

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GAGA GÖLÜ SULAK ALANI (FATSA, ORDU)
FİTOPLANKTONU VE TROFİK YAPISI
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Ahmet Yavuz CANDAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Beyhan TAŞ

ORDU-2011

GAGA GÖLÜ SULAK ALANI (FATSA, ORDU) FİTOPLANKTONU VE TROFİK YAPISI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

ÖZ

Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonu, mevsimsel değişimi ve bu değişime etki eden fiziksel ve kimyasal faktörler ile klorofil-*a* miktarı Nisan 2009 – Mart 2010 tarihleri arasında incelenmiştir. Fitoplanktonda Chlorophyta, Bacillariophyta, Dinoflagellata, Euglenozoa, Cyanobacteria, Streptophyta, Heterokontophyta'ya ait toplam 109 takson tespit edilmiştir.

Fitoplankton gelişmesinde kimyasal özellikler ve besin tuzları sınırlayıcı olmamıştır. Kimyasal parametrelerden fosfor dışındaki tüm değerler normal sınırlar içerisinde bulunmuştur. Klorofil-*a* ile fitoplankton yoğunluğu genellikle paralel gelişim göstermiştir.

Chlorophyta üyelerinden yaz ve sonbahar aylarında *Pediastrum duplex* var. *garcillimum* ve *P. duplex* var. *reticulatum* baskın organizmalar olmuştur. Bacillariophyta'dan *Synedra nana* ve Euglenozoa'dan *Trachelomonas volvocina* kış mevsiminde aşırı çoğalmalar yapmıştır. Diğer taksonlar ise önemli sayılara ulaşmamıştır. Cluster analizi sonuçları sayım sonunda elde edilen bulguları desteklemiştir. Yaz ve sonbahar ayları fitoplanktonu arasında bir benzerliğin olduğu görülmüştür.

Gaga Gölü Sulak Alanı; trofik statü indeksi'ne göre hiperötrof, fitoplankton bileşik oranı'na ve dominant fitoplankton cinslerine göre mezotrof, Palmer kirlilik indeksine göre orta-yüksek derecede organik kirlilik seviyesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Gaga Gölü Sulak Alanı, suyun fiziksel-kimyasal özellikleri ve fitoplankton kompozisyonu bakımından mezotrof-ötrof karakterde bir göldür.

Anahtar Kelimeler: Gaga Gölü Sulak Alanı, fitoplankton, trofik yapı indeksi, mevsimsel değişim, cluster, shannon.

INVESTIGATION ON TROPHIC STATUS AND PHYTOPLANKTON OF GAGA LAKE WETLAND (FATSA, ORDU)

ABSTRACT

Phytoplankton of Gaga Lake Wetland was searched as seasonal changes and affectional physical and chemical factors on these changes with value of chl- *a* between April 2009 to March 2010. Totally 109 taxons were determined in Chlorophyta, Bacillariophyta, Dinoflagellata, Euglenozoa, Cyanobacteria, Streptophyta, Heterokontophyta divisions for phytoplankton.

Chemical features and nutrient salts were not restricted in phytoplankton growing. Values of chemical parameters except phosphorus were found in normal range. Chl-*a* and phytoplankton density generally showed a parallel progress.

Pediastrum duplex var. *garcillimum* and *P. duplex* var. *reticulatum* were dominant organisms of Chlorophyta in summer and autumn. *Epithemia adnata* of Bacillariophyta and *Trachelomonas volvocina* of Euglenozoa were highly enhanced in winter. Other divisions were not reached dramatic numbers. Results of Cluster analyse and counting findings supported the qained results. These results showed a similarity between summer and autumn phytoplankton.

Gaga Lake Wetland was identified as hypereutroph to the Trophic Status Index, as mesotroph due to the Phytoplankton Compound Quotient and Dominant Phytoplankton Genus, as middle high organic pollution level due to the Palmer Pollution Index. Gaga Lake Wetland was characterised as mesotroph-eutroph lake due to the physico-chemical properties of water and phytoplankton composition of literature knowledge.

