zengin tür çeşitliliğine sahip olan bentik algler çevresel izleme için zengin bir danışma sistemi sunarlar. Çevresel strese ve stresten sonra yeniden iyileşmeye cevap veren ilk organizmalar arasında oldukları için mevcut çevresel şartların gayet tipik temsilcileridirler. Aynı zamanda sucul komünitelerde kirleticilerden kaynaklanan ve uzun zaman içinde meydan gelebilen kirliliğin zaman içindeki değişim derecelerinin incelenmesinde de kullanılırlar (Stevenson ve ark., 2001).

Bentik bölge, iç suların alg florasına önemli katkıda bulunmakta ve suyun verimliliğini etkilemektedir. Bentik bölgede genellikle sedimanlar üzerinde yaşayan epipelik, su içindeki taşlara bağlı epilitik ve bitkilerin üzerinde bağımlı yaşayan epifitik algler bulunmaktadır. Bu topluluklar lagünler gibi sığ sularda tür ve birey sayısı bakımından fitoplanktondan daha zengin olabilirler (Gönülol, 1985a).

Littoral zonun derin ve sığ göllerde çok kompleks olduğu görülür. Yapılan çalışmalar gösteriyor ki littoral bölge, omurgasız ve balıklar için önemli besin kaynağı

olduğu gibi (Albay ve Akçaalan, 2008), göllerin hemen hemen tüm üretimini sağlamaktadır (Meulemans, 1998; Kiss ve ark., 2003). Epipelik algler su altı üretiminin önemli bir kısmını karşılamaktadır. Gürbüz (2000)'ün bildirdiğine göre Round ve Hickman bentik algleri katı ve sıvı yüzeyler arasındaki kapalı alanda yaşayan organizmalar olarak tanımlamaktadır. Epipelik alg üretimi, biyoması ve populasyon dinamiği üzerindeki araştırmalar çoğu kez onların toplam bentik üretimini aştığı ve bu yüzden akuatik ekosistemlerin toplam primer üretimleri belirlenirken ihmal edilmeyeceklerini göstermiştir. Yılın büyük bir kısmında biomasta düşüklük olmasına rağmen epipelik algler, algal komüniteler arasında ikinci derecede etkilidir ve bütün bir ekosistem için büyük bir öneme sahiptir.

Epifitik algler besin ağının önemli bileşenlerindendir (Michael ve ark., 2006). Ayrıca, epifitik algler verimli dış kaynaklara duyarlılığından dolayı su kalitesi ve çevresel değişimlerin iyi indikatörlerindendir (Lowe ve ark., 1996; Barbour ve ark., 1999). Akuatik sistemlerde epifitik alg oluşumu, substratların kullanılabilirliği ve abiyotik ve biyotik çevre tarafından belirlenir (Lowe ve ark., 1996). Ilıman bölgelerde epifitik alglerin mevsimsel değişimi iklimsel koşullara bağlı olduğu gibi su kütlesinin trofik durumuna da bağlıdır (Meulemans, 1998). Ilıman iklim kuşağında bulunan Türkiye göllerinde kıyı bölgesi alglerinin sistematik ve ekolojik özelliklerinin incelendiği çok sayıda araştırmalar vardır (Gönülol, 1985a-b; Altuner ve Aykulu, 1987; Şen ve Çetin, 1988; Obalı ve ark., 1989; Elmacı ve Obalı, 1992; Gönülol; 1993; Temel 1997; Akköz, 2000; Şahin, 2002; Çetin ve ark., 2002; Atıcı ve ark., 2005; Akköz ve ark., 2006; Kolaylı ve Şahin, 2007; Sıvacı ve ark., 2008; Soylu ve Gönülol, 2010; Can., 2012; Aşıkkutlu ve Akköz, 2013).

Apa Baraj Gölü littoral bölgesinde epipelik, epilitik ve epifitik algler üzerine yapılan kalitatif araştırmada, tür çeşitliliği en fazla olan alg grubu diyatomelerdir. Türkiye göllerinde yapılan bentik alg çalışmalarında da diyatomelerin dominant olduğu görülmektedir. Apa Baraj Gölü epipelik alg kommünitesinde; *Heterokontophyta* (37 takson; %46), *Cyanobacteria* (22 takson; %28), *Euglenophyta* (6 takson; %8), *Chlorophyta* (13 takson; %17) ve *Charophyta* (1 takson; %1) divizyolarına bağlı toplam 79 takson kaydedilmiştir. Epifitik alg kommünitesinde ise; *Heterokontophyta* (57 takson; %54), *Chlorophyta* (30 takson; %28), *Cyanobacteria* (9 takson; %9), *Charophyta* (9 takson; %9), *Euglenophyta* (1 takson; %1) divizyolarına ait toplam 106 takson tespit edilmiştir. Epilitik alg kommünitesinde ise; *Heterokontophyta* (62 takson; %39), *Cyanobacteria* (37 takson; %25), *Euglenophyta* (8 takson; %5), *Chlorophyta* (48

takson; %29), *Charophyta* (2 takson; %1) ve *Dinophyta* (1 takson; %1) divizyolarına bağlı toplam 158 takson kaydedilmiştir.

Apa Baraj Gölü epipelik alg florasında diyatomelerden *Craticula ambigua Cyclotella comta* ve *C. striata*, *Cymatopleura solea*, *Cymbella cymbiformis*, *Cymbella tumida*, *Melosira varians*, *Navicula radiosa* devamlı mevcut türler, *Craticula citrus*, *Cymbella dorsenotata*, *Fragilaria capucina*, *Gomphonema olivaceum*, *Hantzchia amphioxys*, *Navicula gregaria*, *Nitszchia sigmoidea* türleri çoğunlukla mevcut türler olarak kaydedilmiştir. *Diploneis subconstricta*, *Fragilaria tenera* ve *Geissleria similis* nadiren mevcut türler olarak kaydedilmiştir.

Apa Baraj Gölü epifitik alg florasında diyatomelerden, *Navicula radiosa* türü yapılan örneklemeler sırasında devamlı mevcut tür olarak kaydedilmiştir. *Cocconeis placentula*, *Craticula ambigua*, *Cyclotella meneghiniana* ve *Cyclotella ocellata Cymbella tumida*, *Fragilaria crotonensis* ve *Synedra ulna* türleri ekseriya mevcut türler olarak kaydedilmiştir. *Aneumastus tuscula*, *Brebissonia lanceolata*, *Encyonema prostratum*, *Caloneis silicula*, *Craticula cuspidata*, *Gyrosigma tenuissimum*, *Navicula viridula*, *Navicula vulpina*, *Pinnularia acuminata*, *Pinnularia britannica Eunotia parallela*, *Surirella brebissonii* türleri nadiren mevcut türler olarak kaydedilmiştir.

Apa Baraj Gölü epilitik alg florasında diyatomelerden *Navicula radiosa* türü yapılan örneklemeler sırasında devamlı mevcut tür olarak kaydedilmiştir. *Craticula ambigu Navicula phyllepta*, *Cymbella cistula*, *Gomphonema subclavatum*, *Rhoicosphenia abbreviata*, *Fragilaria crotonensis*, *Hantzschia amphioxys*, *Nitzschia dissipata*, *Surirella ovalis* türleri ekseriya mevcut türler olarak kaydedilmiştir. *Amphora robusta*, *Aneumastus tuscula*, *Cymbella parva*, *Encyonema prostratum*, *Encyonema ventricosum*, *Rhoicosphenia* sp. *Fragilariforma virescens*, *Synedra nana*, *Mallomonas acaroides* ve *Tribonema bombycinum Navicula capitatoradiata*, *Navicula fusoides*, *Navicula schadei*, *Navicula sphaerocephala*, *Pinnularia borealis*, *Planothidium dispar*, *Surirella angusta* türleri yapılan örneklemeler sırasında nadiren mevcut türler olarak kaydedilmiştir.

Türkiye'de lentik sistemlerde sedimanlar üzerinde yapılan çalışmalarda sentrik diyatome üyeleri genellikle düşük sayılarda gözlenmiştir (Obalı, 1984; Şen, 1988; Obalı ve ark., 1989; Elmacı ve Obalı, 1992; Gönülol ve Çomak, 1992b; Kolaylı ve Şahin, 2008; Soylu ve Gönülol, 2010). *Cyclotella* türlerinin ötrofiye geçişte indikatör türler olduğu bildirilmiştir (Round, 1984). Apa Baraj Gölü'nde epipelik, epilitik ve epifitik diyatom kompozisyonunun içerisinde *Cyclotella* cinsine ait türler bulunmaktadır.

Diyatomeler; ekosistemlerde önemli oluşu, çevresel şartların indikatörü olarak kullanılabilirliği ve kullanımındaki kolaylık nedeniyle çevresel şartların indikatörü olarak kullanılırlar. Round (1984)'a göre, özellikle bazı diyatome türleri için suyun hafif alkali olması yayılış oranlarını artırıcıdır. Apa Baraj Gölü alkali özellikte olmasından dolayı, bentik alg kommünitesinde yaygın olarak bulunan *Amphora ovalis*, *Cymbella affinis*, *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia sigmoidea* türlerine çoğunlukla mevcut olarak rastlanmıştır. Yine devamlı yada çoğunlukla rastlanan *Navicula radiosa* alkali ve ötrof göllerde yaygın olarak bulunur. Round (1957), *Navicula* türlerinin ötrofik göllerde çok iyi gelişim gösterdiğini bildirmiştir. Algolojik araştırmalarda *Navicula* cinsinin en fazla tür içerdiği görülmektedir. Araştırma alanının yaz aylarında ötrofik yapıda oluşu nedeniyle bentik komünitede bu cinsin türleri fazla sayıda kaydedilmiştir. Palmer (1969)'a göre, Apa Baraj Gölü bentik alg florasında mevcut olan *Navicula*, *Nitzschia*, *Melosira*, *Gomphonema*, *Cyclotella*, *Surirella*, *Synedra*, *Diatoma*, *Cocconeis* cinsleri kirliliğe toleranslı olan diyatomelerdir. Palmer (1969)'in kirliliğe toleranslı cinsler içinde sınıflandırdığı *Nitzschia palea*, *Melosira varians*, *Cyclotella meneghiniana*, *Navicula cryptocephala*, *Diatoma vulgaris*, *Cocconeis placentula*, *Nitzschia sigmoidea* türleri Apa Baraj Gölü bentik alg florasında mevcut olan türlerdir.

Türkiye'de lentik sistemlerde sedimanlar üzerinde yapılan çalışmalarda *Chlorophyta* divizyosu genel olarak bütün göllerde zengindir (Akköz ve ark., 2000; Atıcı ,ve ark., 2005; Akköz ve ark., 2006; Sıvacı ve ark., 2008; Can., 2012). Apa Baraj Gölü epipelik alg florasında, *Chlorophyta*'dan *Pediastrum duplex* çoğunlukla mevcut tür olarak kaydedilmiştir. *Ulothrix subconstricta* ve *Ulothrix subconstricta* yapılan örneklemeler sırasında nadiren mevcut tür olarak kaydedilmiştir. Apa Baraj Gölü epifitik alg florasında *Monoraphidium contortum*, *Monoraphidium obtusum*, *Pediastrum boryanum*, *Scenedesmus quadricauda*, *Chlorococcum humicola* türleri çoğunlukla mevcut türler olarak kaydedilmiştir. *Chlorella vulgaris*, *Geminella interrupta*, *Chlorococcum macrostigmatum*, *Crucigenia apiculata*, *Microspora pachyderma*, *Scenedesmus arcuatus*, *Tetraedron minimum*, *Tetraedron triangulare*, *Stigeoclonium pachydermum* türleri nadiren mevcut türler olarak kaydedilmiştir. Apa Baraj Gölü epilitik alg florasında ise *Chlorococcum humicola*, *Cladophora glomerata*, *Scenedesmus quadricauda* türleri çoğunlukla mevcut türler olarak kaydedilmiştir. *Acanthosphaera zachariasii*, *Crucigenia apiculata*, *Crucigenia quadrata*, *Ankistrodesmus angustus*, *Ankistrodesmus spiralis*, *Coelastrum sphaericum*, *Kirchneriella lunaris*, *Scenedesmus obliquus*, *Scenedesmus bijuga* ve *Scenedesmus*

raciborskii, *Stigeoclonium nanum*, *Ulothrix aequalis* türleri nadiren mevcut tür olarak kaydedilmiştir.

Palmer (1969); *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Selenastrum*, *Chlorococcum* ve *Cladophora* cinslerinin organik kirliliğe toleranslı olduğunu belirtmiştir. Apa Baraj Gölü'de bentik alg florasında bulunan *Scenedesmus* cinsine ait *Scenedesmus bijuga*, *S. dimorphus*, *S. abundans* türleri kirliliğe toleranslı olan türlerdendir (Palmer, 1969; Steveson ve ark., 2001). Hutchinson (1967), *Chlorococcales* üyelerinin bulunuşunu oligotrofik devreden ötrofik devreye geçiş olarak kabul etmiştir.

Apa Baraj Gölü epipelik alg florasında *Charophyta*'dan tek tür olan *Cosmarium formosulum* örnekleme boyunca bazen mevcut olarak kaydedilmiştir. Epifitik alg florasında, *Cosmarium botrytis*, *Cosmarium contractum*, *Cosmarium granatum*, *Spirogyra aequinoctialis* türleri yapılan örneklemeler sırasında bazen mevcut türler olarak kaydedilmiştir. *Cosmarium formosulum*, *Cosmarium lae*ve, *Cosmarium ornatum*, *Cosmarium variolatum var. cataractarum*, *Spirogyra subsalsa* türleri nadiren mevcut tür olarak kaydedilmiştir. Epilitik alg florasında ise, iki takson vardır bunlardan *Spirogyra gratiana* türü yapılan örneklemeler sırasında bazen mevcut tür olarak kaydedilmiştir. Bir diğeri ise *Staurastrum pingue* türü nadiren mevcut tür olarak kaydedilmiştir.

Dezmidlerin, genellikle oligotrof-mezotrof karakterli, düşük elektriksel iletkenlik ve kalsiyum içeren tatlı sularda yaygın olduğu belirtilmiştir (Wehr ve Sheath, 2003). Lentik sistemlerde sediman üzerinde yapılan çalışmalarda *Charophyta* üyelerine ait üyelerde rastlanılmasına rağmen, tespit edilen dezmid üyelerinin tür sayısının oldukça az olduğu görülmüştür (Şahin 2002; Atıcı ve ark., 2005; Albay ve Akçaalan, 2008; Kolaylı ve Şahin, 2009; Can 2012). Palmer (1969)'a göre, *Cosmarium* cinsine ait türler kirliliğe tolaranslı türler olup, daha çok mezotrofik göllerde yaygın olarak görülmektedir.

Apa Baraj Gölü epipelik alg florasında *Euglenophyta*'dan *Euglena Spirogyra* ve *Lepocinclis fusiformis* türleri ekseriya mevcut, *Euglena gracilis*, *Phacus nordstedtii* ve *Phacus pleuronectes* türleri bazen mevcut, *Lepocinclis playfairiana* nadiren mevcut tür olarak kaydedilmiştir. Epifitik alg florasında tek tür olan *Trachelomonas hispida* bazen mevcut tür olarak kaydedilmiştir. Epilitik alg florasında ise *Euglena gracilis*, *Lepocinclis oxyuris*, *Euglena polymorpha*, *Lepocinclis acuta* ve *Lepocinclis fusiformis* bazen mevcut, *Euglena proxima*, *Euglena sanguinea* ve *Lepocinclis wangi* nadiren mevcut türler olarak kaydedilmiştir. Türkiye'de yapılan çalışmalar içerisinde Seyfe

Gölü'nde (Elmacı ve Obalı, 1992), Bafra Balık Göllerinde (Gönülol, 1993a), Sera Göl'ünde (Şahin, 1997), Yedigöller'de (Şahin, 2002), Abant Gölü'nde (Atıcı ve ark., 2005), Karagöl'de (Kolaylı ve Şahin, 2009), Gıcı Gölü'nde (Soylu ve ark., 2010) *Euglenophyta* üyeleri tür çeşitliliği ve miktar olarak önemli olmuşlardır. Palmer (1969)'a göre organik madde ile kirlenmiş sığ ve küçük sularda *Euglenophyta* üyeleri çok sayıda görülmektedir. *Euglena* türlerinin organik kirliliğin varlığını gösteren indikatör organizmalar olduğu ve ortamdaki organik madde miktarının %25'ten fazla olduğu zaman ortaya çıktığı, bu oran %25'in altına düştüğünde *Euglena* türlerinin ortamda hiç bulunmadığı veya düşük sayılarda olabildikleri belirtilmiştir (Round, 1957). Pollusyona toleranslı alg listesinde en fazla kaydedilen cins *Euglena*'dır ve en yüksek pollusyon indeksine (5) sahiptir (Palmer, 1969). Apa Baraj Gölü'ndeki bentik alg florasında bulunan *Lepocinclis*, *Euglena* ve *Trachelomonas* cinsleri kirliliğe toleranslı türlerdir (Palmer, 1969). Apa Baraj Gölü'de yer alan ve organik madde bakımından kirliliği yüksek sularda bu grubun üyelerinden *Euglena gracilis*, *Trachelomonas* sp. ve *Lepocinclis* sp. türleri sayıca çok fazladır ve kirlilik indikatörleri olarak bilinirler (Palmer, 1969).

Apa Baraj Gölü epipelik alg florasında *Cyanobacteria*'dan *Microcystis aeruginosa* çoğunlukla mevcut, *Anabaena cylindrica*, *Calothrix braunii*, *Calothrix crustacea*, *Merismopedia glauca*, *Nostoc commune*, *Nostoc comminutum*, *Oscillatoria anguina* ve *Oscillatoria tenuis* ekseriya mevcut, *Aphanocapsa holsatica*, *Oscillatoria agardhii*, *Oscillatoria limnetica*, *Oscillatoria princeps* ve *Phormidium tenue* yapılan örneklemeler sırasında nadiren mevcut tür olarak kaydedilmiştir. 2010 ve 2011 Mayıs ayında sadece 4. istasyonun bulunduğu yerde *Nostoc* kolonileri meydana gelmiştir (Şekil 6.1). Bu kolonilerin *Nostoc commune* türü olduğu belirlenmiştir.

Epifitik alg florasında *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria tenuis* çoğunlukla mevcut, *Merismopedia elegans*, *Oscillatoria amoena* ekseriya mevcut, *Lyngbya nordgaardii*, *Oscillatoria subbrevis* bazen mevcut, *Oscillatoria limosa*, *Spirulina subsalsa* nadiren mevcut tür olarak kaydedilmiştir.



Şekil 6.1. a. *Nostoc commune*'nin makroskobik kolonial formu **b.** *Nostoc commune* X20'lik görüntüsü **c.** *Nostoc commune* X40'lık görüntüsü **d.** *Nostoc commune* X100'lük görüntüsü

Epilitik alg florasında ise, *Microcystis aeruginosa* çoğunlukla mevcut, *Anabaena affinis*, *Anabaena oscillarioides*, *Oscillatoria tenuis* ekseriya mevcut, *Aphanocapsa grevillei*, *Aphanocapsa litoralis*, *Aphanocapsa muscicola*, *Aphanothece microscopica*, *Calothrix fusca*, *Calothrix parietina*, *C muscicola*, *Chroococcus turgidus*, *Lyngbya lagerheimii*, *Lyngbya limnetica*, *Lyngbya* ver*sicolor*, *Oscillatoria angutsa* ve *Oscillatoria curviceps* nadiren mevcut türler olarak kaydedilmiştir.

Cyanobacteria türlerinin organik madde ile kirlenen yoğun ötrofik sularda bulunduğu bilinir (Round, 1984). Yaz aylarında bentik alg florasında yaygın olan ve çok fazla büyüme gösteren *Ocillatoria* ve *Anabeana* cinsleridir (Round, 1984). Bu grupta *Ocillatoria* ve *Lyngbya* cinsleri kirliliğe toleranslı türler olarak bilinmektedir (Palmer, 1969). Stevenson ve ark., (2001)'a göre *Lyngbya*, *Oscillatoria* ve *Anabaena* cinsleri kirliliğe karşı toleranslı türlerdir. *Oscillatoria tenuis* ve *Oscillatoria limosa* toksin üreten ve kirliliğe toleranslı tür olarak bilinmektedir (Gross ve ark., 1988; Palmer, 1969). Apa Baraj Gölü'nde sediment üzerinde bulunan ve epifitik olarak bulunan *Oscillatoria tenuis* ve *Oscillatoria limosa* türü organik kirliliğe toleranslı, kirlilik indikatörütürlerdir (Palmer, 1969). Apa Baraj Gölü epipelik alg florasında

Microcystis aeruginosa çoğunlukla mevcut tür olarak kaydedilmiştir. Özellikle Eylül ayında aşırı çoğalma göstermiş, Ekim ayından sonra azalmaya ve tekrar bahar aylarında büyük bir artış yapmıştır. Türkiye'de yapılan çalışmalarda *Cyanobacteria* üyelerine sık olarak rastlanılmıştır (Obalı ve ark., 1989; Gönülol, 1992a; Elmacı ve Obalı, 1992; Şahin, 1997; Temel, 1997; Akköz ve ark., 2000; Şahin, 2002; Atıcı ve ark., 2005; Akköz ve ark., 2006; Sıvacı ve ark., 2008; Kolaylı ve Şahin, 2009; Soylu ve ark., 2010, Can, 2012).