Key Words: Gaga Lake Wetland, phytoplankton, trophic status index, seasonal changes, cluster, shannon

TEŞEKKÜRLER

Çalışmalarında ilgi ve desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Beyhan TAŞ'a;

Analizlerin şekillenmesinde yardımlarını esirgemeyen arkadaşım Sertan TOPKARA'ya ve uykusuz gecelerime neden olan Necmi KURTULUŞ'a,

Engin düşüncesiyle, ters bakış açılarıyla bana ışık tutan, meslektaşım, en büyüğüm, ağabeyim Abdullah CANDAN'a,

Bilgisi, tecrübesi ve zekâsıyla bana her daim yol çizen meslektaşım, büyüğüm canım ağabeyim Dr. Onur CANDAN'a ve sevgili yengem, ablam Esra Deniz CANDAN'a,

Yüksek öğrenimimdeki en büyük destekçim, tüm çalışmalarımın yakın takipçisi, arazi çalışmalarında her zaman yanımda olan sevgili arkadaşım Çağla KILIÇ'a,

Tüm çalışmalarım boyunca karşılıksız maddi ve manevi destekleriyle her an yanımda olan Nihal ve Necdet CANDAN'a,

Yüksek lisans öğrenimimin en başından beri bilim adamı olma gayemi hatırlatan, her söylediği sözü hayat felsefem edindiğim, ona yakışır bir yeğen olabilmek için çalıştığım, gözlerindeki ışıltının ardından hep koşacağım büyük dayım Nihat KORKMAZ'a;

Sonsuz şükranlarımı sunarım.

Ahmet Yavuz CANDAN

İÇİNDEKİLER

ÖZ	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜRLER	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Literatür Çalışmaları.....	3
2.2. Sulak Alan.....	4
2.3. Fitoplankton.....	5
2.4. Göllerde Trofik Yapı.....	7
2.3.1. Trofik Statü İndeksi.....	7
2.3.2. Fitoplankton Bileşik Oranı (FBO).....	11
2.3.3. Su Kalitesinin Belirlenmesi.....	12
2.3.3.1. Dominant Cinslere Göre Su Kalitesinin Belirlenmesi.....	12
2.3.3.2. Palmer (1969)'ın Kirlilik İndeksi.....	13
3. MATERYAL VE METOT	15
3.1. Araştırma Alanının Tanımı.....	15
3.1.1. Araştırma Alanının Jeolojik Yapısı.....	16
3.1.2. Araştırma Alanının İklimi.....	16
3.1.3. Araştırma Alanının Vejetasyonu.....	17
3.1.4. Örnek Alma İstasyonlarının Tanıtımı.....	17
3.2. Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerin Saptanması ve Kullanılan Gereçler.....	18
3.3. Biyolojik Örneklerin Alınması ve Değerlendirilmesi İçin Kullanılan Yöntemler ..	18
3.3.1. Fitoplanktonun İncelenmesi.....	19
3.3.1.1. Örnek Alma.....	19
3.3.1.2. Preparatların Hazırlanması ve Fitoplankton Türlerinin Tanısı.....	19
3.3.1.3. Fitoplankton Sayımı.....	20
3.3.1.4. Fitoplankton Biyolojik Kütlesinin (Biomass) Pigment Analizi İle Ölçümü.....	21

3.4. Trofik Yapının Hesaplanması.....	22
3.4.1. Carlson'un Trofik Yapı İndeksinin (TSI) Hesaplanması.....	22
3.4.2. Fitoplankton Bileşik Oranının (FBO) Hesaplanması.....	23
3.4.3. Dominant Fitoplankton Cinslerine Göre Su Kalitesinin Belirlenmesi	23
3.5. İstatistiksel Analizler	23
3.5.1. Fitoplankton Çeşitlilik İndeksi.....	24
3.5.2. Fitoplankton Kümeleme Analizi.....	25
4. BULGULAR	26
4.1. Göl Suyunun Fiziko-Kimyasal Özellikleri	26
4.1.1. Göl Suyunun Fiziksel Özellikleri	26
4.1.1.1. Sıcaklık	26
4.1.2. Kimyasal Özellikler	26
4.1.2.1. Çözünmüş Oksijen.....	26
4.1.2.2. pH.....	26
4.1.2.3. İletkenlik	28
4.1.2.4. TDS	28
4.1.2.5. Toplam Sertlik	28
4.1.2.6. Besin Tuzları.....	28
4.2. Gölün Trofik Durumu.....	29
4.2.1. Carlson'un Trofik Yapı İndeksi.....	29
4.2.2. Fitoplankton Bileşik Oranına (FBO) Göre Trofik Yapının Belirlenmesi.....	31
4.3. Su Kalitesinin Belirlenmesi	32
4.3.1. Dominant Fitoplankton Cinslerine Göre Su Kalitesi ve Trofik Yapının Belirlenmesi	32
4.3.2. Palmer (1969)'ın Kirlilik İndeksi	32
4.4. Biyolojik Özellikler	33
4.4.1. Fitoplankton Listesi	33
4.4.2. Fitoplankton Kompozisyonu.....	43
4.4.3. Fitoplanktonun Mevsimsel Değişimi.....	49
4.4.3.1. İlkbahar Ayları	49
4.4.3.2. Yaz Ayları.....	50
4.4.3.3. Sonbahar Ayları	51
4.4.3.4. Kış Ayları.....	52

4.5. Klorofil - <i>a</i> Miktarı	53
4.6. İstatistiksel Analizler	58
4.6.1. Fitoplanktonun Shannon-Weaver Çeşitlilik ve Düzenlilik İndeksine Göre Mevsimsel Değişimi	58
4.6.1.1. Tüm İstasyonlara Göre Gruplandırılması	58
4.6.1.2. İstasyonlara Göre Gruplandırılması.....	60
4.7.2. Fitoplanktonun Kümeleme Analizine Göre (Cluster Analizi) Gruplandırılması..	62
4.7.2.1. Tüm İstasyonlara Göre Gruplandırılması	62
4.7.2.2. İstasyonlara Göre Gruplandırılması.....	63
5. TARTIŞMA	66
5.1. Çevre Şartları	66
5.2. Fitoplankton	73
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	79
7. KAYNAKLAR	81
ÖZGEÇMİŞ	93

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Gaga Gölü Sulak Alanı konumu	15
Şekil 3.2. Araştırma alanı toplam yağış ve ortalama sıcaklık grafiği.....	16
Şekil 3.3. Gaga Gölü Sulak Alanı istasyonların genel görünümü	17
Şekil 4.1. Toplam fosfor ve klorofil- <i>a</i> 'nın mevsimsel değişimi.....	30
Şekil 4.2. Gaga Gölü Sulak Alanı Trofik Statü İndeksi (TSI _{ORT})'nin mevsimsel değişimi	31
Şekil 4.3. Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplankton bileşik oranı'nın mevsimsel dağılımı ..	32
Şekil 4.4. Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonunun kompozisyonu	44
Şekil 4.5. Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonundaki toplam organizma yoğunluğu ...	44
Şekil 4.6. Gaga Gölü Sulak Alanı örnek alma istasyonlarının toplam organizma miktarının mevsimsel değişimi	54
Şekil 4.7. Gaga Gölü Sulak Alanı örnek alma istasyonlarının toplam Bacillariophyta, Chlorophyta ve Euglenozoa'nın mevsimsel değişimi	55
Şekil 4.8. Gaga Gölü Sulak Alanı örnek alma istasyonlarının toplam <i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracillimum</i> ve <i>P. duplex</i> var. <i>reticulatum</i> 'un mevsimsel değişimi	56
Şekil 4.9. Gaga Gölü Sulak Alanı örnek alma istasyonlarının toplam <i>Epithemia adnata</i> , <i>Desmodesmus protuberans</i> ve <i>Trachelomonas volvocina</i> 'nın mevsimsel değişimi	57
Şekil 4.10. Gaga Gölü Sulak Alanı'nın toplam organizma ve klorofil- <i>a</i> yoğunluğu mevsimsel değişimi.....	58
Şekil 4.11. Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonunun Shannon-Weaver çeşitlilik (H') ve düzenlilik indeksi (J)'ne göre mevsimsel değişimi	59
Şekil 4.12. Gaga Gölü Sulak Alanı Çeşitlilik indeksi (H') ve düzenlilik indeksi (J)'nin örnek alma istasyonlarına göre mevsimsel değişimi	61
Şekil 4.13. Gaga Gölü Sulak Alanı Cluster (kümeleme) analizi dendrogramı.....	62
Şekil 4.14. Gaga Gölü Sulak Alanı örnek alma istasyonlarına göre mevsimsel Cluster (kümeleme) analizi dendrogramı	65