Türlerin çeşitliliği ve nisbi bollukları üzerine çeşitli indeksler ve analizler kullanılmaktadır. Bu indeks ve analizler Shannon-Weiner İndeksi tür sayısı zenginliği, klorofil-*a* değeri, Simpson Dominantlık İndeksi ve Simpson Tür Çeşitliliği İndeksleri, benzerlik seviyelerine göre yapılan bir gruplandırma metodu olan Cluster analizi ve diğer indekslerle genellikle paralel bir seyir izlemiştir.

Klorofil-*a* miktarı fitoplankton biyomasının ölçümünde dolaylı bir yöntem olarak kullanılır ve biomass ile yakın ilişkilidir. Klorofil-*a* miktarı ile gölün trofik durumu hakkında bilgi edinilebilir. Ancak tek başına trofik durumu belirlemede yeterli değildir. Buna ilave olarak toplam fosfor ve secchi diski derinliğinin de bilinmesi gerekmektedir. Özellikle son yıllarda çok kullanılan Vollenweider ve Kerekes (1982) sistemine göre gölün kirlilik açısından ne durumda olduğunun belirlenmesi için klorofil-*a* miktarı mutlaka belirlenmelidir. Alg hücrelerinin klorofil-*a* içeriği iç ve dış faktörlerden etkilenir (Vörös ve Padisak, 1991). Düşük klorofil değerleri, besleyici element bakımından sınırlı kommunitelerde ve kültürlerde oluşur. Sınırlayıcı ışık, hücresel klorofil-*a*'nın artışıyla sonuçlanır (Hunter ve Laws, 1981). Klorofil-*a* konsantrasyonu ile biomass arasındaki ilişki algal hücrelerin boyutundan etkilenebilir. Vörös ve Padisak (1991), fitoplanktonun klorofil-*a* zenginliğinin çoğunlukla hücre ölçüleriyle yakından ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Daha küçük olan algler sadece kuru ağırlık ve organik karbon bakımından değil, aynı zamanda daha fazla klorofil-*a* içerirler (Malone, 1980). Apa Baraj Gölü'nde, klorofil-*a* miktarının maksimum olduğu Eylül ayında, küçük hücrelerden oluşan *Microcystis aeruginosa* türünün artış göstererek önemli oluşu bu durumu desteklemektedir. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesinde ölçülen klorofil-*a* değerleri ortalama 1.22-10.972 µg/l arasında değişmiştir. Klorofil-*a* miktarının fitoplanktonun mevsimsel değişimine genellikle uyum gösterdiği görülmüştür. En düşük klorofil-*a* değerleri ilkbahar aylarında elde edilirken, her beş istasyonda da en yüksek klorofil-*a* değerleri 2010 Eylül ayında sırasıyla 10.4, 11, 10.7, 10.7, 12 µg/l olarak ölçülmüştür. Toplam organizma miktarının az olduğu 2010 Mart,

Mayıs ve Aralık aylarında (4982–9499 org/cm^3), klorofil-*a* miktarı da oldukça düşük değerlerde kaydedilmiştir (1.22-1.89 µg/l). 2010 ve 2011 Eylül ayındaki toplam organizma sayısı diğer aylara doğru gittikçe azalmıştır ve bunun paralelinde klorofil- *a* miktarında da azalma görülmüştür. İlkbahar mevsiminde de klorofil-*a* değerleri fitoplanktonun değişimine uyum göstermiştir. Bu aylardan özellikle Nisan ayında *Melosira varians* dominant organizma olmuşlartur. Reynolds (1993) tabakalaşmayan sığ, küçük göllerde trofik durumun, yoğun makrofit gelişimini destekleyebildiğini ve fitoplanktonu çoğunlukla kontrol ettiğini belirtmiştir. Apa Baraj Gölü'nde ortalama klorofil-*a* değeri 4.9 µg/l olarak kaydedilmiştir. Wetzel (1983)'e göre, klorofil-a değeri 0.33-3 µg/l olan göller oligotrofik, 2-15 µg/l olan göller mezotrofik, 10-500 µg/l olan göller ötrofiktir. Bu değerlere göre Apa Baraj Gölü mezotrofik özelliktedir. Benzer bir araştırmanın yapıldığı Mogan Gölü'nde 0.17-50 µg/l; 1.52-15.96 µg/l; 1.94-68 µg/l (Obalı, 1984; Akbulut ve Yıldız, 2001), Yedikır Baraj Gölü yüzey suyunda ölçülen klorofil-*a* değerleri 3–39 µg/l arasında değişmiştir (Maraşlıoğlu, 2007). Sarımsaklı Baraj Gölü'nde yüzey suyunda ölçülen klorofil-*a* değerleri 5.28-45.31 µg/l arasında ölçülmüştür.

Apa Baraj Gölü'nde Kümeleme Analizi (Bray-Curtis benzerlik indeksi) sonuçları tüm istasyonlarda türlerin bolluğuna göre ve ayların benzerlik durumları dikkate alınarak gruplandırılmıştır. Elde edilen dendrogramlarda belirli aylar arasında organizma sayısı bakımından benzerlikler görülmektedir. Tüm istasyonlar dikkate alındığında en yüksek 2010 ve 2011 Haziran ayında 3.istasyonda %92.35 benzerlik görülmektedir. Bu aylarda *Chlorella vulgaris* türünün dominantlığı söz konusudur. Türkiye'de yapılan bazı çalışmalarda türlerin bolluk durumlarına göre fitoplankton kompozisyonun benzerlik durumları belirlenmiştir (Taş, 2003; Soylu ve Gönülol, 2006; Soylu ve ark., 2007; Ersanlı ve Gönülol, 2006; Taş ve Gönülol, 2007, Can, 2012)

Apa Baraj Gölü'nde hesaplanan Shannon-Weaver çeşitlilik indeksi (H') 0.974 ile 1.726 bits arasında değişmiştir. Yüksek çeşitlilik indeks değerleri genellikle yoğun, iyi dengelenmiş komüniteleri gösterirken, düşük değerler stres ve olumsuz etki olduğunu göstermektedir. Tür çeşitliliği için en düşük değer (0.974 bits) 2010 Haziran 1. istasyonda elde edilmiştir. Tür çeşitliliği için bu kadar düşük değer gerçek kirliliği göstermektedir. 1'in altındaki H'indeks değerleri ötrofik seviyeyi gösterirken, 3'ün üstündeki değerler oligotrofik seviyeyi gösterir (Shannon ve Weaver, 1949). Apa Baraj Gölün'nde H'değeri ortalama olarak 1.43 bits aralığında yer almaktadır. Bu değerler Apa Baraj Gölü'nün kirlilik seviyesinin ötrofla oligotrof arasında olduğunu

göstermektedir. Pielou düzenlilik indeks değerleri (J') de Shannon çeşitlilik indeks değerleriyle paralel bir değişim göstermiştir. Düzenlilik değeri en düşük 0.521 (2010 Haziran), en yüksek 0.935 (2011 Kasım) olarak hesaplanmıştır. Düzenliliğin 1 civarında olması tüm türlerin eşit bollukta olduğunu göstermektedir. Apa Baraj Gölü için en önemli stres kaynakları çevresinde yerleşim alanlarının çoğalması, nutrientler, pestisitler, herbisitler ve sediment yükünden kaynaklanan fiziksel değişimlerdir. İlave stres özellikle yazın sulama amaçlı suyun devredilmesi ve yoğun buharlaşma olabilir. Yağış da mevsimsel değişimin temel nedeni olabilir (Huszar ve Reynolds, 1997). Göl yüzeyinin yağışlı mevsim süresince kararsızlığı türlerin bolluğundaki değişimleri ve Shannon çeşitlilik değerini artırır (Maraşlıoğlu, 2007). Son yıllarda yapılan araştırmalarda, fitoplankton komünitelerindeki türlerin çeşitliliği ve düzenliliği bu tür indeksler kullanılarak çalışılmıştır (Taş, 2003; Soylu ve Gönülol, 2006; Soylu ve ark., 2007; Soylu ve Gönülol, 2010; Taş, 2012; Can, 2012).

Simpson dominantlık indeksi 0.026-0.237 bits arasında ve ortalama 0.080 bits bulunmuştur. Simpson tür çeşitlilik indeksi 3.172-50.976 bits arasında ve ortalama 17.67 bits bulunmuştur. Bu iki indeks hesaplama formülüne bağlı olarak birbirine tamamen ters orantı göstermektedir. Simpson dominantlık indeksinde değerlerin genelde sıfıra yakın çıkması baskınlığın az ve tür çeşitliğinin yüksek olduğunu göstermektedir. Simpson tür çeşitliliği indeksinin değeri ne kadar büyük olursa tür sayısı zenginliğini yüksek oluşu ve türlerin birbirine eşit dağıldığını göstermektedir. Düşük değerler dominantlığın artması ve tür sayısına bağlı azalmalardan olmaktadır (Sezen, 2008). Simpson tür zenginliği indeksi genelde tür sayısı zenginliğine paralel bir seyir izlemektedir.

Apa Baraj Gölü fitoplanktonu ayrı özellikli fonksiyonel gruplara (Reynolds ve ark., 2002) göre oluşturan algler; **C, D, N, P, T, S_2, X_1, E, F, J, K, L_0, L_M, M,** ve **W_2** gruplarına aittir. **N**, **F**, **H_1, L_0** ve **W_2** fonksiyonel gruplarının bazı özellikleri Apa Baraj Gölü'nün habitat özelliklerini açıklasa da tam bir uyum göstermemektedir. Gıcı (Soylu ve Gönülol, 2006) ve Liman (Soylu, 2006) ve Yedikır Baraj (Maraşlıoğlu, 2007) Göllerinde de buna benzer sonuçlar elde edilmiştir. Mezotrofik epilimnion tabakasına sahip olan **N** Grubu üyeleri, besin noksanlığı şartlarına toleranslı olup pH artışı ve göl suyu tabakalaşmalarına karşı hassastırlar. Zengin şartlar altında sığ karışan tabakalara sahip göller X_1 Grubu üyeleri, tabakalaşmaya toleranslı olup besin noksanlığına karşı hassastırlar. Apa Baraj Gölü fitoplanktonunda bulunan *Chlorella vulgaris* ve *Monoraphidium contortum* türleri girmektedir. **F** Grubu üyeleri ise temiz sularda iyi

gelişir ve derin karışımlara toleranslıdır, aynı zamanda mezotrof göllerin temsilcileridir. CO_2 noksanlığına karşı hassasiyetleri olan **F** Grubu içerisine koloni oluşturan ve Apa Baraj Gölü fitoplanktonunda bulunan *Kirchneriella* ve *Crucigenia* cinsleri girmektedir. $\mathbf{L_0}$ Grubu ise düşük besine toleransları, CO_2 noksanlığına hassasiyetleri olan bir gruptur ve *Parvodinium* ve *Merismopedia* cinslerini içerisine almaktadır. Araştırma alanımız olan Apa Baraj Gölü'nde **C, N,** $\mathbf{X_1}$ ve **M** Reynolds birlikleri hâkim olmuştur. Gıcı Gölü (Soylu ve Gönülol, 2006)'nde yapılan çalışmada **D**, **P**, **N,** Liman Gölü (Soylu, 2006)'nde yapılan çalışmada **S1**, **F** ve $\mathbf{L_0}$ ve Yedikır Baraj Gölü (Maraşlıoğlu, 2007) **F,** $\mathbf{H_1}$**,** $\mathbf{L_0}$ Reynolds birlikleri hâkim olmuştur.

Apa Baraj Gölü'nde bulunan fitoplanktonlara ve onların sayısal değerine göre olan fitoplankton indeksleri kullanılmıştır ve bu indekslere göre çıkan sonuçlar çizelge 6.3'de verilmiştir.

Çizelge 6.3. Apa Baraj Gölünde İndekslere Göre Çıkan Sonuçlar

Fitoplankton indeksleri	Oligotrofik	Mezotrofik	Ötrofik	Apa Baraj Gölünde Çıkan Sonuçlar
Diatom İndeksi 1	0.0-0.3	-	0.0-1.75	0.15- Oligotrof
Diatom İndeksi 2	0.0-0.3	-	0.0-1.7	0.871- Ötrof
***Cyanophyceae* İndeksi**	0.0-0.4	-	0.0-3.0	8.66- Ötrof
***Chlorophyceae* İndeksi**	0.0-0.7	-	0.2-9.0	7.33- Ötrof
Stockner Diatom İndeksi	0-1	1-2	> 3	1.14- Mezotrof

Dominant cinslere göre (Peerapornpisal ve ark., 2007) Apa Baraj Gölü'nün trofik yapısı "mezo-ötrofik" (5.6 ile 7.5), su kalitesi ise "orta kirli"olarak belirlenmiştir. Yapılan araştırmalarda Cernek Gölü (Can, 2012) su kalitesi ve göletin trofik yapısı 5.6 ile 7.5 değerleri arasında olup Göletin trofik seviyesi "mezo-ötrofik", su kalitesi ise "orta-kirli" değerde bulunmuştur. Çambaşı Göleti (Topkara, 2011)'nin su kalitesi ve göletin trofik yapısı 3.6 ile 5.5 değerleri arasında olup Göletin trofik seviyesi "mezotrofik", su kalitesi ise "orta" değerde bulunmuştur. Yine yapılan bir araştırmada Gaga Gölü (Taş, 2012)'nin su kalitesi ve trofik yapısı 3.6 ile 5.5 değerleri arasında olup Gölün trofik seviyesi "mezotrofik", su kalitesi ise "orta" değerde bulunmuştur.

Palmer (1969)'a göre organik kirliliği gösteren 20 farklı fitoplankton cinsinden Apa Baraj Gölü'nde 17 tanesi mevcuttur. Bu cinslere ve cinslerin değerlerine göre yapılan hesaplamalar sonucunda, Apa Baraj Gölü'nün indeks değerinin ≥ 20 olması nedeniyle gölde ileri derecede organik kirlilik söz konusudur. Yapılan araştırmalarda

Cernek Gölü (Can, 2012)'nde 20 farklı fitoplankton cinsinden 16 tanesi mevcut olup gölde ileri derecede organik kirlilik söz konusudur. Çambaşı Göleti (Topkara, 2011)'nde 20 farklı fitoplankton cinsinden sadece 8 tanesi mevcut olup göletin organik kirliliğe ılımlı bir gölet olduğu belirlenmiştir.

Apa Baraj Gölü'nde uygulanan PCA analizine göre fitoplankton biyoması ile fiziko-kimyasal parametrelerin birbirleriyle olan ilişkileri belirlenmiştir. PCA analizine göre pozitif yönde bir korelasyon olduğunu göstermektedir. İstatistikî olarak 0.70 üzerinde olan ilişkiler güçlü olarak değerlendirilir.

Su sıcaklığının askıda katı madde, amonyum ve magnezyum ile ilişkisi önem düzeylerinin altındadır ancak diğer parametrelerle olan ilişkisi ise $p<0.01$ önem düzeyinde pozitiftir. Sıcaklığın $p<0.01$ önem düzeyinde pozitif olarak en fazla birbirleriyle ilişkili olan parametreler sırasıyla; bulanıklık, nitrat, toplam fosfat, klorofil-*a* ve *Chlorophyta* olduğu belirlenmiştir. Fitoplankton biyoması ile ilişkisi *Chlorophyta*, Euglenophya ve *Cyanobacteria* $p<0.01$ önem düzeyinde pozitif olup, 0.70 üzerinde olduğu için güçlü bir ilişki gösterdiği söylenebilir. Çözünmüş oksijenin, askıda katı madde ve magnezyum ile ilişkisi önem düzeylerinin altındadır. Amonyum ile olan ilişkisi $p<0.05$ önem düzeyinde pozitiftir ve diğer parametrelerle olan ilişkisi ise $p<0.01$ önem düzeyinde pozitiftir. Çözünmüş oksijenin $p<0.01$ önem düzeyinde pozitif olarak en fazla birbirleriyle ilişkili olan parametreler sırasıyla; potasyum ve nitrit olduğu belirlenmiştir. Fitoplankton biyoması ile ilişkisi $p<0.01$ önem düzeyinde olmasına rağmen 0.70 üzerinde olan *Chlorophyta* ve *Cyanobacteria*'dır. Klorofil-*a*'nın magnezyum ve *Euglenophyta* ile olan ilişkisi $p<0.05$ önem düzeyinde pozitiftir ve diğer parametrelerle olan ilişkisi ise $p<0.01$ önem düzeyinde pozitiftir. Fitoplankton biyoması ile ilişkisi *Heterokontophyta* ve *Chlorophyta* $p<0.01$ önem düzeyinde pozitif olup, 0.70 üzerinde olduğu için güçlü bir ilişki gösterdiği söylenebilir. Nitratın magnezyumla ile ilişkisi önem düzeylerinin altındadır ancak diğer parametrelerle olan ilişkisi ise $p<0.01$ önem düzeyinde pozitiftir. Nitratın $p<0.01$ önem düzeyinde pozitif olarak en fazla birbirleriyle ilişkili olan parametreler sırasıyla; *Chlorophyta*, *Euglenophyta* ve *Cyanobacteria* olduğu belirlenmiştir. Fitoplankton biyoması ile ilişkisi $p<0.01$ önem düzeyinde pozitif olup, *Heterokontophyta* hariç diğerleri 0.70 üzerinde olduğu için güçlü bir ilişki gösterdiği söylenebilir.

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 secchi derinliği ve toplam fosfor değerlerinin de kullanılması suretiyle çeşitli indeksler geliştirilmiştir. Bunlardan birisi de Carlson (1977)'un geliştirdiği Trofik Statü İndeksi (TSI)'dir. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesinde araştırma yapıldığı için, TSI değerini hesaplamada Secchi diski parametresi kullanılmamış, klorofil-*a* ve toplam fosfor parametreleri kullanılmıştır. Araştırma süresince iki değişkene ait ortalama TSI değerleri; klorofil-*a* için 44.27, toplam fosfor için 48.67 olarak hesaplanmıştır. TSI Kl-*a* değerine göre göl mezotrofik (40<TSI<50), TSI TP değerine göre göl mezotrofik yapıdadır (40<TSI<50). Apa Baraj Gölü'nde TSI_{ORT} değeri 46.52 olarak hesaplanmıştır. Bu değer gölün mezotrofik seviyede olduğunu (40<TSI<50) göstermektedir (Carlson, 1977; Carlson ve Simpson, 1996). Benzer şekilde, Yedikır Baraj Gölü (Maraşlıoğlu, 2007)'nde yapılan araştırmada da klorofil-*a* için 56, toplam fosfat için 53 olarak hesaplanmıştır ve bu TSI değerlerine göre Yedikır Baraj Gölü ötrof özellikte bulunmuştur. Kemer Baraj Gölü (Özyalın ve Yalın, 2008)'nde yapılan araştırmada da klorofil-*a* için TSI değeri 1.72-38.14 arasında toplam fosfat için TSI değeri 5.39-47.66 olarak hesaplanmıştır ve bu TSI değerlerine göre Kemer Baraj Gölü oligotrofikten mezotrofiğe doğru geçmekte olduğu bulunmuştur. Sarımsaklı Baraj Gölü (Sezen, 2008)'nde yapılan araştırmada da klorofil-*a* için 55, toplam fosfat için 62 olarak hesaplanmıştır ve bu TSI değerlerine göre Sarımsaklı Baraj Gölü ötrof özellikte bulunmuştur. Cernek Gölü (Can, 2012)'nde yapılan araştırmada da klorofil-*a* için 57.60, toplam fosfat için 89.32 olarak hesaplanmıştır ve bu TSI değerlerine göre Cernek Gölü hiperötrofik özellikte bulunmuştur. Carlson (1977), her üç değişkene ait ölçümler yapılsa dahi trofik yapı sınıflandırılmasında önceliğin klorofil indeksine verilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Son yıllarda Türkiye'de yapılan limnolojik çalışmalarda, fitoplankton ile klorofil-*a* miktarı arasındaki ilişkiler (Obalı, 1984; Akbulut ve Akbulut, 2000; Akbulut ve Yıldız, 2001; Atıcı ve Obalı, 2002; Yılmaz, 2002; Akbulut, 2003; Taş, 2003; Demirkalp ve ark., 2004; Soylu, 2006; Maraşlıoğlu, 2007; Sezen, 2008; Topkara, 2011; Can, 2012) ve gölün trofik seviyesini belirlemek için çeşitli indekslerden yararlanılmıştır (Temel, 1992; Tüfekçi, 1999; Manav, 2003; Taş, 2003; Soylu ve Gönülol, 2006; Soylu ve Gönülol, 2006; Ersanlı ve Gönülol, 2006; Soylu ve ark., 2007; Taş ve Gönülol, 2007b; Akköz ve ark., 2009; Soylu ve Gönülol, 2010; Candan, 2011; Topkara, 2011).