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Verimlilik düzeyleri için sınır değerleri.....	7
Tablo 2.2. Göllerin beslenme durumları	8
Tablo 2.3. Göllerin trofik yapısının sınıflandırılması ve bu sınıflandırmada kullanılan üç değişkenin TSI (Trofik Statü İndeksi) ve sınır değerleri	10
Tablo 2.4. Değişkenlerin TSI değerleri arasındaki ilişki ve indeks değerlerindeki sapmaların izahı	11
Tablo 2.5. Fitoplankton bileşik oranına göre göllerin ekolojik yapısı	11
Tablo 2.6. Dominant cinslere göre göllerin ekolojik yapısı.....	12
Tablo 2.7. Dominant cinslere göre cinslerin değerleri	13
Tablo 2.8. Palmer (1969)'ın kirlilik indeksine göre göllerin kirlilik durumu.....	14
Tablo 2.9. Palmer (1969)'ın kirlilik indeksine göre belirlenmiş cinsler ve değerleri	14
Tablo 3.1. Fiziko-kimyasal parametrelerin analiz metodları	18
Tablo 4.1. Gaga Gölü Sulak Alanı'na ait bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerin analiz sonuçları.....	27
Tablo 4.2. Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonundaki taksonlar	33
Tablo 4.3. Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonunda tespit edilen taksonların % tekerrür oranları	45

1. GİRİŞ

Dünya üzerindeki mevcut besin kaynaklarının azalması, insan nüfusunun hızla artmaya devam etmesi, su kaynaklarında bulunan organizmaların besin değerinin yüksek olması sucul organizmalara önem kazandırmıştır. Tatlı su kültür çalışmalarının sonuçlarına bağlı olarak iç suların (göller, göletler, baraj gölleri ve akarsular) besin ve gelir kaynağı haline gelmesine neden olmuş ve önemini arttırmıştır.

Dünya üzerindeki denizler, göller, göletler ve akarsular toplam su kaynaklarının %66'sını oluşturmaktadır. Dünyadaki göllerin çoğu küçük ve sığdır. Sığ göller zengin su içi ve su üstü bitkilerinin bulunduğu, geniş litoral bölgeleri ile yeryüzündeki göllerin sayıca büyük bir kısmını oluştururlar. Dünya yüzeyinin yaklaşık %1'ini kaplayan sığ göller, tüm türlerin %40'ını barındırırlar. Sığ göller tropik ormanlardan sonra biyolojik çeşitliliğin en yüksek olduğu ekosistemlerdir. Pek çok tür ve çeşitteki canlılar için uygun beslenme, üreme ve barınma ortamı olan sığ göller, yalnız buldukları ülkenin değil, tüm dünyanın doğal zenginlik müzeleri olarak kabul edilmektedir. Doğal dengenin ve biyolojik çeşitliliğin korunması yönünden de diğer ekosistemler içinde önemli ve farklı bir yere sahiptirler (Dugan, 1990).

Sığ göller, uzun yıllar boyunca mikrop taşıyan böcekler, hastalık yayan ve faydasız bölgeler olarak kabul görmüştür. Bu bölgeleri balık yetiştiriciliği veya tarım arazisi için kullanmak ya da doldurup kurutarak kentleşme için alanlar yaratmak amacıyla çalışmalar yapılmıştır. XX. yüzyıl boyunca sulak alanları kurutma faaliyetleri artmış, XXI. yüzyılın başlarında ise sulak alanların değeri daha iyi anlaşılmaya başlanmıştır. Sulak alanları da kapsayan sığ göller dünyada sayıca fazla olsa da, ne var ki limnolojik araştırmalar geleneksel olarak littoral bölgeleri sınırlı, sıcaklık tabakalaşması olan derin göllerle kısıtlı kalmış, dolayısıyla uzun yıllar bilimsel olarak sulak alanlar ihmal edilmiştir. Fakat XX. yüzyılın sonlarına doğru Avrupa'daki sığ göllerde (İngiltere, Danimarka ve Hollanda'da) yürütülen araştırmalar limnolojideki bu geleneksel bakışı değiştirip sığ göl ekolojisinin temellerini meydana getirmiştir (Beklioğlu, 2004).

Şu ana kadar yapılan çalışmalar neticesinde ülkemizde toplam büyüklüğü 2000000 hektarı aşkın (2155045 ha) 135 adet Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alan bulunmaktadır. Bunlardan 13 tanesi RAMSAR Alanı ilan edilmiştir ve 179.898 hektar alanı kapsamaktadır (RAMSAR, 2011). Bunun dışında uluslararası kriterleri sağlamayan 500'ü aşkın sulak alan olduğu tahmin edilmektedir (Milli Parklar, 2011).

Sulak alanlar yer altı sularını besleyerek veya boşaltarak, taban suyunu dengeleyerek, taşkınları kontrol ederek ve kıyı alanlarında (lagün) deniz suyunun içeriye girişini önleyerek su rejimini düzenlemektedirler. Ayrıca buldukları bölgenin nemini arttırarak yerel iklimin üzerinde olumlu etki yaparlar ve düzenlenmesini sağlarlar. Sulak alanlarda bulunan hidrofitler suya karışan toksik maddeleri tutar ve suyun arıtılmasını sağlayarak küçük yerleşim yerlerinin atıksularını yapay sulak sulak alanlarda depolanarak atıksu arıtımı gerçekleştirilebilir (Gürer ve Yıldız, 2008). Birçok kara ve su canlısına barınak ve üremeleri için doğal ortamlar sunmaları, erozyonu önlemeleri ve kirliliği tutmaları gibi sayısız faydalara sahiptirler. (Balkaya ve Çelikoba, 2005). Sulak alanlarda, sığ göllerde yapılan araştırmalar, suiçi bitkilerinin rüzgâr kaynaklı bulanıklığı azaltarak, sedimantasyonu artırarak, azotu atmosfere uzaklaştırarak, fitoplankton büyümesini sınırlayarak, zooplanktona ve avcı balıklara barınak sağlayarak sığ göllerin su berraklığını arttırdığını göstermiştir (Beklioğlu, 2004).

Alglerin ekolojik ve biyoindikatör önemlerinden dolayı sucul ekosistemlerin alg florasının belirlenmesi gereklidir. Bu çalışma, şimdiye kadar algolojik ve ekolojik hiçbir çalışma yapılmamış olan, Orta Karadeniz Bölümü'nde Ordu ilinde yer alan Gaga Gölü Sulak Alanı'nın fitoplanktonu ve mevsimsel değişimini incelenmek amacıyla yapılmıştır. Yapılan çalışmada sulak alanın trofik yapısı hem fiziko-kimyasal analizler hem de biyolojik parametreler kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Sucul ekosistemlerde biyomas tayini için yapılan sayım, biyohacim, biyokütle ve pigment analizi gibi çalışmaları desteklemek amacıyla, gelişen bilgisayar teknolojilerinden de faydalanılarak yapılan istatistikî çalışmaların sayısı günümüzde oldukça fazladır. Bu nedenle, fitoplankton biyomasının sayım yolu ile hesaplanması ve elde edilen sonuçlara Shannon-Weaver tür çeşitliliği ve kümeleme analizi (Cluster) uygulanarak fitoplankton yapısındaki değişimler de incelenmiştir. Yapılan çalışmaların, Türkiye tatlı su alg florasının tespiti çalışmasına katkıda bulunması umulmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Literatür Çalışmaları

Yurdumuzda tatlı su alg florası ilgili ilk çalışma 1949 yılında yapılmıştır (Geldiay, 1949). Başlangıçta floristik analizler şeklinde yürütülen bu çalışmalar (Güner, 1969, 1974; Ongan, 1970; Tanyolaç ve Karabatak, 1974), tatlı su alglerinin kompozisyonu, mevsimsel değişimleri ve bu değişimleri etkileyen ekolojik özelliklerin kalitatif ve kantitatif incelenmesi şeklinde devam etmiştir. Bu konularda yapılan ilk bilimsel araştırmada, Kurtboğazı Baraj Gölü fitoplanktonunun kompozisyonu ve mevsimsel değişimi incelenmiş ve klorofil-*a* miktarları ölçülmüştür (Aykulu ve Obalı, 1981). Daha sonra Mogan Gölü (Obalı, 1984; Akbulut ve Yıldız, 2001; Mangıt, 2007), Çubuk-I Baraj Gölü (Gönüloğlu ve Aykulu, 1984), Beytepe ve Alap Göletleri (Ünal, 1984) ile Bayındır Baraj Gölü'nde (Gönüloğlu, 1985) yapılan çalışmalarda fitoplankton ve kıyı bölgesi alglerinin kompozisyonları ve mevsimsel değişimleri ile klorofil-*a* yoğunlukları incelenmiştir. Diğer bir araştırmada da Beytepe ve Alap Göletleri dışında kalan, Ankara çevresindeki göllerde yapılan incelemede fitoplanktonun taksonomik listesi topluca verilmiştir (Aykulu ve ark., 1983). Ayrıca Konya-Altınapa Baraj Gölü (Yıldız, 1985), Beyşehir Gölü (Cirik ve ark., 1991), Hafik Gölü (Kılınç ve Dere, 1988; Kılınç, 1998), Eğirdir Gölü (Conk ve Cirik, 1991), Hafik ve Tödürge Gölleri'nin geçmiş ve şimdiki diatom floralarının kalitatif olarak incelenmesi (Kılınç ve Sıvacı, 2001), Uluabat Gölü (Karacaoğlu ve ark., 2004) ve Derbent Baraj Gölü (Taş ve Gönüloğlu, 2007) fitoplanktonu ve mevsimsel değişimi, Devegeçidi Baraj Gölü algleri (Baykal ve ark., 2004) incelenmiştir.