Göllerin beslenme düzeyini gösteren bir diğer indeks çeşidi de Nygaard (1949)'ın önerdiği bileşik indekstir. Bu indeks *Cyanobacteria*, *Chlorophyta*, sentrik diyatome ve *Euglenophyta* üyelerinin toplam tür sayılarının *Desmidiaceae* üyelerinin toplam tür sayısına oranıyla hesaplanmaktadır. Hesaplanan bu indeks değerine göre (FBO= 8.85) Apa Baraj Gölü hiperötrof karakter göstermektedir (Ott ve Laugaste, 1996). Yurdumuzda araştırılan diğer göllerde bu indeks değeri Derbent Baraj Gölü (Taş, 2003)'nde 4.8, Sarımsaklı Baraj Gölü (Sezen, 2008)'nde 10.67, Yedikır Baraj Gölü (Maraşlıoğlu, 2007)'nde 8.8, Çambaşı Göleti (Topkara, 2011)'nde 1.48, Cernek Gölü (Can 2012), 7.01, olarak hesaplanmıştır. Göllerin ötrofi derecesinin belirlenmesinde sadece fitoplankton indekslerinin kullanılmasının hatalı olduğu, gölün diğer özelliklerinin de (morfometrik yapı, takson çeşidi, su analizleri v.b.) dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir (Aykulu ve ark., 1983).

7. SONUÇ

Apa Baraj Gölü littoral bölge alglerinin (fitoplankton, epipelik, epifitik ve epilitik algler), mevsimsel değişimi ve bu değişime etki eden fiziko-kimyasal faktörler ile klorofil-*a* miktarı Mart 2010-Mart 2012 tarihleri arasında seçilen beş istasyondan alınan örneklerle incelenmiştir. Fiziko-kimyasal analiz sonuçları Apa Gölü su kalitesinin SKKY (2008)'ye göre I-III. su kalite sınıfları arasında değiştiğini göstermiştir. Apa Baraj Gölü kıyı bölgesi fitoplanktonunda *Heterokontophyta*, *Chlorophyta* ve *Cyanobacteria*, baskın olduğu bir alg komünitesi tespit edilmiştir. *Heterokontophyta* 53 takson ile dominant alg grubudur. *Cyclotella ocellata* ve *Synedra ulna* türleri bu grubun devamlı mevcut türleri olarak kaydedilmiştir. *Cyclotella ocellata* biyomasa önemli katkı sağlamıştır. Epipelik alg florasında 37 takson, epifitik alg florasında 59 taksonla ve epilitik alg florasında ise 62 taksonla *Heterokontophyta* dominant alg grubu olmuştur. Bu grupta *Navicula radiosa* türü yapılan örneklemeler sırasında devamlı mevcut tür olarak kaydedilmiştir. Klorofil-*a* ile fitoplankton biyomasının mevsimsel değişimi tüm istasyonlarda paralellik göstermiştir.

Cluster analizinde tüm istasyonlar dikkate alındığında en yüksek 2010 ve 2011 Haziran ayında 3.istasyonda %92.35 benzerlik görülmektedir. Bu aylarda *Chlorella vulgaris* türünün dominantlığı söz konusudur.

Apa Baraj Gölü'nde hesaplanan Shannon-Weaver çeşitlilik indeksi (H') 0.974 ile 1.726 bits arasında değişmiştir. Tür çeşitliliği için en düşük değer (0.974 bits) 2010 Haziran 1. istasyonda elde edilmiştir. Apa Baraj Gölün'nde H'değeri ortalama olarak 1.43 bits aralığında yer almaktadır.

Simpson dominantlık indeksi arazi süresince en düşük simpson dominantlık indeksi 2011 Kasım ayı 5. istasyonda 0.026 olarak hesaplanmıştır. En yüksek simpson dominantlık indeksi ise 2010 Haziran ayı 5. istasyonda 0.237 olarak hesaplanmıştır. Simpson tür çeşitliliği indeksi arazi süresince en düşük simpson tür çeşitliliği indeksi 2010 Haziran ayı 1. istasyonda 3.172 olarak hesaplanmıştır. En yüksek simpson tür çeşitliliği indeksi ise 2011 Kasım ayı 5. istasyonda 50.976 olarak hesaplanmıştır.

Apa Baraj Gölü'nde fitoplanktonda mevcut grupların tür sayısının birbiriyle oranları hesaplanılmış ve fitoplankton bileşik oran değeri, FBO=8.85 olarak bulunmuştur. Ott ve Lougaste (1996)'a göre hesaplanan bu indeks değerine göre Apa Baraj Gölü hiperötrof karakter göstermektedir.

Apa Baraj Gölü'nde araştırma süresince iki değişkene ait ortalama TSI değerleri; klorofil-*a* için 44.27, toplam fosfor için 48.67 olarak hesaplanmıştır. TSI(Kl-a) değerine göre göl mezotrofik (40<TSI<50), TSI(TP) değerine göre göl mezotrofik yapıdadır (40<TSI<50). Apa Baraj Gölü'nde TSI(ORT) değeri 46.52 olarak hesaplanmıştır. Bu değer de gölün mezotrofik seviyede olduğunu (40<TSI<50) göstermektedir.

Palmer (1969)'ın kirlilik indeksi ilkbahar ve yaz aylarında organik kirliliğin çok fazla olduğunu, dominant cinslere göre belirlenen su kalitesi sonuçları ise, genel su kalitesinin ileri derecede organik kirlilik düzeyinde olduğunu göstermiştir. Dominant cinslere göre (Peerapornpisal ve ark., 2007) Apa Baraj Gölü'nün trofik yapısı "mezo-ötrofik", su kalitesi ise "orta kirli"olarak belirlenmiştir.

Diğer fitoplankton indekslerine göre Diatom indeksi (1): oligotrof, Diatom İndeksi (2): ötrof, *Cyanophyceae* İndeksi: ötrof, *Chlorophyceae* İndeksi: ötrof, Stockner Diatom İndeksi: Mezotrof olarak hesaplanmıştır.

Apa Baraj Gölü'nde uygulanan PCA analizine göre fitoplankton biyoması ile fiziko-kimyasal parametrelerin birbirleriyle olan ilişkilerinin tamamı pozitif yönde bir korelasyon olduğunu göstermektedir.

Baraj göllerinde suyun devamlı akış halinde olması, zaman zaman fitoplankton biyomasının düşük olmasına sebep olabilmektedir. Nitekim tarımsal sulama amaçlı kurulan Apa Baraj Gölü'nde de yazın (Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında) sulama amacıyla suların boşalırken oluşan akıntı ile sonbahar sonu, kış ve ilkbaharda su toplama havzasından sularla gelen akıntılara rağmen algal flora, diğer birçok göllerde gözlenen iyi gelişme olanağına ulaşmıştır. Çünkü Apa Baraj Gölü'nden aynı anda hem suyun gelişi ve hemde suyun çıkışı olmamıştır Doğal ekosistemlerin çoğu çeşitlilik bakımından orta derecede düzenliliğe sahiptir. Başka bir değişle her trofik düzey veya taksonomik grup için birkaç yaygın tür ve çok sayıda ender tür bulunur. Genel olarak insan etkileri doğrudan veya dolaylı olarak bir ekosistemde dominantlığı arttırıcı, düzenliliği ve zenginliği azaltıcı yönde etki yaparlar (Odum ve Barrett 2005). Rawson (1956), fitoplanktondaki dominant tür sayısının diğer grupların tür sayılarına göre daha fazla ekolojik öneme sahip olduğunu belirtmiştir. Baraj gölü hem morfometrik yönden hem de fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından mezotrof bir göl özelliği göstermekte olmasına rağmen göl içinde ve çevresinde makrofitlerin çok az oranda bulunması nedeniyle oligotrofik göl karakterini göstermektedir. Reynolds ve ark. (2002), baraj göllerinin yapıları gereği, nadiren ileri derecede ötrofik olduğunu söylemektedir. Ayrıca göl fitoplanktonunda ve kıyı bölgesinde tespit edilen alg

türlerinin çoğunluğu ötrofik karakterdeki göllerde iyi gelişim gösteren organizmalardır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar şimdilik gölde önemli bir kirlenmenin bulunmadığını göstermektedir. Ancak ötrifikasyon ve kirlilik indikatörü olarak bilinen bazı alg türlerinin (Örn. *Melosira varians*, *Hantzschia anıphioxys*, *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia palea*, *Cymbella* ven*tricosa*, *Surirella ovata*, *Scenedesmus quadricauda*, *Euglena türleri*, *Microcystis aeruginosa* gibi) görülmesi Apa Baraj gölünün kirlenme ve ötrifikasyon problemleri ile karşı karşıya olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

Akbulut, A., Akbulut, N., 2000, Planktonic organisms of Manyas Lake, *Hacettepe Univ. Fen* ve *Müh. Bil. Der. Series A: Biology and Chemistry*, 29: 9-22.

Akbulut, A., Yıldız, K., 2001, Mogan gölü (Ankara) planktonik *Bacillariophyta* üyeleri ve dağılımları, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Dergisi*, 14(4), 1081-1093.

Akbulut, A., Yıldız, K., 2001, The distribution and planktonic algae except *Bacillariophyta* of Lake Mogan (Ankara), *Gazi University J. İnsti., Sci. Tecnol*, 14 (3), 723-739.

Akköz, C., Güler, S., 2004. The algal flora of Topçu Pond(Yozgat)I: Epilytic and epiphytic algae, Selcuk University Science and Art Faculty, *Journal of Science*.vol.23, p. 7-14.

Akköz, C., Küçüködük, M., 2006, Limnological properties of Beyşehir Lake (Konya), *I. Beyşehir and Region International Symposium Beyşehir/Türkiye*, May 11 to 13, p.137-147.

Akköz, C., Küçüködük, M., Obalı, O., Öztürk, C., Doğan, H.H., 2000, Beşgöz Gölü (Sarayönü/Konya) alg florası II: Epilitik ve epifitik algler, *S.Ü.Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 5-11.

Akköz, C., Özçelik, M., 2008, Apa Baraj Gölü suyunun bakteriyolojik ve kimyasal yönden incelenmesi, *Blacksea International Environmental Symposium*, August 25-29, Giresun Turkey.

Akköz, C., Yılmaz, B., 2009, Suğla Gölü (Seydişehir/Konya) bentik algleri üzerine araştırmalar, *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, Sayı 33, 51-59.

Akköz, C., Yılmaz, B., Kalıpcı, E., 2009, Trophic level determination of Acı Lake, Meke Lake And Suğla Lake, *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 1(3): 243-247.

Alabaster, J.S., Lloyd, R., 1980, Water quality criteria for freshwater fish, *Butterworths*, 297 p, London-Boston

Alatalo, R. V., 1981, Problems in the measurement of evenness in ecology, *Oikos*, 37: 199-204.

Albay, M., Akçaalan, R., 2008, Effects of water quality and hydrologic drivers on periphyton colonization on sparganium erectum in two Turkish lakes with different mixing regimes, *Environ. Monit. Assess*, 146, 171-181.

Altuner, Z. ve Aykulu, G., 1987, Tortum gölü epipelik alg florası üzerine bir araştırma, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1 (1), 120-138.

Altuner, Z. ve Gürbüz, H., 1994, Tercan Baraj Gölü fitoplankton topluluğu üzerinde bir araştırma, *Doğu TU. Bot. Dergisi*, 18, 443-450.

Altuner, Z., 1998, Tohumsuz bitkiler sistematiği, I. Cilt, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Yayını*, 186 s.

Anagnostidis, K., Komárek, J., 1988, Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3. *Oscillatoriales*, *Archiv Hydrobiol. Algol. Stud*, 50/53, 327-472.

Anagnostidis, K., Komarek, J., 1989, Modern approach to the classification system of cyanophytes, 4- *Nostocales*, *Algolog. Stud*, 56, 247-345.

Anonim, 1981, Su ve Analiz Metodları, *DSİ Basım* ve *Foto Film İşletme Müdürlüğü Matbaası*, 158 s.

Anonim, 1998, Ankara Kentine İçme Suyu Sağlayan Baraj Gölleri ve Havzasında Su Kalitesi, *Araştırma Raporu*, Ankara, 86 s.

Anonim, 2010, http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/phs5.html

Anonim, 2014a, http://www.cografya.gen.tr/tr/konya/iklim.html

Anonim, 2014b, http://www.kmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=1140

Anonymous, 2006, FishBase http:www.fishbase.org

APHA, 1985, Standard methods for the examination of water and wastewater, 16th ed. *American Public Health Association*, Washington, DC.

Aşıkkutlu, B., Akköz, C., 2013, The benthic algae of Beykavağı Pond (Kadınhanı/Konya), *Journal of Applied Biological Sciences*, 7(3): 08-16.

Atıcı T., Obalı O., Elmacı A., 2005, Abant Gölü (Bolu) bentik algleri, *Ekoloji,* 14(56): 9-15.

Atıcı, T., 2002, Nineteen New Records From Sarıyar Dam Reservoir Phytoplankton for Turkish Freshwater Algae, *Turk J Bot*, 26, 485-490

Atıcı, T., 2004, Sarıyar Barajı Planktonik Algleri Kısım: I – *Cyanophyta*, *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, Cilt II, Sayı XII, 88-98

Atıcı, T., O, Obalı., Çalışkan, H., 2005, Control of Water Pollution and Phytoplanktonic Algal Flora in Bayındır Dam Reservoir (Ankara*)*, *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, Cilt/Volume 22, Sayı/Issue (1-2): 79–82

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. Bilim Dergisi, 4 : 147-155.

Atıcı, T., Obalı, O., 2006, Seasonal variation of phytoplankton and value of chlorophyll *a* in the Sarıyar Dam Reservoir, *Turk J Bot*, 30, 349-357

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2000, Toxicological Profile for Manganese, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*, Atlanta, GA.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2005, Toxicological profile for Nickel, *U.S. Department of Health and Human Services*.

ATSDR 2010, http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/phs5.html

Aykulu, G. and Obalı, O., 1981. Phytoplankton Biyomas in the Kurtboğazı Dam Lake, *Commun. Fac. Sci. Univ.* Ank.,Ser. C, 2, 24, 29-44.

Aykulu, G., Obalı, O ve Gönülol, A., 1983. Ankara çevresindeki bazı göllerde fitoplanktonun yayılışı, *Doğa Bilim Dergisi*, Temel Bilim., 7, 277-288.

Aysel, V., Gezerler, U., Aysel, F., Erduğan H., Türker E., 2002, Barutçu Gölü'nün (Selçuk, İzmir, Türkiye) mikro ve makro algleri, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, Cilt/Volume 19, Sayı/Issue (1-2): 1–11.

Barbour, M. T., Gerritsen, J., Snyder, D. B., Stribling, J. B., 1999, Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphtyon, benthic macroinvertebrates and fish, *United States Enviromental Protection Agency*; Washington.

Barlas, M., 1995. Akarsu Kirlenmesinin Biyolojik ve Kimyasal Değerlendirilmesi ve Kriterleri. In: Doğu Anadolu Bölgesi I. ve II. Su Ürünleri Sempozyumu Bildirileri. 14-16 Haziran 1995. Erzurum. 465-479.

Barsanti, L, and Gualtieri, P., 2006, Algae anatomy, biochemistry and biotechnology, *Taylor and Francis Group*, Newyork, USA.

Bartell, S.M., 1997, Ecological risk assessment, progressing through experience or stalling in debate, *Environmental Management*, 21, 6, 822-825.

Baykal T, Salman S, Açıkgöz İ., 2006, The relationship between seasonal variation in phytoplankton and zooplankton densities in Hirfanlı Dam Lake (Kırşehir, Turkey), *Turk J Biol*, 30, 217-226.

Baykal T.,Yıldız K., 2006, Çamlıdere Baraj Gölü *Bacillariophyta* dışı algleri, *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergis,i* 20:63-77.

Baykal, T. ve Açıkgöz, İ., 2004, Hirfanlı Baraj Gölü algleri, *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi*, Cilt 5, Sayı 2, 115-136.

Baykal, T., Açıkgöz, İ., Yıldız, K. ve Bekleyen, A., 2004, A study on algae in Devegeçidi Dam Lake, *Turk J Bot*, 28 (2004) 457-472.

Baytut, Ö., Gönülol, A., Arslan, N., Ersanlı, E., 2006, The Phytoplankton of Karaboğaz Lake in Samsun, Turkey. *Journal of Freshwater Ecology*, Volume: 21, Number: 2, 359 – 361.

Blinn, D. W., 1993, Diatom community structure along physicochemical gradients in saline lakes, *Ecology*, 74, 1246-1263.

Boyd, C.E., 1979, Water quality in warmwater fish ponds, *Craftmaster Printers Inc*, Alabama, 401 p.

Bremond, R., Vuichard, R. 1973, Parameters de la qualite des eaux: *Ministere de la Protection de la Nature et de Environnement*, Documentation, Française, Paris.

Brugam, R.B., 1979, A re-evaluation of the Araphidineae/Centrales index as an indicator of lake trophic status, *Freshwater Biology*, 9, 451–460.

Can, Ö., 2012, Cernek Gölü (Samsun) kıyı bölgesi algleri üzerine ekolojik bir çalışma, Yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi, *Fen bilimleri Enstitüsü*, Ordu, 174s.

Candan, A.Y., 2011, Gaga Gölü sulak alan (Fatsa, Ordu) fitoplanktonu ve trofik yapısı, Yüksek Lisans Tezi, *Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ordu.

Carlson, R. E., 1977, A trophic state index for lakes, *Limnology and Oceanography*. 22, 361-369.

Carlson, R.E., Simpson. J., 1996, A coordinator's guide to volunteer lake monitoring methods, *North American Lake Management Society*, 96 pp.

Chang, F. J., Chen, Y. C., 2001, A counterpropagation fuzzy-neural network modeling approach to real time streamflow prediction, *Journal of Hydrology*, 245, pp.153-164.

Cirik, S. ve Cirik, Ş., 1995, Limnoloji, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları* No:21, Ege Üniversitesi Basımevi Bornova-İzmir, 166 s.

Cirik, S. ve Gökpınar, S. 1993. Plankton bilgisi ve kültürü, *E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*, 47, 274 s. 9zmir.

Cirik, S., Cirik Ş., 2005, Limnoloji (Ders Kitabı), *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın*, No: 21, Ege Üniv. Basımevi, Bornova/İzmir.

Cirik-Altındağ, S., 1984. Manisa-Marmara gölü fitoplanktonu. III – *Chlorophyta*, *Doğa Bilim Degisi*., A2, 8 (1) : 1-18.

Cox, E. J. 1996, Identification of freshwater diatoms from live material, *Chapman and Hall*, 158 p, London.

Çelekli, A., Obalı, O., Külköylüoğlu O., 2007, The phytoplankton community (except *Bacillariophyceae*) of Lake Abant (Bolu, Turkey), *Turk J Bot*, 31:109-124.

Çetin, A.K. ve Şen, B., 1997, Keban Baraj Gölü'nün *Bacillariophyta* dışındaki algleri ve mevsimsel değişimleri, *F. Ü. Fen* ve *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(2), 45-49.

Çetin, A.K. ve Şen, B., 1998, Diatoms (*Bacillariophyta*) in the phytoplankton of Keban Reservoir and their seasonal variations, *Turk J Bot*, 22: 25-33.

Çetin, A.K. ve Şen, B., 2004, Seasonal distribution of phytoplankton in Orduzu Dam Lake (Malatya, Turkey), *Turk J Bot*, 28 (2004) 279-285.

Çetin, A.K. ve Yıldırım V., 2000, Species composition and seasonal variations of the phytoplankton in Sürgü Reservoir (Malatya, Turkey), *Acta Hydrobiologica* 42: 21-28.

Çetin, A.K., Şen, B., Yıldırım, V., 2002, Seasonal variations of epipelic diatoms in Gölbaşı Lake withrelation to physical-chemical variables, *Fresenius Environmental Bulletin*, 11(6): 306-311.

Çetiner, B.G., Haşıloğlu, A.S., Bayramoğlu, M., Köker, R., 1998, Comparative Study of Texture Classification Using Various Wavelet Schemes, *Proc. of 2nd Int. Symp. on IMS*, Turkey, August, pp.709-716.

Çetinkaya, O., 2006, Türkiye sularına aşılanan veya stoklanan egzotik ve yerli balık türleri, bunların yetiştiricilik balıkçılık, doğal populasyonlar ve sucul ekosistemler üzerindeki etkileri, veri tabanı için bir ön çalışma, *1. Balıklandırma* Ve *Rezervuar Yönetim Sempozyumu*, Antalya.

Çevik, F., 1999. Seyhan Baraj Gölü alg toplulukları ve bazı su kalitesi özellikleri, Doktora Tezi, Çukurava Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 113 s.

Çevre Durum Raporu 2012 Yılı Özeti – İller, Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, *Çevre* ve *Şehircilik Bakanlığı*.

Çimen, R., Karakurt, M., 1998, Apa Barajı'nın Konya sulamasındaki yeri ve önemi, *S.Ü. Coğrafya Eğitimi Anabilim Dalı*, Bitirme Tezi, s 36, Konya.

Dedekayaoğulları, H. ve Önal, A.E., 2009, Çevre-insan sağlığı ilişkisi açısından su ve su analizinin önemi, İstanbul Üniversitesi, *İstanbul Tıp Fakületsi Dergisi*, Cilt: 72 Sayı: 2 65-70 s.