Doğu Anadolu Bölgesi'nde Erzurum-Tortum Gölü (Altuner, 1984), Tercan Baraj Gölü (Altuner ve Gürbüz, 1990), Erzurum-Palandöken Göleti (Gürbüz, 1993) fitoplanktonu ve kıyı bölgesi algleri incelenmiş ve Ardahan-Çıldır Gölü'nün planktonik diatomlarının tanımlanması (Akbulut ve Yıldız, 2002) çalışmaları yapılmıştır.

Ege Bölgesi'nde Afyon-Karamık Gölü (Gönüloğlu ve Obalı, 1986), Bafa Gölü (Cirik ve ark., 1989), Aydın-Karine Dalyan Gölü (Gökpinar ve ark., 1996),

fitoplanktonu mevsimsel değişimi incelenmiştir. Ayrıca Manisa-Marmara Gölü (Cirik-Altındağ, 1982, 1983, 1984), Gölçük (Bozdağ-İzmir) (Cirik ve Cirik, 1989a), Karagöl (Yamanlar-İzmir) (Cirik ve Cirik, 1989b, 1990) planktonik algleri taksonomik yönden ayrıntılı bir şekilde araştırılmıştır.

Karadeniz Bölgesi'nde ise Trabzon yöresi tatlı su diyatom florası (Şahin, 1992), Bafra Balık Gölleri (Balık Gölü, Uzun Göl) (Gönüloğlu ve Çomak, 1992a, b; 1993a, b) ve Sinop-Sarıkuş Gölü (Öztürk, 1994; Sıvacı ve ark., 2008) fitoplanktonu floristik olarak araştırılmış, Yine bu bölgede bulunan sığ göl niteliğine sahip Trabzon-Çaykara Uzungöl (Şahin, 1993; Verep ve ark., 2002), Samsun-Bafra Cernek Gölü (İşbakan ve ark., 2002; İşbakan-Taş ve Gönüloğlu, 2007), Karaboğaz Gölü (Arslan, 1998; Baytut ve ark., 2006), Liman Gölü (Soylu, 2006; Soylu ve ark., 2011), Terme lagün göllerinden Akgöl (Şehirli, 1998) ve Simenit Gölü (Ersanlı ve Gönüloğlu, 2003), Trabzon-Aygır ve Balıklı Gölleri'nin alg florası (Şahin, 2000), Ladik Gölü (Maraşlıoğlu, 2001; Maraşlıoğlu ve ark., 2005; Maraşlıoğlu ve ark., 2007), Gıcı Gölü (Soylu ve Gönüloğlu, 2006) ve Tatlı Göl (Soylu ve ark., 2007) fitoplanktonu floristik kompozisyon ve mevsimsel değişim yönünden incelenmiştir. Ayrıca Kırşehir-Seyfe Gölü (Elmacı ve Obalı, 1992), Konya-Beşgöz Gölü (Akköz, 2000), İzmir-Bozalan Gölü (Balık ve ark., 2006), Hatay-Karagöl (Tepe ve ark., 2006), Artvin-Karagöl (Kolaylı ve Şahin, 2007). Adana-Akyatan ve Tuzla Lagünleri (Çevik ve ark., 2008) ve Elazığ-Hazar Gölü'de (Ünlü ve ark., 2008) ekolojik ve algolojik araştırmalar yapılmıştır.

Araştırmanın yapıldığı Ordu bölgesinde Ulugöl (Taş ve ark., 2010) de ekolojik ve algolojik araştırmalar yapılmış, Gaga Gölü ve çevresinde ise ilk olarak Akkan ve Gürgen (1993) jeomorfolojik ve topografik incelemede bulunmuşlardır. Daha sonra Gaga Gölü su kalitesinin belirlenmesi ve mikrobiyolojik kirlilik seviyesinin belirlenmesi (Kolören ve ark., 2011) üzeri araştırmalar gerçekleştirmiştir. Gaga Gölü Sulak Alanı (Taş, 2011) ekosistemi hakkında bilgiler vermiştir.