Demirkalp, Y., Çağlar, S., Saygı (Başbuğ), Y., Gündüz, E., Kaynaş, S., Kılınç, S., 2004, Preliminary limnological assessment on the shallow lagoon Lake Cernek (Samsun, Turkey), plankton composition and in relation to physical and chemical variables, *Fresenius Environmental Bulletin*, 13, 508-518.

Demiryürek, B.E., 2000, Kesikköprü Baraj Gölü (Ankara) fitoplanktonu ve kıyı bölgesi (littoral bölge) alglerinin, ekolojik ve floristik olarak incelenmesi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 119 s.

Doğan M., 2002, Sağlıklı yaşamın kimyası, *Popüler Bilim Dergisi,* s: 32-34.

DSİ., 2014a, http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari [7 Şubat 2014]

DSİ, 2014b, http://www.dsi.gov.tr/dsi-resmi-istatistikler [7 Şubat 2014]

Egemen, Ö., 2006, Su kalitesi, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi*, yayın no:14, 6. baskı, Bornova-İzmir.

Egemen, Ö., Sunlu, U., 1999, Su Kalitesi (Ders Kitabı), Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No:14, *E. Ü. Basımevi*, Bornova, 1999.

Ellis, B. K., and Stanford J. A., 1982, Comparative photoheterotrophy, chemoheterotrophy and photolithotrophy in a eutrophic reservoir and an oligotrophic lake, *Limnology and Oceanography*, 27(3), 440-454.

Elmacı, A., Obalı, O., 1992, Kırşehir – Seyfe Gölü bentik alg florası: *İ.Ü.S.Ü.Der*, 1 : 41-64

Erdmenger, G., 1998, Environmental management instruments, *International Council for Local Environmental Initiatives*, Freiburg, Germany, 84.

Ersanlı, E., 2001, Simenit Gölü (Terme-Samsun-Türkiye) algleri üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun, 63s.

Ersanlı, E., 2006, Çakmak Barajı (Tekkeköy–Samsun) fitoplanktonu ve mevsimsel değişimi üzerinde bir araştırma, Doktora tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun,105s.

Ersanlı, E., Gönülol, A., 2006, A Study On The Phytoplankton of Lake Simenit, Turkey: *Cryptogamie Algologie*, 27 (3), 289-305.

Ersoy, H. N. 1996, Sinop ili bektaşağa ve taşmanlı göletleri alg florası üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi , *OMÜ*, 96 s., Samsun.

Fogg, G. E. and Thake, B., 1987, Algal cultures and phytoplankton ecology, 3rd Edition, *The Univ*ersity *of Wisconsin Press*, 269 p.

Ganf, G. G., Oliver, R. L., 1982, Vertical separation of light and nutrients as a factor causing replacement of green algae by blue-green algae in the plankton of a stratified lake, *J. Ecol*, 70, 829-844.

Germain, H., 1981, Flore des Diatomées eaux douces et saumâtres, Société nouvelle des éditions boubéé 11, *place Saint-Micheil*, Paris 75006, 444 p.

Ghosh, M.J.P., Gaur, M., 1991, Structure and interrelation of epilithic and epipelic algalcommunities in two deforestedstreams at shiiong, India, *Archi*v*es feur Hydrobiologie* 122: 105-116.

Goldman, C. R. ve Horne, A. J. 1983, Limnology, *McGraw-Hill Int. Book Comp*, 464 p, New York.

Gökmen, S., 2007, Genel Ekoloji, *Nobel Yayınevi Yayın*, 1160, 475 s. Ankara.

Gönülol, A. and Obalı, O. 1986, Phytoplankton of Karamık lake (Afyon) Turkey, *Commun. Fac. Sci. Univ. Ank*, C (4) :105-128.

Gönülol, A. ve Çomak, Ö., 1992a, Bafra Balık Gölleri (Balık Gölü, Uzun Göl) Fitoplanktonu üzerinde floristik araştırmalar I- *Cyanophyta*, *Doğa-Tr. J. Of Botany*, 16, 223-245.

Gönülol, A. ve Çomak, Ö., 1992b, Bafra Balık Gölleri (Balık Gölü, Uzun Göl) fitoplanktonu üzerinde floristik araştırmalar IV- *Bacillorophyta, Dinophyta, Xanhtophyta*, *OMÜ Fen Dergisi*, 4, 1, 1-19

Gönülol, A. ve Çomak, Ö., 1993, Bafra Balık Gölleri (Balık Gölü, Uzun Göl) fitoplanktonu üzerinde floristik araştırmalar II. *Euglenophyta*, *Doğa*, *Tr*, *J. Of Botany*, 17, 163-169.

Gönülol, A. ve Obalı, O., 1998a, A study on the phytoplankton of Hasan Uğurlu Dam Lake (Samsun-Turkey), *Tr. J. of Botany*, 22, 447-461.

Gönülol, A. ve Obalı, O., 1998b, Seasonal variations of phytoplankton blooms in Suat Uğurlu (Samsun - Turkey), *Tr. J.of Botany,* 22, 93-97

Gönülol, A., 1985a, Çubuk-I Baraj Gölü algleri üzerinde araştırmalar, II. kıyı bölgesi alglerinin kompozisyonu ve mevsimsel değişimi, *Doğa Bilim Dergisi*, A2. 9, 2.

Gönülol, A., 1985b, Studies on the phytoplankton of the Bayındır Dam Lake, Commun, *Fac. Sci. Univ.* Ank., ISSN 0256-7865, Ser. C, 3, 21-38.

Gönülol, A., 1993, Bafra Balık Gölleri (Balık Göl, Uzun Göl) bentik alg florası. *İ. S. Ü. Der*. 1-2, 31-56.

Gönülol, A., Aykulu, G., 1984, Çubuk-I Baraj Gölü algleri üzerinde araştırmalar I. fitoplanktonun kompozisyonu ve yoğunluğunun mevsimsel değişimi, *Doğa Bilim Dergisi*, Az. 8, 3, 330-342.

Granéli, E. and Turner, J.T., 2006, Ecology of harmful algae, *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, 1-413 pp, New York.

Gross, J. L. Ve Pfiester, L. A., 1988, Blue-green algae of lake thunderbird, *Proc. Okla. Acad. Sci*. 68, 39-44.

Guiry, M. 2012. AlgaeBase version 4.0 world-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway, http: // www.algaeBase.org [16.06.2012].

Güler, İ., Çobaoğlu, Z., 1997. Su kirliliği, *Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi*, No: 43, 1. Baskı, 92 s, Ankara. ISBN 975-7572-60-8.

Gürbüz, H. ve Kıvrak, E. 2003, Seasonal variations of benthic algae of Kuzgun Dam Reservoir and their relationship to environmental factors, *Fresenius Environmental Bulletin*, 12(9): 1025-1032.

Gürbüz, H., 2000, Palandöken Göleti bentik alg florası üzerinde kalitatif ve kantitatif bir araştırma, *Tr. J. Of Biol*, 24, 31–48.

Gürbüz, H., Altuner, Z., 2000, Palandöken (Tekederesi) Göleti fitoplankton topluluğu üzerinde üzerinde kalitatif ve kantitatif bir araştırma, *Tr. J. Of Biol*, 24, 13-30.

Gürbüz, H., Kıvrak, E., Sülün, A., 2002, Porsuk Göleti (Erzurum, Türkiye) bentik alg florası üzerinde kalitatif ve kantitatif bir araştırma, *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, Cilt/Volume 19, Sayı/Issue (1-2): 53 – 61.

Güvensel, T., 2006, Ömerli Baraj Gölü su kalitesinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*,İstanbul.

Haggard, B.E., Moore, P.A., Daniel, T.C., Edwards, D.E., 1999, Trophic conditions and gradients of the headwater reaches of beaver laka, Arkansas, *Oklahoma Academy of Sciences*, 79: 73-84.

Hao, W., Hanting, Z., Wenjuan, X., Jinling, Z., 2012, Evaluation of groundwater quality using improved fuzzy comprehensive assessment based on AHP, *Int. Journal of Applied Sciences and Engineering Research*, Vol. 2, Issue 3.

Harper, D., 1992, Eutrophication of freshwaters, *Chapman and Hall*, 327 p., London

Hartley, B., 1996, An Atlas of British diatoms, *Biopress Ltd*, 601 p, England.

Hasırcı, S., 2012, Dodurga Baraj Gölü (Boyabat, Sinop) fitoplanktonu ve mevsimsel değişimi üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Biyoloji Anabilim Dalı, 106 s

Hellawell M.J., 1989, Biological indicators of freshwater pollution and environmental management, *Elsevier Applied Science*, London and NewYork.

Huber-Pestalozzi, G. 1938, Das phytoplankton des süsswassers, 1 Teil. Blaualgen, Bakterien, Pilze. In: A. Thienemann (Ed), Die Binnengewasser, *E. Schweizerbart'sche* Ver*lagsbuchhandlung*, 342 p, Stuttgart.

Huber-Pestalozzi, G., 1942, Das phytoplankton des süßwassers. (Die Binnengewässer, Band XVI). Teil 2. (ii). Diatomeen. *E. Schweizerbart'sche* Ver*lagsbuchhandlung*, Stuttgart.

Huber-Pestalozzi, G., 1950, Das Phytoplankton des süsswassers, 3 Teil. Cryoptophyceen, Chloromonadien, Peridineen. In: A. Thienemann (Ed), Die Binnengewasser, *E. Schweizerbart'sche* Ver*lagsbuchhandlung*, 310 p, Stuttgart.

Huber-Pestalozzi, G., 1968, Das phytoplankton des susswassers systematik und biologie, I.teil, Cyanophycean (Blaulagen), *E. Schweizerbatrh'sche* Ver*lags buchhandlung (Naegele u. Obermiller)*, Stuttgart, 606 p.

Humphries, S. E., Lyne, V. D., 1988, Cyanopyhte blooms: the role of cell buoyancy limnol. *Ocenogr.*, 33, 79-91.

Hunter, B. L., Laws, E. A., 1981, ATP and chlorophyll-*a* as estimators of phytoplankton carbon biomass, *Limnol.Oceanogr.*, 26: 944-956.

Husted, T. F. 1985, The pennat diatoms. a translation of husted's'die kiesealgen, 2. Teil'With Supplement by Norman G. Jensen, *Koeltz Scientific Books*, Koenigstein, 918 p, Germany.

Hustedt, F. 1930, *Bacillariophyta*, Helf 10 in Paserher, Die Susswasser Flora, *Mitteleuropas Gustav Fischer Pub. Jean*, Germany, p.340.

Huszar, V. L. M., Reynolds, C. S., 1997, Phytoplankton periodicity and sequences of dominance in an amazonian Flood-Plain Lake (Lago Bataat, Para, Brazil): response to gradual environmental change, *Hydrobiologia*, 346:169-181.

Hutchinson, G. E. 1944, Nitrogen in the biogeochemistry of the atmosphere, *American Scientist*, 86,201- 14.

Hutchinson, G. E., 1967, A treatise on limnology, vol:ıı. ıntroduction to lake biology and the limnoplankton, *John Wiley and Sons. Inc*, Newyork, London, Sydney, 115 p.

Icaga Y., 2007, Fuzzy evaluation of water quality classification, *Ecological Indicators* 7: 710-718.

ICOLD., 1998, World register of dams, *International Commission on Large Dams*, Paris.

ICSU.–SCOPE., 1972, Man-made lakes as modified ecosystems, *SCOPE Report no*. 2, Paris.

Izaguirre, I. O'Farrell, I., Unrein, F. Sinistro, R., Afonso, M. and 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

John, D. M., Whitton, B. A. and Brook, A. J., 2003, The freshwater algal flora of the British Isles, An identification guide to freshwater and terrestrial algae, *Cambridge Univ*ersity *Press*, 702 p., Cambridge UK.

Jones-Lee, A., Lee, F. G., 2005, Eutrophication (Excessive Fertilization), water encyclopedia: surface and agricultural water, *Wiley*, Hoboken, NJ pp 107-114.

Jorgensen S.E., Costanse, R., Fu-Liu, Xu., 2005, Handbook of ecological ındicators for assessment of ecosystem health, *Taylor and Francis Group Eddition*, 439 p., London.

Kalyoncu H., Barlas M., Ertan Ö. O., Çavuşoğlu K., 2005, Aksu Çayının su kalitesi değişimi üzerine bir araştırma, *Süleyman Demirel Üni*v*ersitesi Fen Bilimleri Endüstri Dergisi*, 9-1,37-45.

Kazancı, N., Girgin, S., Dügel, M., Oğuzkurt, D., 1997, Türkiye iç suları araştırmaları dizisi ıı (ed. n. kazancı): akarsuların çevre kalitesi yönünden değerlendirilmesinde ve izlenmesinde biyotik indeks yöntemi, *İmaj Yayınevi*, Ankara. 100pp.

Kıvrak, E. ve Gürbüz, H., 2005, Seasonal variations in phytoplankton composition and physical-chemical features of Demirdöven Dam Reservoir, Erzurum, Turkey, *Biologia*, Bratislava, 60/1: 1- 8.

Kingston, J. C., Lowe, R. L., Stoermer, E.F., Ladewski, T.B., 1983, spatial andtemporaldistribution of benthic diatoms in northern lake michigan, *Ecology*, 64: 1566-1580.

Kiss, M. K., Lakatos, G., Borics, G., Gido, Z., Deak, C., 2003, Littoral macrophyte-periphyton complexes in two hungarian shallow water, *Hydrobiologia*, 506-509, 541-548.

Kişi, Ö., Karahan, M.E., Şen, Z., 2003, Nehirlerdeki askı maddesi miktarının bulanık mantık ile modellenmesi, *İ.T.Ü Mühendislik Dergisi*, Cilt 2. Sayı 3. 43-54.

Kolaylı, S., Şahin, B. 2008, Seasonal variations of benthic diatoms with relation to physical and chemical variables in Karagöl Lake (Borçka-Artvin/Turkey), *Fresen Environ Bull* 17: 956-961

Kolaylı, S., Şahin, B., 2007, A taxonomic study on the phytoplankton in the littoral zone of Karagöl Lake (Borçka-Artvin/Turkey), *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7171-175.

Kolaylı, S., Şahin, B., 2009, Benthic Algae (except *Bacillariophyta*) and their seasonal variations in Karagöl Lake (Borçka, Artvin-Turkey), *Turkish Journal of Botany*, 33: 27-32.

Komarek J., Anagnostidis K., 1986, Modern approach to the classification system of cyanophytes, 2- *Chroococcales*, *Algolog*. Stud, 434, 157-226.

Komarek, J., Anagnostidis, K., 1999, *Cyanoprokaryota* 1. Teil *Chroococcales*. Süsswasserflora von Mitteleuropa, *Gustav Fischer*, Jena, 548 p., Germany.

Komarek, J., Fott, B. 1983, *Chlorococcales*, 7. Teil. 1Halfte. In: J. Elster and W. Ohle (Eds), Das Phytoplankton des Süsswassers, *E. Schweizerbart'sche* V*erlagsbuchhandlung*, Stuttgart, 1043 p.

Krammer, K., 2003, Diatoms of Europe, Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocymbella, Vol. 4. A.R.G. *Gantner* Ver*lag K.G*. Ruggell, 530p.

Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 1991a, Süßwasserflora von mitteleuropa. *Bacillariophyceae*, Band 2/3, 3. Teil: Centrales, Fragillariaceae, Eunoticeae, Stuttgart: *Gustav Fischer* Ver*lag*. 576p.

Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 1991b, Süßwasserflora von Mitteleuropa, *Bacillariophyceae*, Band 2/4, 4. Teil: *Achnanthaceae*,. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema* Gesamtliteraturverzeichnis, Stuttgart: *Gustav Fischer* Ver*lag*, 436p.

Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 1999, Süßwasserflora von Mitteleuropa. *Bacillariophyceae*, Band 2/2, 2. Teil: *Bacillariaceae*, *Epithemia*ceae, *Surirellaceae*, Berlin, *Spectrum Academicher* Ver*lag*, 610p.

Kruger, T., 2002, Effects of zinc, copper and cadmium on oreochromis mossambicus freeembryos and randomly selected mosquito larvae as biological indicators during acute toxicity testing (MSc thesis, not published) Rand Afrıkaans University, *Faculty of Science*, Johannesburg S.A.

Kurama, H. ve Poetzschke, J., 2002, İçme sularından amonyum iyonlarının uzaklaştırılmasında membran filtrasyon uygulaması, *Çev-Kor*. 11 (42), 45-48.

Küçükoğlu M, 1996, Zebra, balığının (Brachydanio rerio) embriyolojik gelişimi üzerine kadmiyum klorür ve çinko klorür gibi çevre kirleticilerinin etkileri, Yüksek lisans Tezi, *Çukurova Üni*ver*sitesi*, Adana.

Landis, W.G. and Yu, Ming-Ho., 1999, Introduction to environmental toxicology: ımpacts of chemicals upon ecological systems, Chapter 8: Heavy metals, Second Edition, *Lewis Publishers*, Boca Raton, Florida 33431, USA.

Leeper, E., 1976, Seaweed, Resource of the 21st Century, *Bioscience*, 26, 357-358.

Lind, M. E., Brook, A. J. 1980, A key to the commoner desmids of the English Lake Distric, *Freswater Biol*. *Assoc*. *Publ*., *Cumbria*. Pp:123.

Liou, S.M., Lo, S.L., Hu, C.Y., 2003, Application of two-stage fuzzy set theory to river quality evaluation in Taiwan Source, *Water Res*. 37 (6), 1406–1416.

Liou, Y.T., Lo, S.L., 2005, A fuzzy index model for trophic status evaluation of reservoir waters, *Water Res*. 39, 1415–1423.

Lorraine, L.J., Vollenweider, R.A., 1981, Summary report, the OECD Cooperative Programme on Eutrophication, Burlington*: National Water Research Insitute*.

Lowe, R. L., Guckert, J. B., belanger, S. E., Davidson, D. H., ve Johnson, D. W., 1996, An evaluation of periphyton community structure and function on tile and cobble substrate in experimental stream mesocosms, *Hyrobiologia*, 328, 135-146.

Ludwig, B., Tulbure, I., 1996, Contributions to an aggregated environmental pollution index, *In: Proceedings of the Intersociety Energy Con*version *Engineering Conference*, vol. 3. pp. 2144–2149.

Lund, J. W. G., Reynolds, C. S., 1982, The Development and Operation of Large Limnetic Enclosures in Blelham Tarn, English Lake District, and Their Contribution to Phytoplankton Ecology, *Prog*. *in Phyc*. *Res*, 1: 1-65.

Malone, T. C., 1980, Algal size, ın ı. morris (ed.), studies in ecology, the physiological ecology of phytoplankton, *Univ*. *Calif*. *Press*, Berkeley and Los Angles, 7, 433-463.

Manav, E., 2003, Mogan Gölü trofik statüsünün belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, H.Ü. *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 65 s.

Maraşlıoğlu, F., 2001, Ladik Gölü (Ladik-Samsun-Türkiye) fitoplanktonu ve kıyı bölgesi algleri üzerinde bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun, 61s.

Maraşlıoğlu, F., 2007 Yedikır Baraj Gölü (Amasya-Türkiye) fitoplanktonu ve mevsimsel değişimi üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun, 101s.

Maraşlıoğlu, F., Soylu, E. N. and Gönülol, A., 2005, Seasonal variation of the phytoplankton of Lake Ladik, Samsun, Turkey, *Journal of Freshwater Ecology*, 20(3), 549-554.

Mason, N, C. F., 1991, Biology of freshwater pollution, *2nd ed*. *Longman Great Britain*, 351 s.

Mcaleece, N., 1997, Biodiversity professional 2.0. devised by p.j.d. lambshead, g.l.j. paterson and j.d. gage, The Natural History Museum and The Scottish Association for Marine Science.

Mert, R., 2002, Apa Baraj Gölü (Çumra-KONYA)'nde yaşayan *Cyprinus carpio* (L.,1758) ve *Leuciscus cephalus* (L., 1758)'un bazı biyo-ekolojik özellikleri üzerine bir araştırma, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora Tezi, s 142, ANKARA.

Mert, R., Bulut, S., Solak, K., 2008, Apa Baraj Gölü'nün (Konya) bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırılması, AKÜ Fen Bilimleri Dergisi, 02, 1-10s.

Meulemans, J. T., 1998, Seasonal changes in biomass and production of periphyton growing upon reed in lake maarsseveen I. *archiv*. *Für hydrobiologie*. 112, 21-42.

Michael, E. S., Michael, E. M., Douglas, A., 2006, Benthos as the basis for Arctic Lake Food Webs, *Aqutic ecology*. 37 (4), 437-445.

Morgan, L.V., Robert, G. and Timoty E.J., 1995, Morphometric analysis of Batrachospermum (Rhodophyta) type specimens, *European Journal of Phycology*, 30, 35-55.

Moss, B., 1998, Ecology of freshwaters: man and medium, past to future, Third edition, *Blackwell Science*, Oxford.

Mutluay, H., Demirak, A., 1996, Su Kimyası, *İstanbul Üniv*. *Su Ürünleri Fak*., İstanbul.

Naiman, R. J. and Decamps, H., 1990, The ecology and management of aquatic terrestrial ecotones, MAB Series, Vol. 4. *United Nations Educational Scientific and Cultural Organization*, Paris.

Nguyen, H.L., Leermakers, M., Osán, J., Török, S., Baeyens, W., 2005, Heavy metals in Lake Balaton: Water Column, Suspended Matter, Sediment and Biota, *Science of the Total Environment,* 340, 213-230.

Nisbet, M., Verneaux, J. 1970, Composantes chimiques des eaux courantes, discussion et proposition de classes en tant que bases d'interpretation des analyses chimiques: *Annales de Limnologie*, 6(2): 161- 190.

Nriagu, J.O., Pacyna, J.M., 1988, Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals, *Nature* 333:134-139.

Nygaard, G., 1949, Hydrobiological studies of some danish ponds and lakes, part ıı: 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., (editors) 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(1), 91-104.

Obalı, O., Gönülol, A., Dere, Ş. 1989, Algal Flora in the littoral zone of lake Mogan: *Ondokuz Mayıs Üniv*. *Fen Dergisi*, 1 (3): 33-53.

Odum, E.P. and Barrett, G. W. 2005, Ekoloji'nin temel ilkeleri (Işık, K. Çeviri editörü), *Palme Yayıncılık*, 598 s., Ankara.

OECD, 1982, Eutrophication of waters, monitoring, assessment and control, *Organization for Economic Co-Operation and Development*, 156 p, Paris.

Ott, I., Laugaste, R., 1996, Fütoplanktoni koodindeks üldistus esti väikejärvede kohta esti vabariigi keskkonnaministeeriumi infoleht, [Phytoplankton Compound Quotient. Conclusion About Estonian Small Lakes. In Estonian]. 3/96. Ik. 7-8.

Özdamar, K., 2003, Paket programları ile istatistiksel veri analizi-2. 2. Basım, Vol:2, *Kaan Kitabevi*, 1999, Eskişehir.

Özdemir, N., 1994, Tatlı ve tuzlu sularda alabalık üretimi, *Fırat Üniversitesi Yayınları*, no: 35, 228 s, Elazığ.

Özdemir, O., 2005, Görünmeyen tehlike: Asit yağmurları, *Sağlık ve Toplum*, 1, 3-11 s.

Özyalın, S., Ustaoğlu, R., 2008, Kemer Baraj Gölü (Aydın) net fitoplankton komposizyonunun incelenmesi, *E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciens*., 4:275-282.

Pala, G., 2007, Keban Baraj Gölü gülüşkür kesimindeki planktonik algler ve mevsimsel değişimleri II-*Bacillariophyta*, *Fırat Üniv*. *Fen* ve *Müh*. *Bil*. *Dergisi*, 19(1), 23-32

Pala, G., Çağlar, M., 2006, Keban Baraj Gölü Epilitik diyatomeleri ve mevsimsel değişimleri, *Fırat Üniv*. *Fen* ve *Müh*. *Bil*. *Dergisi*,18 (3), 323-329

Palmer, C. M., 1969, A composite rating of algae tolerating organic pollution, *Journal of Phycology and İnternational Journal of Algal Research*, 5 (1), 76-82.

Palmer, C.M., 1980, Algae and water pollution, *Castle House Pub*., London.

Parsons, R. T., Strickland, J. D., 1963, Discussion of spectrofotometric determination of marine plantpigments with revised equations for as ceraining clorophylls and corotenoids, *J. Marine Res,* 21, 155-163.

Partick, R. and Reimer, C. W., 1975, The Diatoms of United States. Volume 2, Part 1. *The Academy of Natural Sciences of Phildelphia*, USA.

Pearsal, W. H., 1921, The development of vegetation in the English Lakes, considered in relation to the general evolution of glacial lakes and rock basins, *Proc*. *Roy*. *Soc*. *(London)*, Series B, 92, 259-284.

Peerapornpisal, Y., Pekkoh, J., Powangprasit, D., Tonkhamdee, T., Hongsirichat, A. Kunpradid, T., 2007, Assessment of water quality in standing water by using dominant phytoplankton (AARL-PP Score), *J. Fisheries Technology Research*, 1(1): 71-81.

Pektaş, M., 2001, Çoğun Baraj Gölü (Kırşehir) alg florası, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpasa Üniversitesi, *Fen Edebiyat Fakültesi*, 51 s.

Pielou, E.C., 1994, The Interpretation of ecological data, *Wiley*, New York.

Popovski, J., Pfiester, L. A. 1990, *Dinophyceae* (Dinoflagellida), Band 6. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, D. Mollenhauer (Eds), Süsswasserflora von Mitteleuropa. *Gustav Fishre* Ver*lag*, *Jena*, 243 p.

Prescott, G. W. 1973, Algae of the western great lake area m.c. brown comp., *Dubuque*., Lowa, 997p.

Prygiel, J., Carpentier, P., Almeida, S., Coste, M., Druart, J.C., Ector, L., Guillard, D., Honoré, M.A., Iserentant, R., Ledeganck, P., Lalanne-Cassou, C., Lesniak, C., Mercier, I., Moncaut. P., Nazart, M., Nouchet, N., Peres, F., Peeters, V., Rimet, F., Rumeau, A., Sabater, S., Straub, F., Torrisi, M., Tudesque, L., Van der Vijver, B., Vidal, H., Vizinet, J., Zydek, N., 2002, "Determination of the diatom index (IBD NF T 90-354): results of an intercalibration exercise", *Journal of Applied Phycology*, 14: 27-39.

Rawson, D. S., 1956, Algal indicators of trophic lake types, *Limnol*. *Ocenogr*. 1, 18- 25.

Reynolds C. S., Huszar V. L., Nasellı-Flores L. and Melo S., 2002, Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton, Journal *of Phytoplankton Research*, 24, 417-428.

Reynolds C. S., Huszar V. L., Nasellı-Flores L., Melo S., 2002, Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton, *Journal of Phytoplankton Research*, 24, 417-428.

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, *Chambridge Univ*. 384 p.

Richard, F. A., Thomson, T.G., 1952, The estmation and charecterization of phytoplankton population by pigments analyses ıı. a spectrofotometric method for the estimation of plankton pigments, *J. Mar. Res*. 2, 156-172.

Rosenberg, D. M., V. H. Resh, 1993, Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates, p. 1-9. ın: d.m. rosenberg and v.h. resh (eds.) freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates, *Chapman and Hall*, New York.

Round, F. E., 1956, The Phytoplankton of the water supply reservoir note central wales, *Arch. F Hydrobiol*, 220-232.

Round, F. E., 1984, The ecology of the algae, *Cambridge Univ*e*rsty Press*, Cambridge, 653 p.

Round, F.E., 1957, Studies on bottom living algae ın same lakes of the English lake district, part II. the distribition on B*acillariophyceae* on sediments, *J. Ecol*., 45, 343-360 p.

Round, F.E., 1959, A comparative survey of the epipelic diatom flora of some Irısh Loughs, *Proceedings of royal Irish Academy*, Vol:60, Section B, No:5, 193-215.

Round, F.E., 1973, The biology of the algae, Second Edition, *Edward Arnold (Publishers) Ltd*, London, 278 p.

Routledge, R. D., 1980, Bias in estimating the diversity of large, Uncensused Communities, *Ecology*, 61, 276-281.

Saraçoğlu, H., 1990, Bitki örtüsü, akarsular ve göller, *M.E.B yayınları*. No: 9016,577 s. İstanbul.

Schwörbel, J., 1987, Einführung in die limnologie, *Gustav Fischer* Ve*rlag*, 269 pp., Stuttgart.

Serveiss, V.B., 2002, Applying ecological risk principles to watershed assessment and management, *Environmental Management*, 29, 2, 145-154.

Sevindik, O, T., 2010, Phytoplankton composition of Çaygören Reservoir, Balıkesir-Turkey, *Turkish Journal of Fischeries and Aquatic Sciences*, 10: 295-304.

Sezen, G., 2008, Sarımsaklı Baraj Gölü (Kayseri) fitoplanktonu ve su kalitesi özellikleri, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktota tezi, 242s.

Shannon C. E., Weaver W., 1949, The mathemetical theory of communication, Urbana, *Univ. of Illionis Press*, 117 p.

Shrivastava, P., Saxena, A. ve Swarup, A., 2003, Heavy metal pollution in a sewage-fed lake of Bhopal. Lakes & Resevoirs: *Research and Management* 8:1-4.

Sıvacı, E., R., Yardım, Ö., Gönülol, A., Bat, L., Gümüş, F., 2008, Sarıkum lagününün bentik algleri, *Journal of fisheriessciences.com*. 2 (4), 592-600.

Silvert, W., 2000, Fuzzy indices of environmental conditions, *Ecol. Model*. 130, 111–119.

SKKY, 2008, Su kirliliği kontrolü yönetmeliği, 31.12.2004 Tarih ve 25687 Sayılı *Resmi Gazete*, Ankara.

Sladeckova, A., 1962. Limnological investigation methods for the periphyton ("aufwuchs") community. *Bot. Rev*. 28.

Soininen, J., 2004, Benthic diatom community structure in boreal streams. PhD Thesis, *University of Helsinki*, Helsinki.

Soylu, E. N. 2006, Liman Gölü (Samsun-Türkiye) fitoplanktonu ve mevsimsel değişimi üzerinde bir araştırma, Doktora tezi, *OMÜ*, 85 s., Samsun.

Soylu, E. N., Gönülol, A. 2006. Seasonal variation in the diversity, species richness and composition of the phytoplankton assemblages in a shallow lake, *Cryptogamie Algologie*, 27 (1):85-101.

Soylu, E. N., Gönülol, A. 2010, Seasonal succession and diversity of phytoplankton in a eutropic Lagoon Liman Lake, Turkey, *Journal of Environmental Biology* 31(5) 629-636.

Soylu, E. N., Maraşlıoğlu, F., Gönülol, A., 2007, Phytoplankton seasonality of a shallow turbid lak, *Algologial Studies*, 123, 95-110.

Sömek, H., Balık, S. ve Ustaoğlu, M.R., 2005, Topçam Baraj Gölü (Çine-Aydın) fitoplanktonu ve mevsimsel değişimleri, Süleyman Demirel Üniversitesi, *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, Cilt 1, Sayı 1, 26-32.

Sönmez, A. Y., 2011, Karasu ırmağında ağır metal kirliliğinin belirlenmesi, ve bulanık mantıkla değerlendirilmesi, *Su Ürünleri Anabilim Dalı*, Doktora tezi, 74s.

Sönmez, A.Y. Hasıloğlu, S., Hisar, O., Aras-Mehan, H., Kaya, K., 2013, Karasu Nehri (Türkiye) Ağır metal kirliliği için su kalite sınıflandırılmasının bulanık mantık ile değerlendirilmesi, *Ekoloji*, 22, 87, 43-50.

Sönmez, A.Y., Hisar, O., Karataş, M., Arslan, G., Aras, M.S., 2008, Sular bilgisi, *Nobel Yayın Dağıtım A.Ş*, Ankara.

Starmach, K. 1966, *Cyanophyta*, Flora Slodkowodna Polski, *Warszawa*, 807 p.

Stevenson, R. J., Yangdong, P., 2001, Assessing enviromental conditions in rivers and streams with diatoms (ın: the diatoms. Applications fort he enviromental and earth sciences, eds. E. F. Stoermer, j. P. Smol;9- *Cambridge university pres*. 11-36.

Storksdieck, M., Zimmermann, K.O., 1994, Advanced environmental management tools and environmental budgeting at the local level, *International Council for Local Environmental Initiatives*, Freiburg,Germany, 59.

Şahin, B., 1993, Trabzon - Uzungöl'ün algleri üzerinde bir araştırma, Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.

Şahin, B., 1997, Benthic algae of Sera Lake (Trabzon-Türkiye), ot *sistematik botanik dergisi*, 4,1. 171- 189.

Şahin, B., 2002, Epipelic and epilithic algae of the Yedigöller Lakes (Erzurum-Turkey), *Turkish Journal of Biology*, 26: 221-228.

Şehirli, H., 1998, Akgöl (Terme-Samsun) fitoplanktonunun kompozisyonu ve mevsimsel değişimi üzerinde bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun, 57 s.

Şen, B., 1988, Hazar gölü alg florası ve mevsimsel değişimleri. Kısım I. littoral bölge. *IX. Ulusal Biyoloji Kongresi*, Sivas.

Şen, B., Çetin, A. K., 1988, Seasonal Dynamics of benthic diatoms in a reservior in South-east Turkey, *Proceesedings of the 10 th ınternational diatom symposium*, Joensuu, finland, 505-511.

Şen, Z., 2001, Mühendislikte bulanık (fuzzy) mantık ile modelleme prensipleri, *Su Vakfı*, İstanbul.

Şen, Z., 2003, Bulanık (fuzzy) mantık ve modelleme ilkeleri, *Bilge kültür sanat*, İstanbul, 172.

Şişli, M.N., 1999, Çevre, bilim, ekoloji, 2. Baskı, *Gazi Büro Kitapevi Tic. Ltd. Şti.* Ankara, 492 s.

Taheriyoun, M., Karamouz, M., Baghvand, A., 2010, Development of an entropy-based fuzzy eutrophication index for reservoır water quality evaluation, *İran J. Environ. Health. Sci. Eng.*, Vol 7, No 1, pp.1-14.

Tanyolaç, J. 2009, Limnoloji (Tatlısu Bilimi), *Hatipoğlu Yayınevi*, Ankara.

Taş, B. ve Gönülol A., 2007, Derbent Baraj Gölü (Samsun, Türkiye)'nün planktonik algleri, *Journal of FisheriesSciences.com*, ISSN 1307-234X

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., 2012, Diversity of phytoplankton and trophic status in the Gaga Lake, Turkey, Energy Education Science and Technology Part A: *Energy Science and Research*, 29(2): 33-44.

Taş, B., Gönülol, A., 2007b. An ecological and taxonomic study on phytoplankton of Shallow Lake, Turkey, *J. Environ. Biol*, 28: 439-445.

Temel, 1992, Sapanca Gölü'nde fitoplankton biyoması ve bunu etkileyen fiziksel ve kimyasal faktörlerin incelenmesi, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Temel, M., 1997, Büyükçekmece bentik alg florası. Kısım I. epipelik algler, *S.D.Ü. eğirdir su ürünleri fakültesi dergisi*, 5, 41-56.

Temponeras, M., Kristiansen, J. and Moustaka-Gouni, M., 2000, Seasonal variation in phytoplankton composition and physical-chemical features of the Shallow Lake Doirani, Macedonia, Greece, *Hydrobiologia*, 424, 109-122.

Thomann, R.V., Mueller, J.A. 1987, Principle of surface water quality modelling and control, *Harper and Row Publishers*, New York.

Thunmarks, S.,1945, Zur soziologie des suss-wasserplanktons, Folia Limnol. Scand., 3, 66 p.

Topkara, S., 2011, Çambaşı Göleti (Kabadüz, Ordu) fitoplanktonu ve trofik yapısı, Yüksek Lisans Tezi, *Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ordu, 118s.

TS 266., 2005, İnsani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelik, sular-içme ve kullanma suları, Türk Standartları, Ankara.

Tsarenko, P.M., Wesse, P.S. and Nevo, E., 2006, Algae of Ukraine, diversity, nomenclature taxonomy, ecology and geography, *A.R.G.Gantner* Ver*lag K.G.*, Germany, 713 p.

Tundisi, J.G., 1993, The environmental impact assessment of lakes and reservoirs. In: Limnological bases of lake management, Proceedings of the International Lake Environment Committee and United Nations Environment Program International Training Course, 24 May–5 June 1993, Tihany, Hungary, *International Lake Environment Committee*, Shiga, Japan.

Tüfekçi, H., 1999, Sapanca gölü'nde fitoplankton biyomasının ve birincil verimliliğinin dağılış ve mevsimsel değişimleri, Doktora tezi, *İstanbul üniveristesi Fen bilimleri enstitüsü*, İstanbul.

Türkmen, M., Ciminl, C., 2007, Determintion of metals in fish and mussel species by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry, *Food Chemistry*, 103: 670-675.

USGS, 2004, Summary report of nonindigenous aquatic species in u.s. fish and wildlife service superregnumn 5, *U.S. Fish and Wildlife Service*, 145 p.

Uslu, O., Türkman, A., 1987, Su kirliliği ve kontrolu., *T.C Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi*, 1. Ankara. 364s

Ustaoğlu, M. R., Balık, S., Şipal, U.G., Mis, Ö, D., Aygen, C., 2010, Buldan Baraj Gölü (Denizli) planktonu ve mevsimsel değişimi, *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, Cilt/Volume 27, Sayı/Issue 3: 113-120

Vollenwieder, R., Kerekes, J., 1982, Eutrophication of water monitoring, assessment and control, *OECD*, 154 pp, Paris

Vörös, L., Padisak, J., 1991, Phytoplankton biyomas and chlorophyll-a in some shallow lakes in Central Europe, *Hydrobiologia*, 215, 111-119.

Wehr, J. D., Sheath, R. G., 2003, Freshwater algae of north america, ecology and classification, aquatic ecology series, *Academic Press*, 918 pp.

Welch, P.S., 1952, Limnology, 2nd.ed, *McGraw-Hill*, Newyork.

Welcomme, R.L., 1988, International introductions of ınland aquatic species, *FAO fish. Tech.Pap*, No. 294 Rome, 318 p.

Wenger, R.B., Harris, H.J. and Devault, D.S., 2000, An assessment of ecosystem risks in the St.Croix national scenic riverway, *Environmental Management*, 25, 6, 599-611.

Wetzel, R. G., 2001, Limnology: Lake and river ecosystems, Third Edition, *Academic Press*, 1006 pp.,

Wetzel, R.G. 1983, Limnology, 2nd ed., SCP.

Wood, R. B., and Talling, J. F., 1988, Chemical and algal relationships in a salinity series of ethiopian ınland waters. *Hydrobiologia*, 158, 29-67.

Xiong, L., Shamseldin, A. Y., O'Connor, K. M., 2001, A non-linear combination of the forecasts of rainfall-runoff models by the first-order Takagi-Sugeno fuzzy system, *Journal of Hydrology*, 245, 196-217.

Yaramaz, Ö., 1992, Su Kalitesi, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksek Okulu Yayınları*, No:4, Bornova, İzmir.

Yazıcı, N. ve Gönülol A. 1994, Suat Uğurlu Baraj Gölü (Çarşamba-Samsun) fitoplanktonu üzerinde floristik ve ekolojik bir araştırma, *Ege Üniv. Su Ürünleri Dergisi*, (11) 42-43, 71-93.

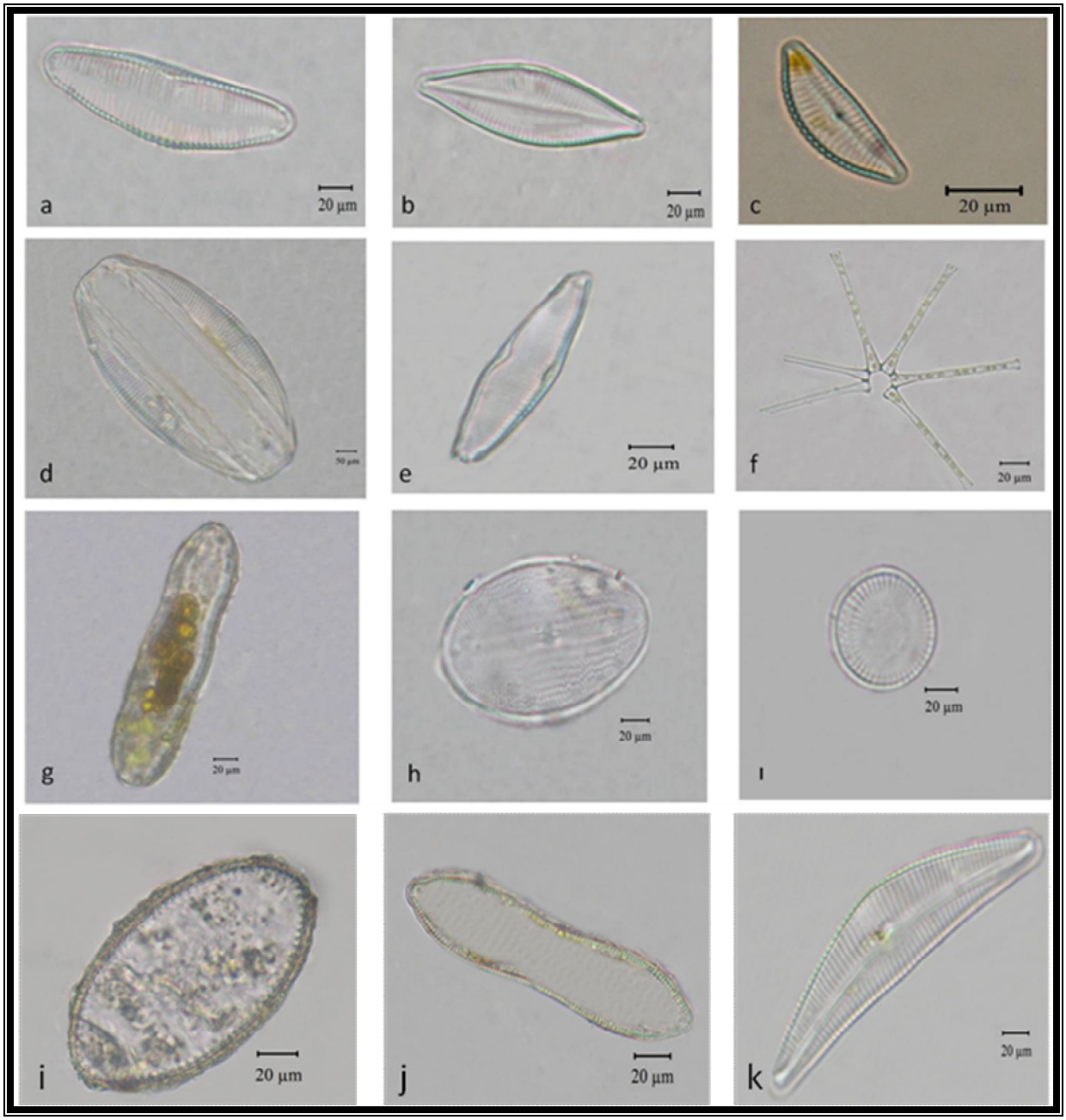
Yıldız, K., 1985, Altınapa Baraj Gölü alg toplulukları üzerinde araştırmalar, kısım I: fitoplankton topluluğu, *Doğa Bilim Dergisi*, A2, 9(2), 419-427.