2.2. Sulak Alan

Tanım olarak "Sulak Alan" terimi birtakım ortak özelliklere sahip, kıyıdan uzak alanları, kıyı ve deniz yataklarını genel olarak kapsamına alır. Aslında sulak alanlar için elliden fazla, değişik tanım kullanılmaktadır (Dugan, 1990).

Bunların içinde en geniş tanım Ramsar Sözleşmesi tanımıdır; “Doğal veya suni, daimi veya geçici, suyu akan ya da durgun, tatlı, acı veya tuzlu, gelgit bölgelerinde suların çekildiği dönemlerde su seviyesi altı metreyi aşmayan deniz kesimlerini de kapsayan, bütün bataklık, turba ve suyla kaplı alanlardır.” şeklinde tanımlanmıştır (Dugan, 1990).

Resmi Gazete’de 7 Mayıs 2005 tarih ve 25818 sayı ile yayımlanan “Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği”nde 26 Ağustos 2010 tarih ve 27684 sayı ile değiştirilen sulak alan ifadesi; “Doğal veya yapay, devamlı veya geçici, suları durgun veya akıntılı, tatlı, acı veya tuzlu, denizlerin gelgit hareketlerinin çekilme devresinde altı metreyi geçmeyen derinlikleri kapsayan, başta su kuşları olmak üzere canlıların yaşama ortamı olarak önem taşıyan bütün sular, bataklık, sazlık ve turbiyeler ile bu alanların kıyı kenar çizgisinden itibaren kara tarafına doğru ekolojik açıdan sulak alan kalan yerler” olarak tanımlanmıştır (SAKY, 2010).

Doğal sulak alan ortamlarının gruplandırması açısından, Ramsar Sözleşmesi tanımı son derece geniş kapsamlıdır. Bu ortamlar, temel biyolojik ve fiziksel özelliklerine göre gruplandırıldıklarında bile, otuzu doğal ve dokuzu suni olmak üzere 39 kategoriye ayrılmaktadır. Sulak alan ya da sulak alanların önemli bir kısmı kapladığı yüzeyler, yedi değişik kategoride tanımlanmıştır. Bunlar: haliçler; açık kıyıları; taşkın ovaları; tatlı su bataklıkları; göller; turba alanları ve bataklık ormanlarıdır (Dugan, 1990).

Gaga Gölü Sulak Alanı; doğal sulak alan kategorilerinden tatlı su bataklığı özelliği taşımaktadır.

2.3. Fitoplankton

Suda serbest halde yaşayan, hareket organelleri bulunsu bile ancak sınırlı hareket edebilen ve bu nedenle de su hareketlerinin etkisiyle az çok pasif yer değiştiren tüm organizmalara plankton denir. Bitkisel plankterlere fitoplankton, hayvansal olanlarına ise zooplankton adı verilir. Fitoplankton göllerde, denizlerde ve akarsularda, hatta belirli şartlar altında buzullarda ve kaplıca sularında bulunabilirler.

Fitoplankterler, su ortamında primer üretici canlılardır. Yapılarındaki pigmentleri sayesinde karbondioksit ve suyu ışığın etkisi ile karbondhidratlara çevirirler. Böylece su ortamındaki besin değerinin ve çözülmüş oksijen oranının artmasını sağlarlar. Sonuçta kendi gelişimlerini sağlayarak besin zincirinin ilk halkasını oluştururlar. Bu şekilde üretime olan katkıları ve üst basamaktaki canlılarla olan ilişkileri açısından önem taşımaktadırlar. Üremeleri çevresel faktörlerle sınırlanmıştır.

Fitoplankton yoğunlukları ışık, pH ve sıcaklık gibi farklı çevresel faktörler tarafından etkilenmektedir (Buzzi, 2002). Onların bu özelliklerinin yanında besin ağlarında primer üretici olan ve ekolojik denge sağlayan fitoplankton türleri su kalitesinde indikatör olarak kullanılabilir (Kitner ve Poulickova, 2003; Rey ve ark., 2004). Akuatik ortamların primer üreticisi olan fitoplankton, bu biyosönözde anahtar bir rol oynar. Besin zincirinin temelini oluşturması yanında sucul ekosistemde meydana gelen değişimlerden ilk önce ve en fazla fitoplakton komunitesi etkilenir. Bu da biyolojik indikatör olması bakımından çok önemlidir. Bu nedenle, fitoplankton çevre kirliliğinin ve örtifikasyonun göstericisi olarak ta kabul edilir (Ilmavirta, 1982).