Yılmaz, F., 2004, Mumcular Barajı (Muğla-Bodrum)'nın fiziko-kimyasal özellikleri, *Ekoloji*, 13, 50, 10-17

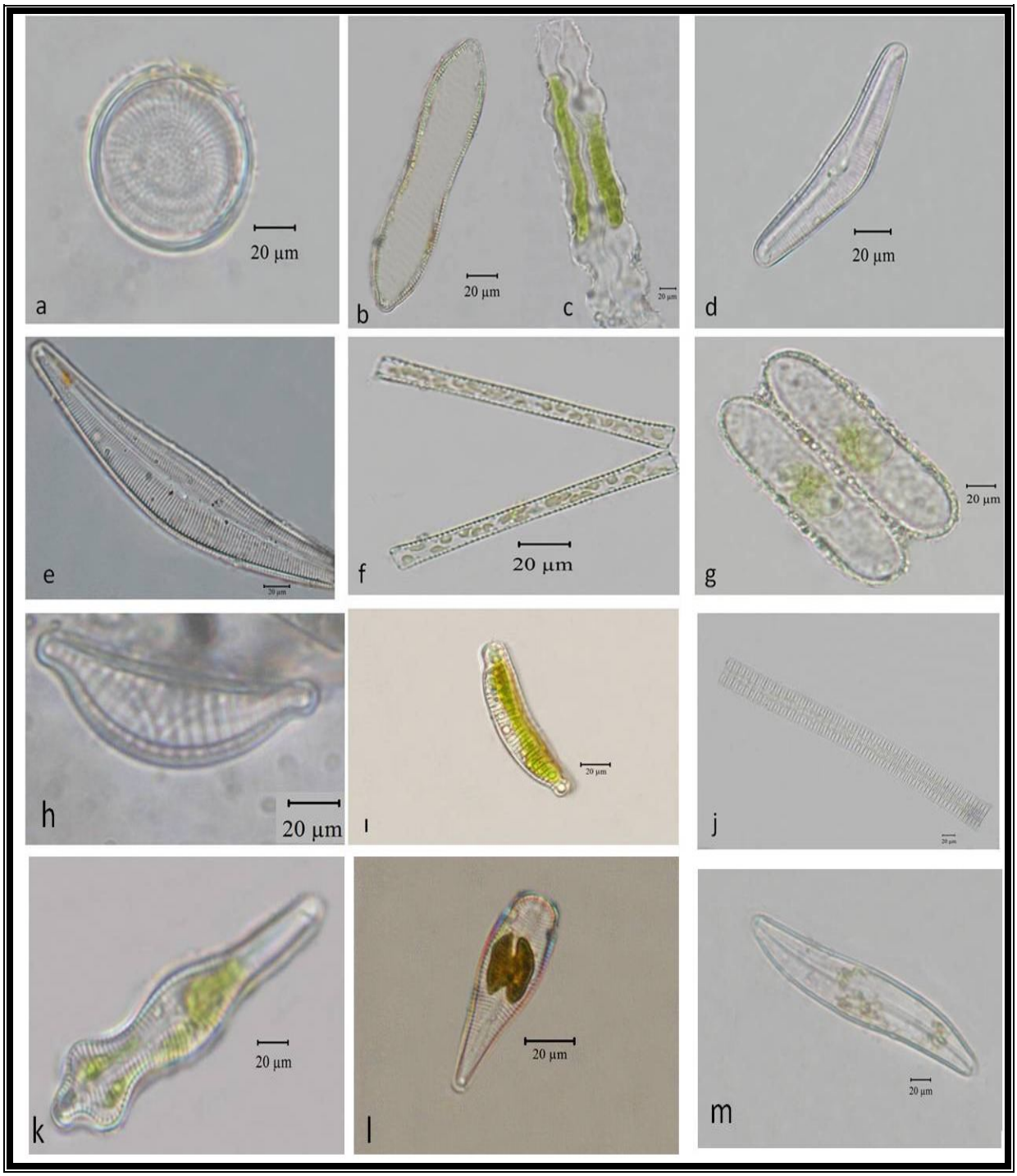
Yılmaz, N., 2002, Sapanca Gölü yüzey sularında fitoplankton bileşimi, yoğunluğu ve klorofil-*a* içeriğinin mevsimsel değişimlerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniveristesi*, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.

Zaim, E., 2007, Planktonic diatom (*Bacillariophyta*) composition of Lake Kaz (Pazar, Tokat), *Turkish Journal Biology*, 31, 203-224

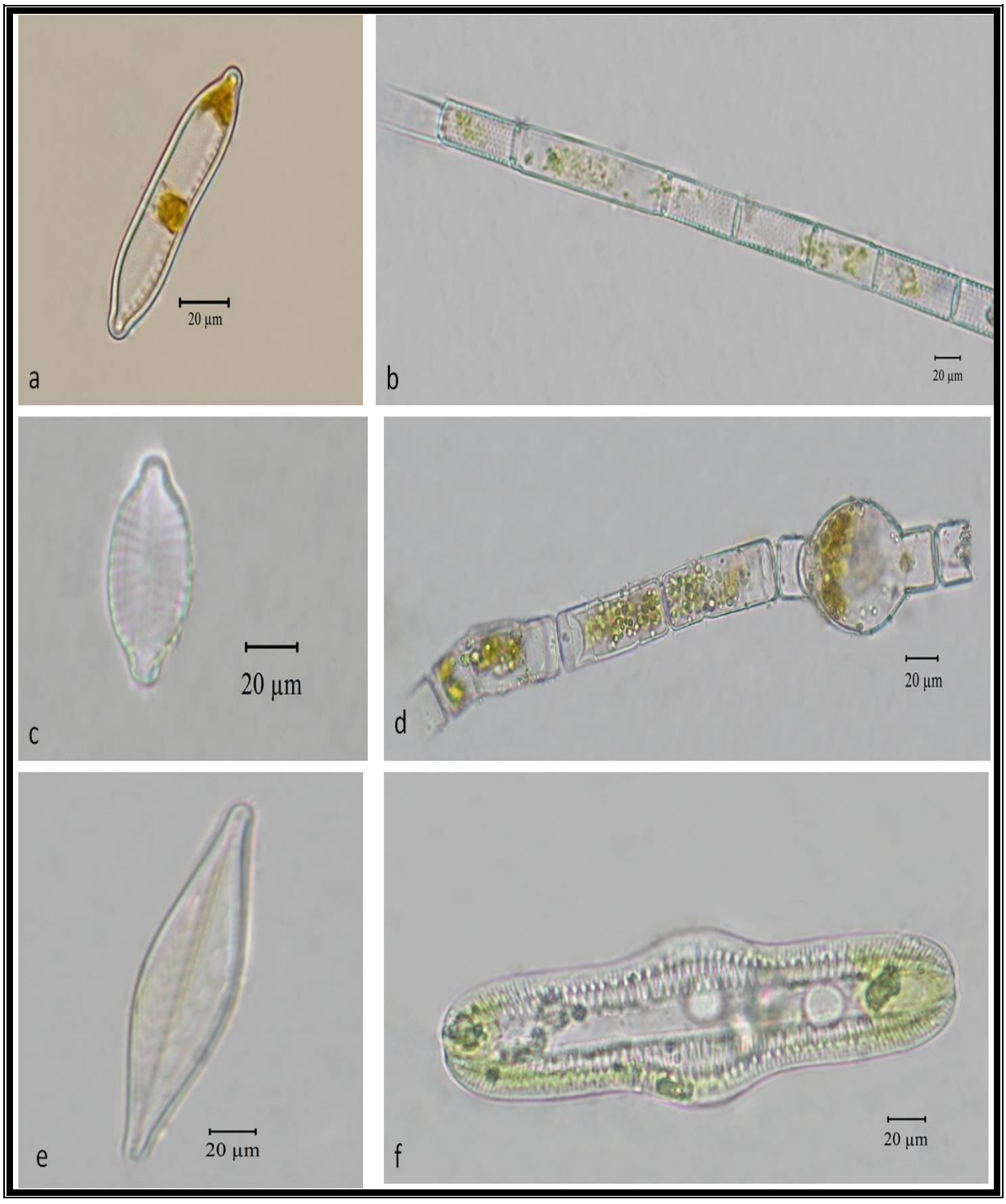
EKLER



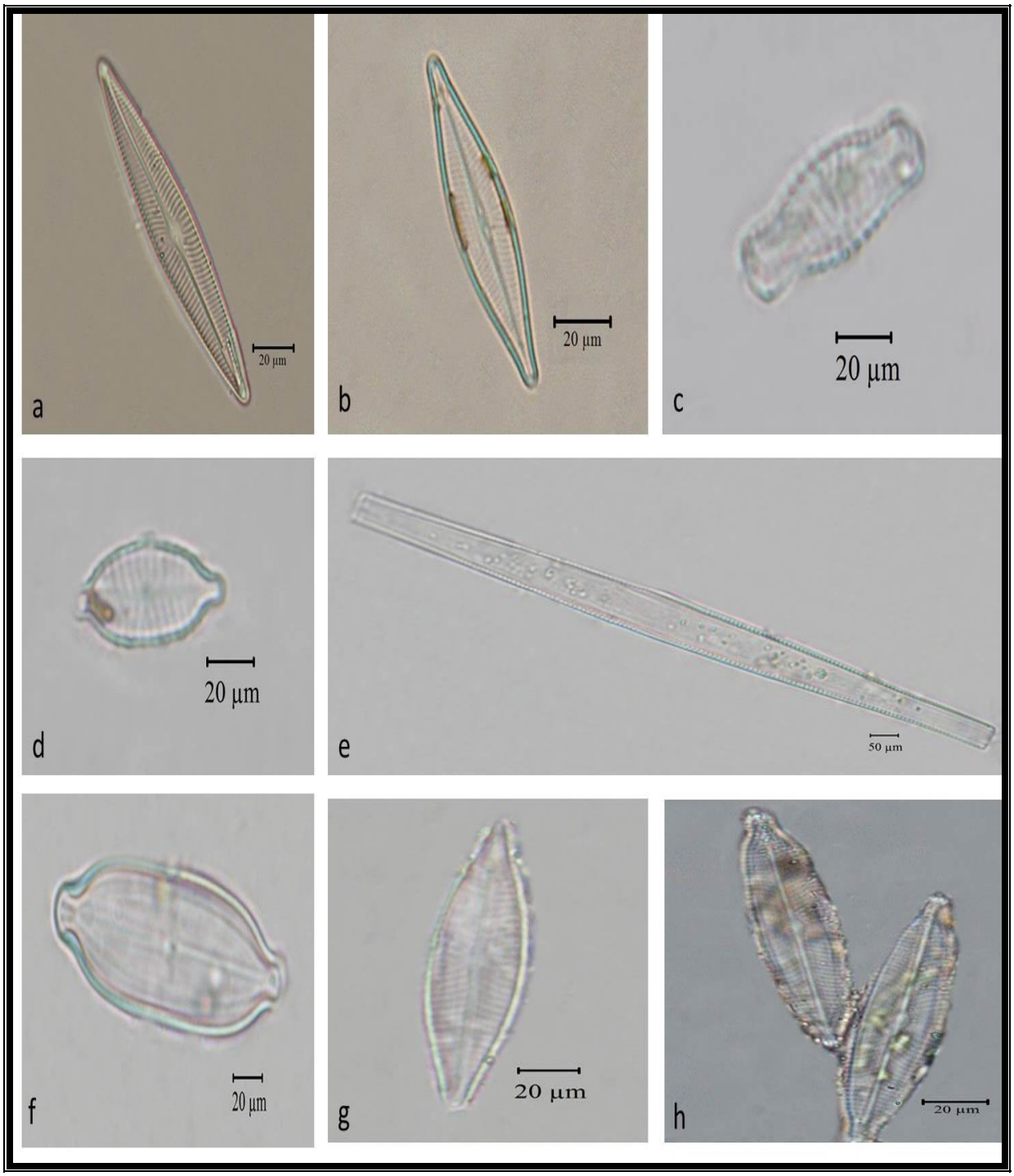
Şekil 9.1. a) *Achnanthes arctica* **b)** *Achnanthes dispar* **c)** *Achnanthes felinophila* **d)** *Amphora ovalis* **e)** *Amphora pediculus* **f)** *Asterionella formosa* **g)** *Caloneis silicula* **h)** *Cocconeis placentula* **ı)** *Cyclotella ocellata* **i)** *Cymatopleura elliptica* **j)** *Cymatopleura solea* **k)** *Cymbella cistula*



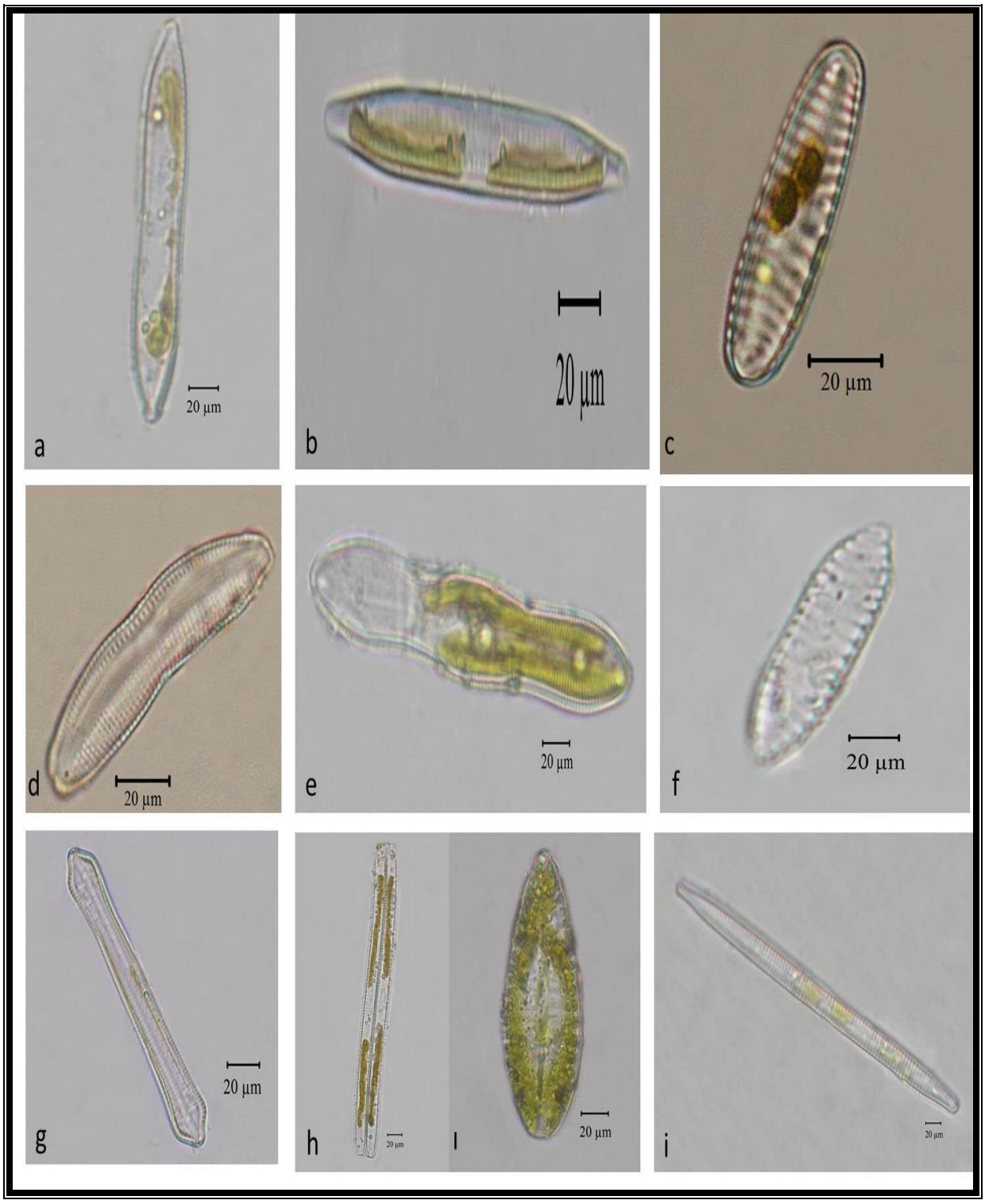
Şekil 9.2. a) *Cyclotella meneghiniana* **b)** *Cymatopleura solea* **c)** *Cymatopleura solea*'nın yandan görünüşü **d)** *Cymbella cymbiformis* **e)** *Cymbella dorsenotata* **f)** *Diatoma elongatum* **g)** *Diploneis subconstricta* **h)** *Epithemia sorex* **ı)** *Epithemia zebra* **j)** *Fragilaria crotenensis* **k)** *Gomphonema acuminatum* **l)** *Gomphonema olivaceum* **m)** *Gyrosigma tenuissimum*



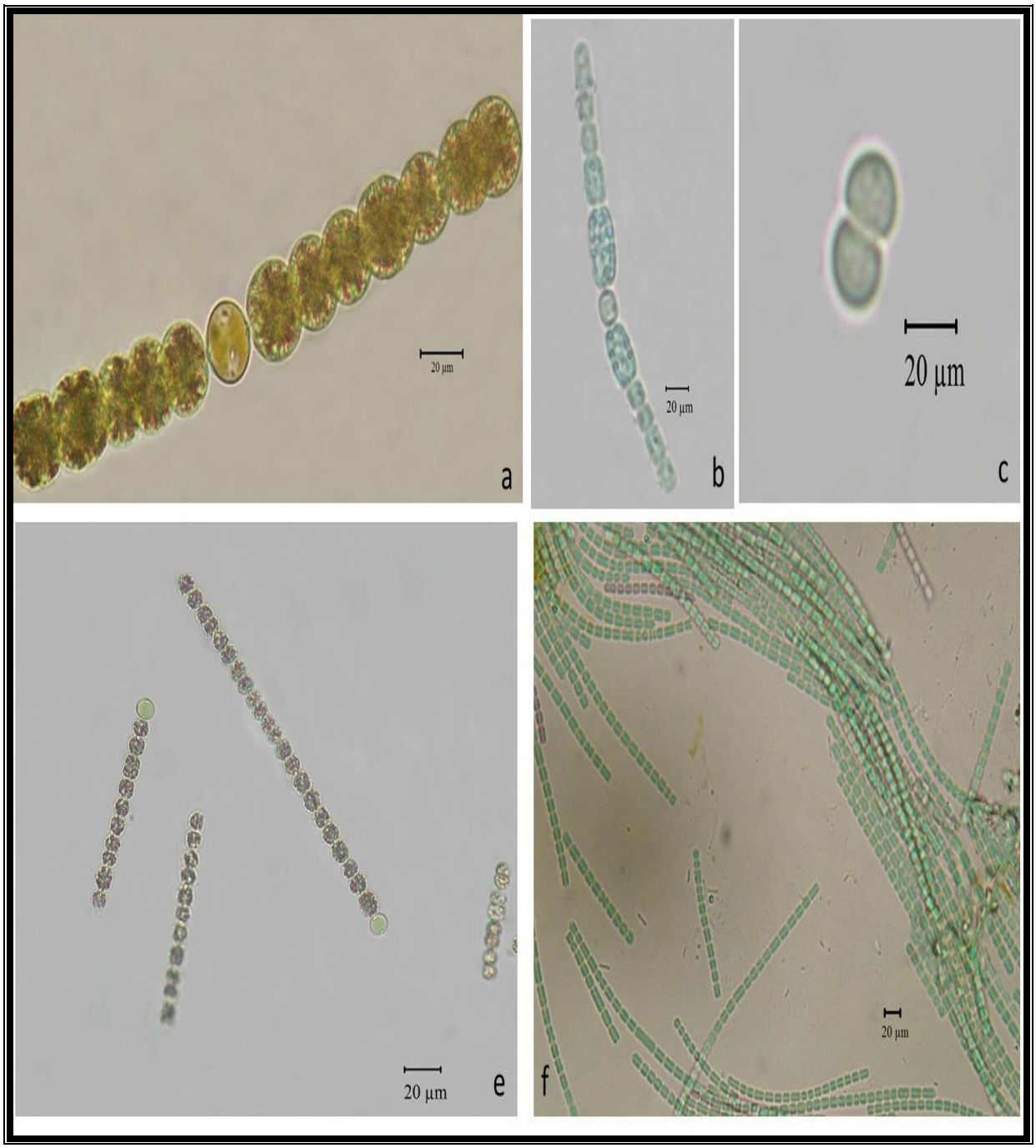
Şekil 9.3. a) *Hantzschia amphioxys* **b)** *Aulacoseira granulata* **c)** *Navicula citrus* **d)** *Melosira varians* ve *Auxospore* **e)** *Craticula cuspidata* **f)** *Rhabdonema arcuatum*



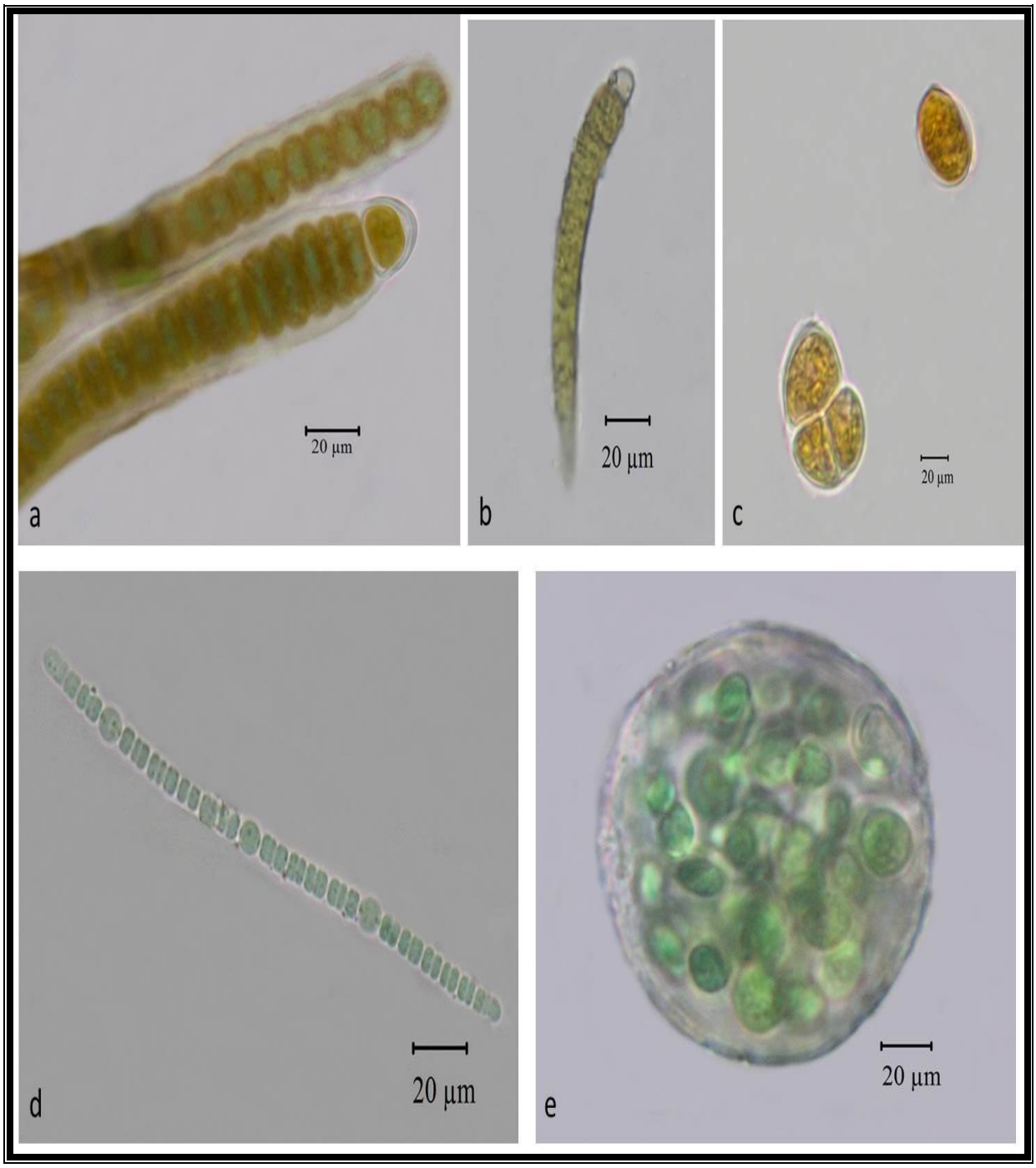
Şekil 9.4. a) *Navicula radiosa* **b)** *Navicula rhynchocephala* **c)** *Navicula schadei* **d)** *Geissleria similis* **e)** *Navicula schmidtii* **f)** *Aneumastus tuscula* **g)** *Navicula* sp. **h)** *Navicula viridula*



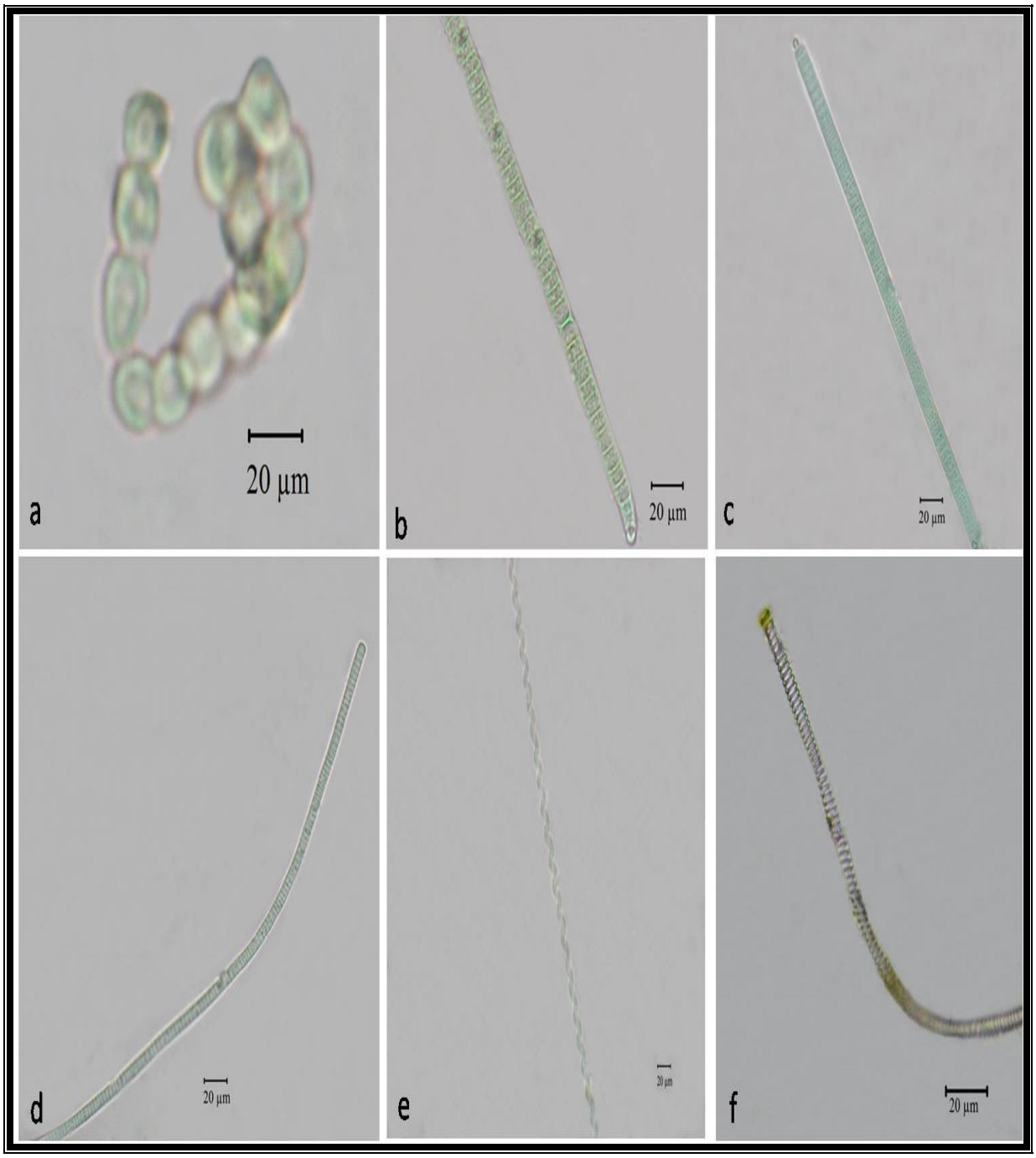
Şekil 9.5. a) *Nitzschia palea* **b)** *Nitzschia thermalis* **c)** *Pinnularia borealis* **d)** *Rhoicosphenia sp.* **e)** *Pinnularia britannica* **f)** *Surirella angusta* **g)** *Synedra capitata* **h)** *Synedra pulchella* **ı)** *Surirella robusta* **j)** *Synedra ulna*



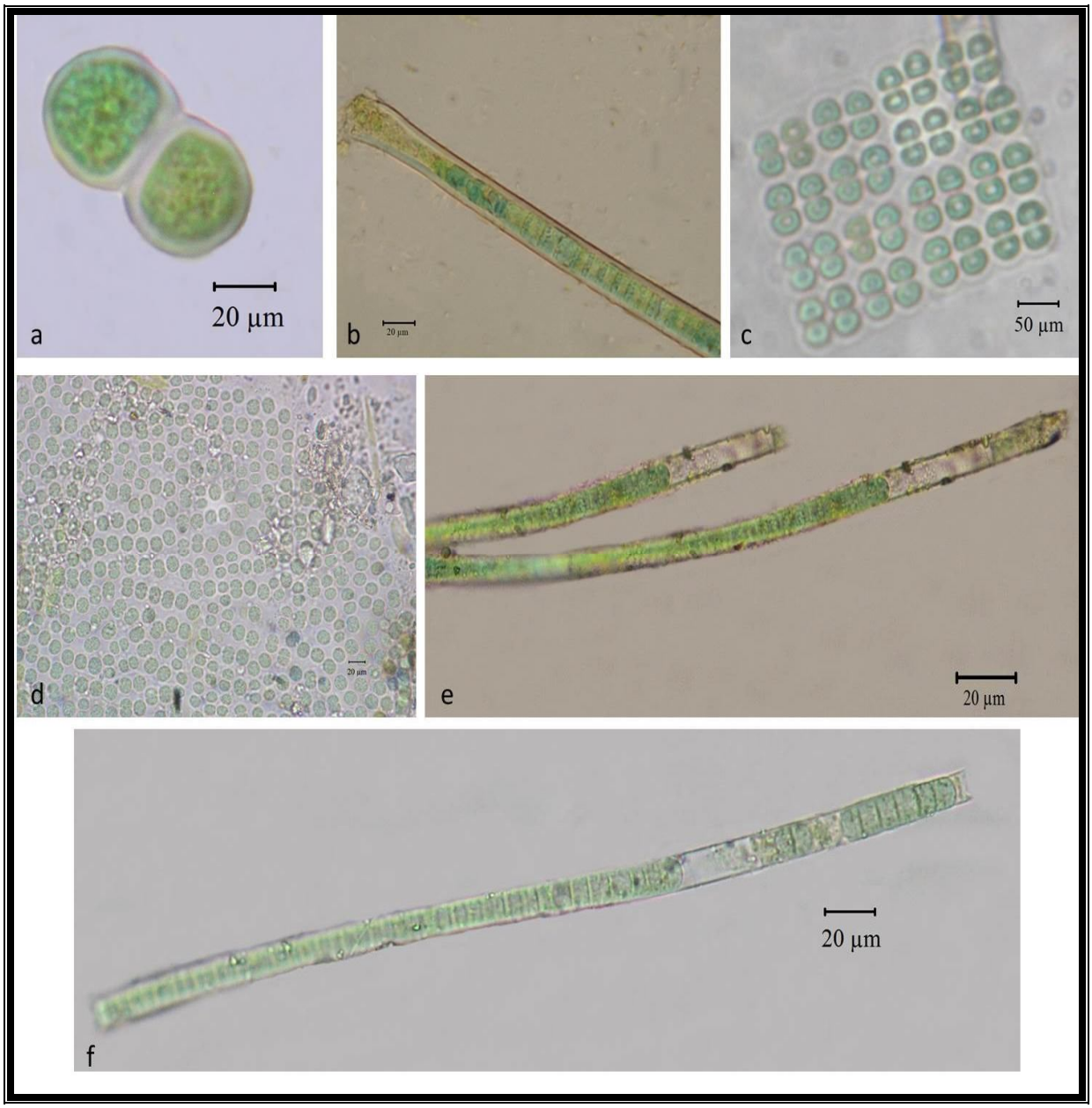
Şekil 9.6. a) *Anabaena affinis* **b)** *Anabaena cylindrica* **c)** *Chroococcus limneticus* **e)** *Anabaena limnetica* **f)** *Anabaena oscillarioides*



Şekil 9.7. a) *Calothrix crustacea* **b)** *Calothrix parietina* **c)** *Chroococcus giganteus* **d)** *Anabaena sphaerica* **e)** *Aphanocapsa grevillei*



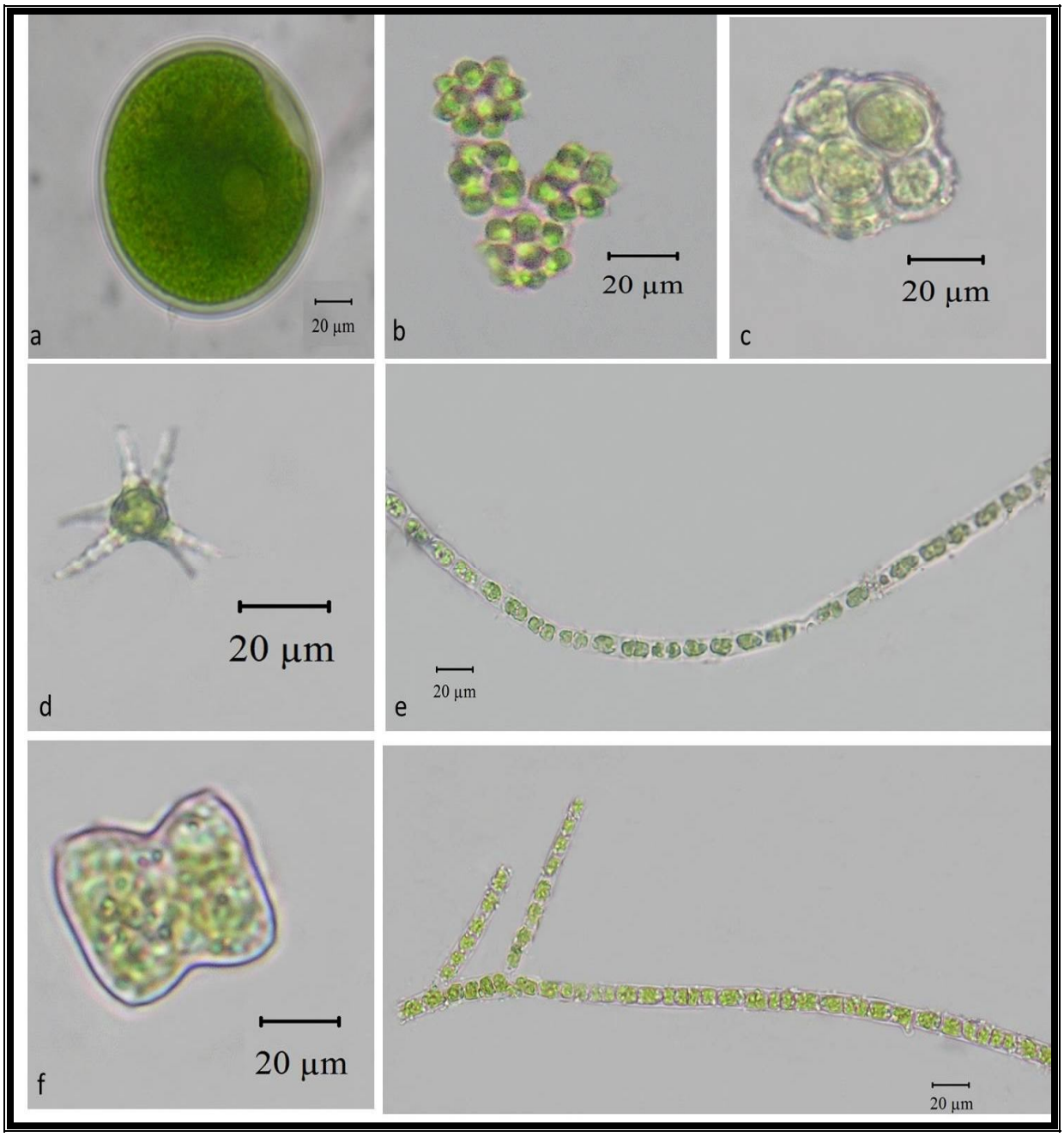
Şekil 9.8. a) *Nostoc comminutum* **b)** *Oscillatoria amonea* **c)** *Oscillatoria anguaina* **d)** *Oscillatoria formosa* **e)** *Spirulina major* **f)** *Spirulina subsalsa*



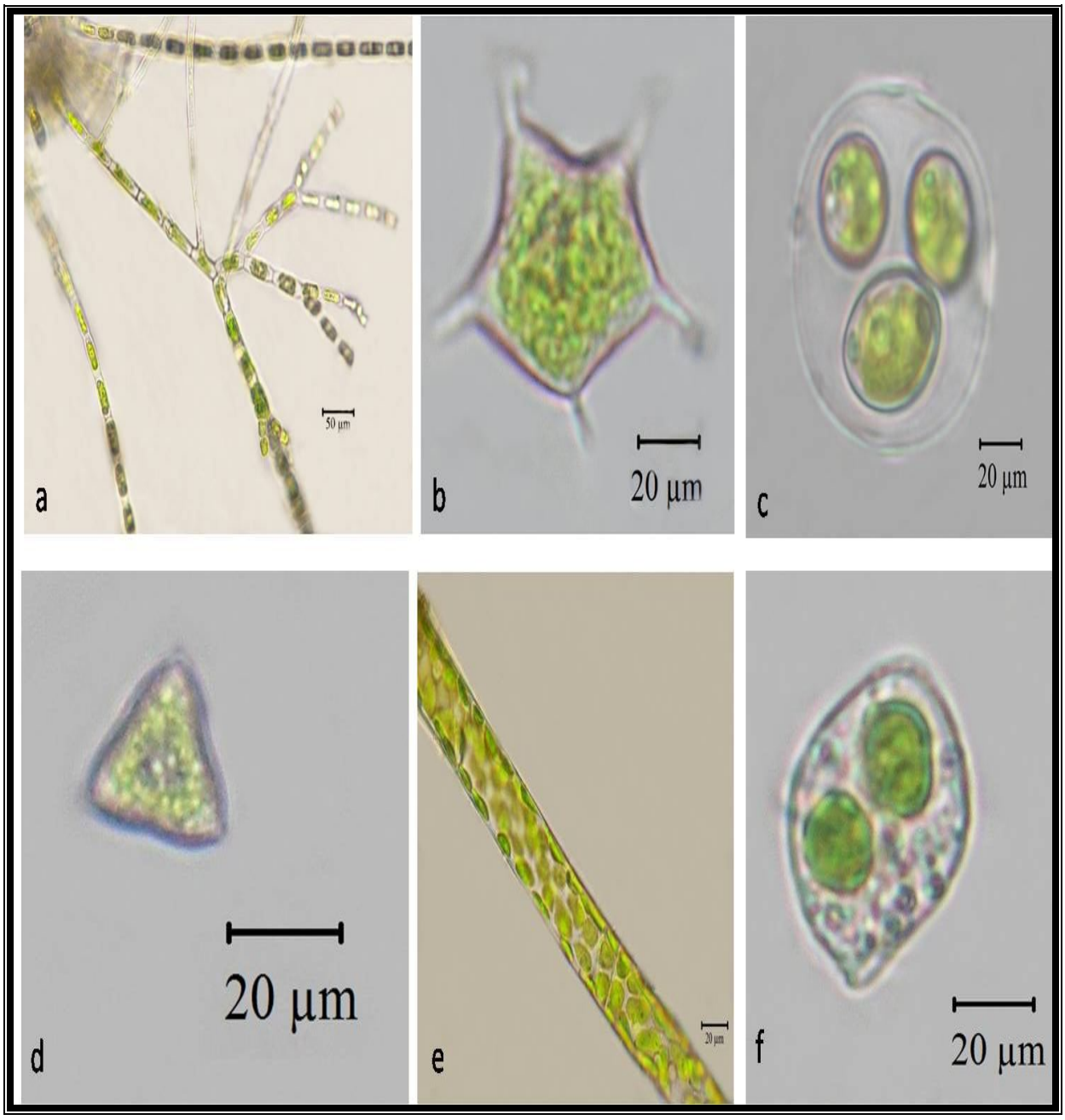
Şekil 9.9. a) *Chroococcus turgidus* **b)** *Lyngbya martensiana* **c)** *Merismopedia elegans* **d)** *Merismopedia glauca* **e)** *Lyngbya limnetica* **f)** *Lyngbya aeurigineo-caerulea*



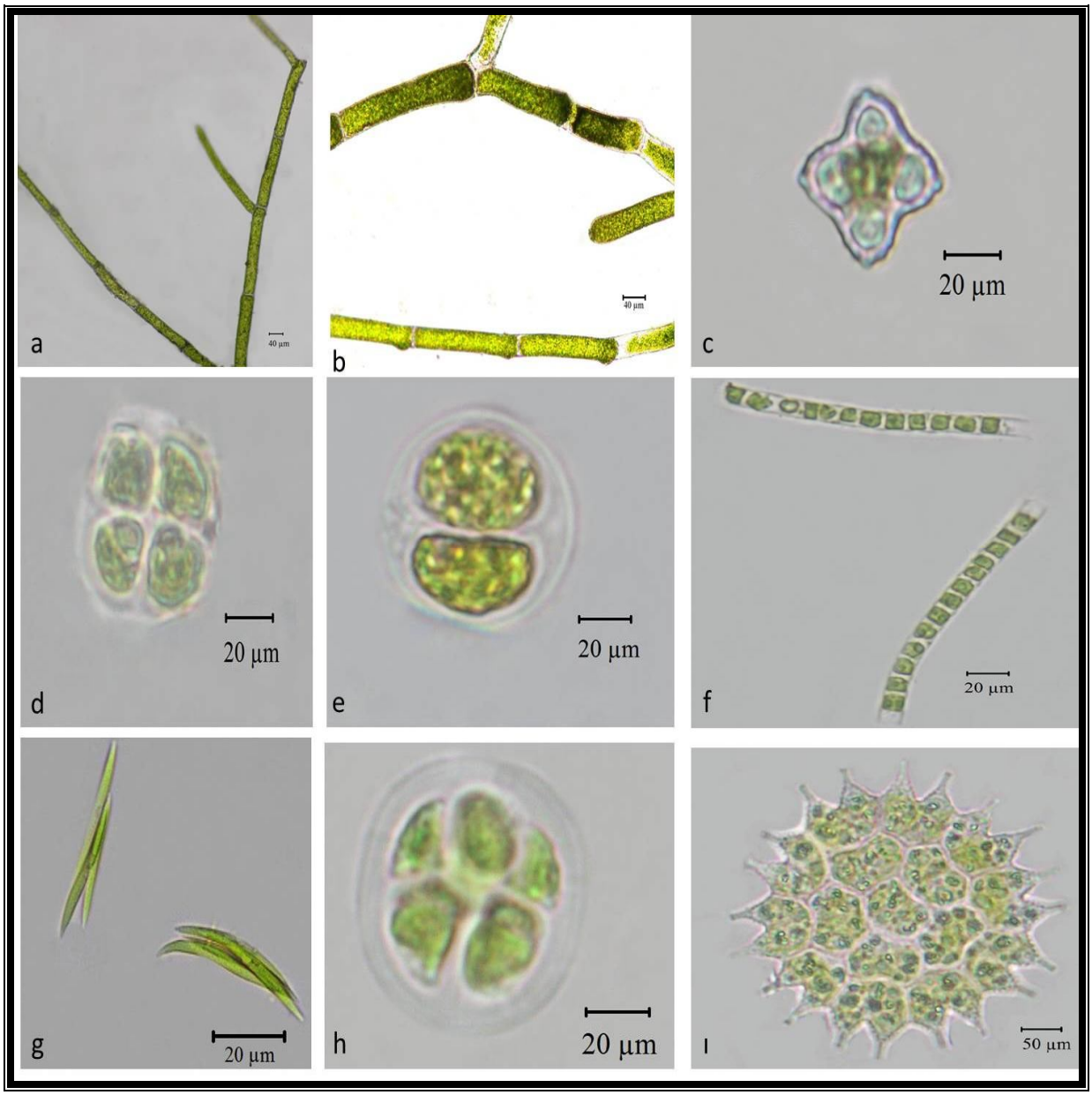
Şekil 9.10. a) *Acanthosphaera zachariasii* **b)** *Ankistrodesmus falcatus* **c)** *Closteriopsis acicularis* **d)** *Ankistrodesmus spiralis* **e)** *Asterococccus superbus* **f)** *Bulbochaete alabamensis* **g)** *Chlamydomonas globosa* **h)** *Chlorella minnutisima* **ı)** *Chlorococcum humicola*



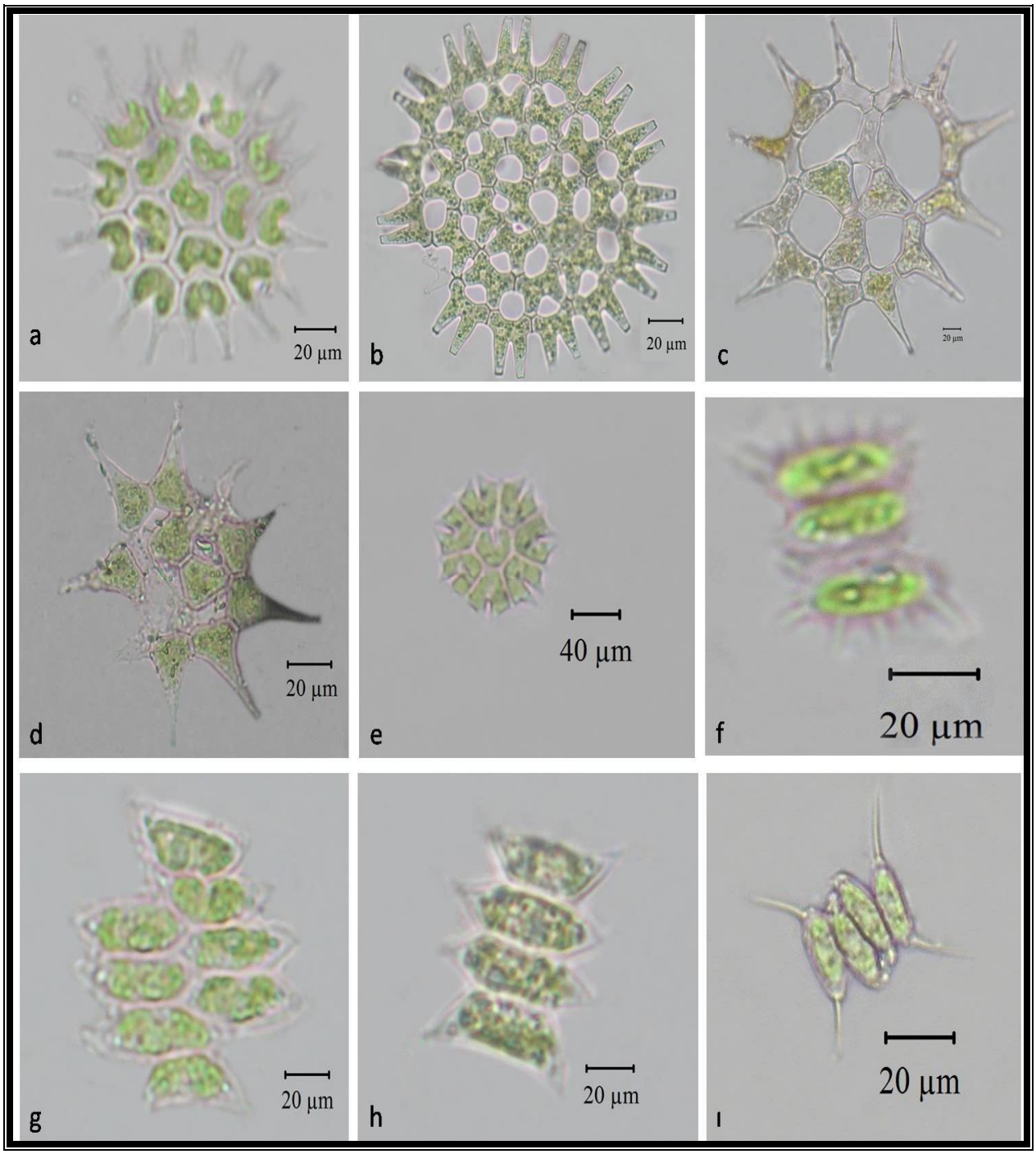
Şekil 9.11. a) *Haematococcus lacustris* **b)** *Coelastrum astroideumcatus* **c)** *Coelastrum microporum* **d)** *Staurastrum pingue* **e)** *Geminella interrupta* **f)** *Tetraedron minimum* **g)** *Stigeoclonium pachydermum*



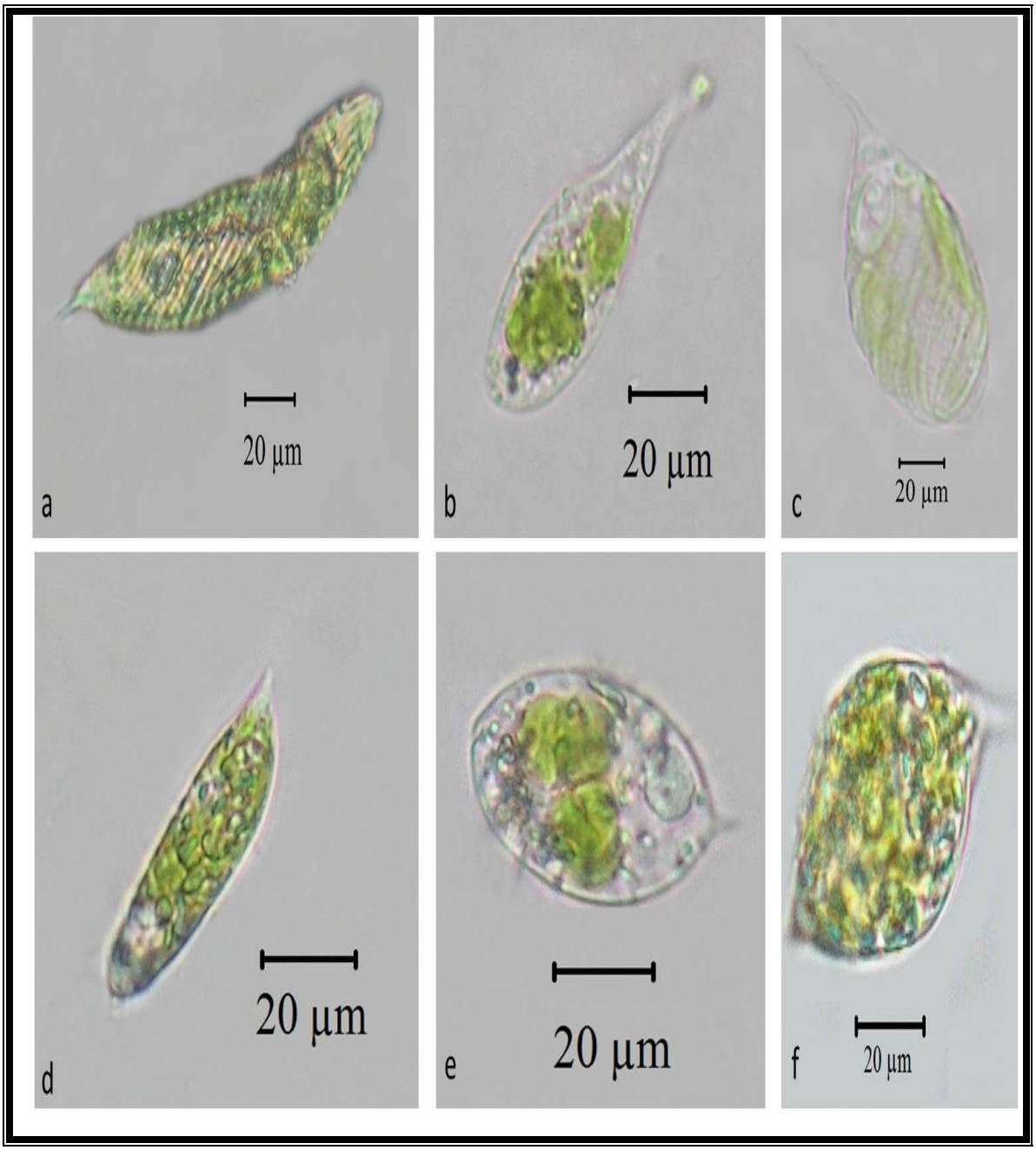
Şekil 9.12. a) *Stigeoclonium nanum* **b)** *Tetraedron caudatum* **c)** *Oocystis borgei* **d)** *Tetraedron triangulare* **e)** *Tribonema bombycinum* **f)** *Oocystis nodulosa*



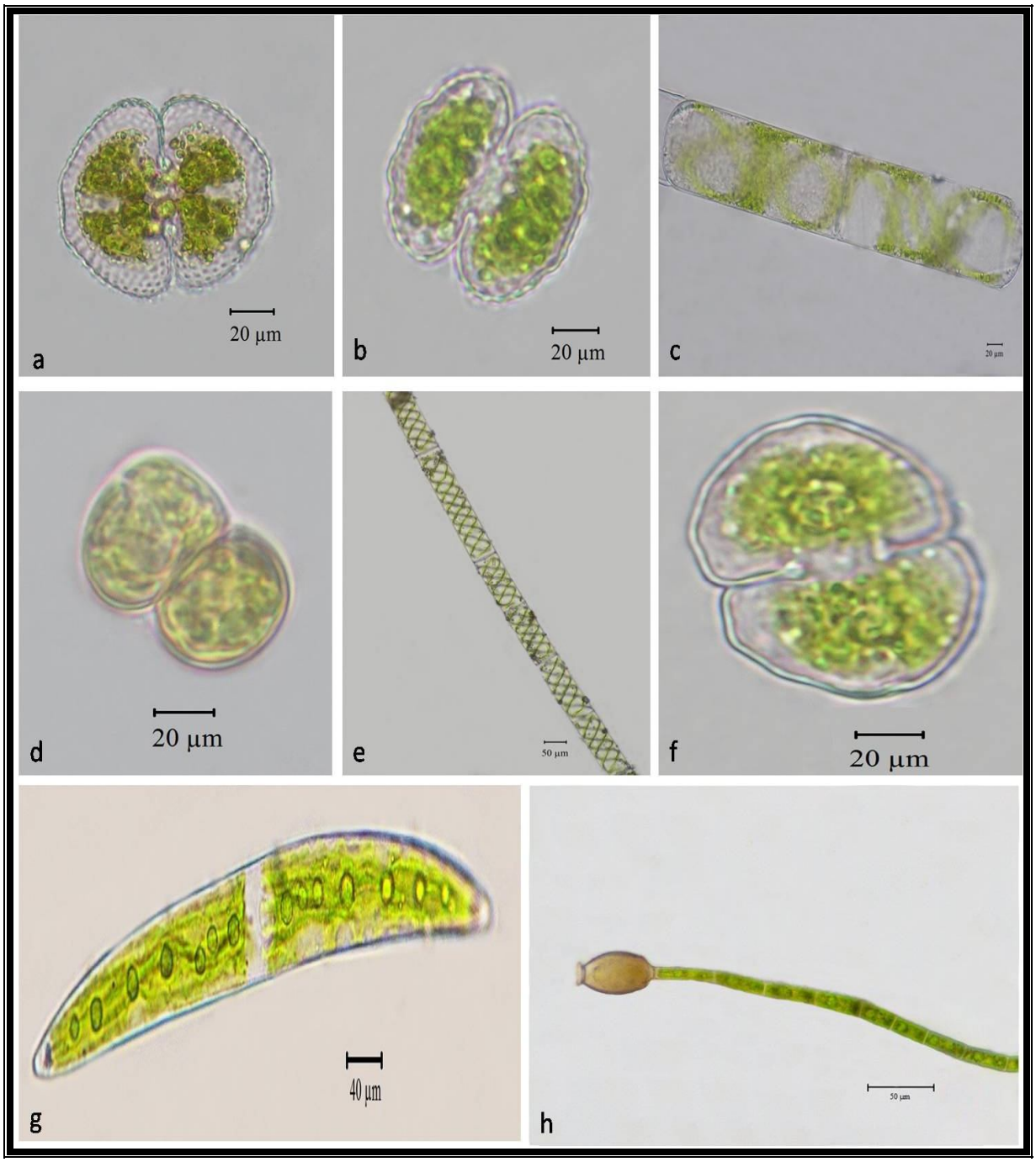
Şekil 9.13. a) *Cladophora glomerata* **b)** *Cladophora aegagropila* **c)** *Crucigenia apiculata* **d)** *Crucigenia quadrata* **e)** *Gloeocystis* ve*siculosa* **f)** *Microspora pachyderma* **g)** *Monoraphidium obtusum* **h)** *Pandorina morum* **ı)** *Pediastrum boryanum var. longicorne*



Şekil 9.14. a) *Pediastrum boryanum* **b)** *Pediastrum duplex* **c)** *Pediastrum simplex* **d)** *Pediastrum simplex var. duodanarium* **e)** *Stauridium tetras* **f)** *Desmodesmus abundans* **g)** *Scenedesmus obliquus* **h)** *Acutodesmus dimorphus* **ı)** *Scenedesmus quadricauda*



Şekil 9.15. a) *Euglena spirogyra* **b)** *Lepocinclis acuta* **c)** *Phacus nordstedtii* **d)** *Lepocinclis oxyuris* **e)** *Lepocinclis fusiformis* **f)** *Lepocinclis playfairiana*



Şekil 9.16. a) *Cosmarium botrytis* **b)** *Cosmarium formosulum* **c)** *Spirogyra subsalsa* **d)** *Cosmarium contractum* **e)** *Spirogyra aequinoctialis* **f)** *Cosmarium granatum* **g)** *Closterium littorale* **h)** *Oedogonium* sp.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Betül YILMAZ ÖZTÜRK
Uyruğu	**:**	T.C
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Ceyhan/10.03.1982
Telefon	**:**	5308829609
Faks	**:**	
e-mail	**:**	bybetul@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	**:**	Adana Perihan Üçgül Lisesi	2000
Üniversite	**:**	Eskişehir Osmangazi Üniveristesi	2004
Yüksek Lisans:		Selçuk Üniversitesi	2007
Doktora	**:**	Selçuk Üniversitesi	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2009	Ordu Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2009-	Selçuk Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

UZMANLIK ALANI

Hidrobiyoloji

YABANCI DİLLER

İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

SCI Kapsamındaki Dergilerde Yer Alan Makale

Journal of Food Biochemistry DOI:10.1111/j.7145-4514.2010.0039999.x, "Chemical Composition, Total Phenolic And Mineral Contents of *Enteromorpha intestinalis* (L.) Kütz. And *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. Seaweeds", C. AKKÖZ, D. ARSLAN, A. ÜNVER, M.M. ÖZCAN, B. YILMAZ

Uluslararası Hakemli Dergilerde Yer Alan Makaleler

World Journal of Fish AND Marine Sciences 1 (3): 243-247, 2009, "Trophic Level Determination of Acı Lake, Meke Lake and Suğla Lake", Cengiz AKKÖZ, Betül YILMAZ, Erkan Klaıpcı

Journal International Environmental Application & Science, Vol. 4 (4): 408-412, 2009, " The Determination os some Pollution Parameters, Water Quality and Heavy

Metal Concentrations os Suğla Lake (Seydişehir, Konya)", Cengiz AKKÖZ, Betül YILMAZ

International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences (IJEES), Vol.2(3):187-190, 2012, "Removal of cadmium (II) ion from aqueous system by dry biomass, live and heat-inactivated *Oocystis solitaria* isolated from fresh water (Beykavağı Pond) ", Baran AŞIKKUTLU, Betül YILMAZ ÖZTÜRK, Cengiz AKKÖZ

International Conference of Ecosystems (ICE) Tirana, Albania, Proceeding Book ICE _2012, Supporting Of Light Microscobe Photograph of Some Cultured Algae With Electron Micrograph, Betül YILMAZ ÖZTÜRK, Baran AŞIKKUTLU, Cengiz AKKÖZ, Derviş ÖZTÜRK

Journal of Applied Biological Sciences, 7 (2): 54-56, 2013, Removal of cadmium (II) ion from aqueous system by dry biomass, live and heat-inactivated *Scenedesmus quadricauda* isolated from fresh water (Apa Dam Lake), Cengiz AKKÖZ, Betül YILMAZ ÖZTÜRK, Baran AŞIKKUTLU

Journal of Selçuk University Natural and Applied Science, ICOEST conf. (Special Issue-2), 2014, Çavuşcu Lake Benthic Algae, Cengiz AKKÖZ, Betül YILMAZ ÖZTÜRK, Baran AŞIKKUTLU

Ulusal Hakemli Dergilerde Yer Alan Makale

Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, Sayı 33 (2009) 51-59, KONYA, "Suğla Gölü (Seydişehir/Konya) Bentik Algleri Üzerine Araştırmalar", Cengiz AKKÖZ, Betül YILMAZ