Gerçek anlamda kök, gövde ve iletim sistemlerine sahip olmayan algler, kumlu çöl bölgeleri dışında hemen hemen her yerde gelişmektedirler; özellikle de dünya yüzeyinin yaklaşık olarak %70'ini kaplayan sucul çevreler alglerin asıl yayılım alanlarıdır ve bu ortamlarda organik materyalin primer üreticileri olarak görev görmektedirler. Algler, yapılarında buldukları pigmentler sayesinde su ortamındaki besin değerinin ve çözülmüş oksijen oranının artmasını sağlamaktadırlar (Round, 1973). Algler, primer üretime bağlı olarak dünyadaki toplam karbon fiksasyonunda büyük bir öneme sahiptir. Denizlerde oluşan fotosentez dünyadaki toplam karbon fiksasyonuna %35, göller ve akarsularda oluşan fotosentez ise toplam karbon fiksasyonuna %8 oranında katkıda bulunmaktadır. Buna ek olarak serbest azotun tespit edilmesinde heterosist yapısına sahip olan mavi-yeşil alg türleri önemli rol oynamaktadır (Kaufman, 1989).

Atmosferdeki karbondioksit miktarının kontrolünde fitoplankterler büyük rol oynarlar. Yine, atmosferin oksijeninin %50'sinden fazlası algler tarafından üretilmektedir (Graham ve ark.,2009)

Göllerde alglerin dağılımı; suların yapısına, içeriklerine ve gölün çevresindeki yerleşim birimlerine bağlı olarak büyük değişiklikler göstermekte ve dolayısıyla

göllerde meydana gelebilecek kirlenmelere karşı toleranslı türlerin aşırı çoğalmaları esnasında bazı türlerin salgıladıkları toksik maddelerle diğer canlıların yaşamalarına imkân vermemektedirler.

Bir göl ekosisteminde meydana gelebilecek trofik düzey değişimlerinin belirlenmesinde anlık su örneklerinde tespit edilen besin maddeleri çoğunlukla anlık değişimleri ifade eder. Ancak alg florasının belirlenmesi sucul ekosistemlerin trofik seviyesi hakkında araştırmacılara fikir vermektedir (Dalkıran, 2000).

2.4. Göllerde Trofik Yapı

2.3.1. Trofik Statü İndeksi

Bir su ortamının ötrofikasyon açısından ele alınması aşamasında en önemli adımlardan biri trofi seviyenin doğru bir şekilde tespit edilmesidir. Göllerin trofi 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'ye göre (Vollenweider ve Kerekes, 1982) belirlenmektedir (Tablo 2.1). Thomann ve Mueller. (1987)'de bir su ortamının trofi seviyesinin tespitinde kullanılabilecek sınıflandırma yapmıştır (Tablo 2.2).

Tablo 2.1. Verimlilik düzeyleri için sınır değerler (Vollenweider ve Kerekes, 1982)

Verimlilik düzeyi	Toplam Fosfor (P) (mg/m ³)	Klorofil- <i>a</i> (mg/m ³)	Maksimum klorofil- <i>a</i> (mg/m ³)	Secchi diski (m)	Minumum Secchi diski (m)
Ultraoligotrofik	4	1	2,5	12	6
Oligotrofik	10	3	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

Tablo 2.2. Göllerin beslenme durumları (Thomann ve Mueller, 1987)

Parametre	Oligotrofik	Mezotrofik	Ötrofik
Toplam fosfor ($\mu\text{g/l}$)	< 10	10 - 20	> 20
Klorofil- <i>a</i> ($\mu\text{g/l}$)	< 4	4 - 10	> 10
Bulanıklık NTU	< 25	25 - 30	> 30
Hipolimnetik oksijen (%)	> 80	10 - 80	< 10

Sudaki nutrientlerle göllerin zenginleşme miktarını ifade eden trofik indeksi, göl su kalitesinin bir indikatörüdür. Zaman içerisinde trofik durumda değişimleri değerlendirmek için trofik indeksten yararlanır. Trofik durum 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 yararlanır (<http://www.mashpeemec.us.html>, 2005).

Trofik durum indeksini belirlemek için, üç indeks değişkeni (secchi diski, klorofil-*a* ve toplam fosfor) arasındaki ilişkiler kullanılır (Carroll ve ark., 1996).

Secchi diski derinliği; gölde su geçirgenliğinin bir ölçümüdür. Genelde nütrient düzeylerinde artış su geçirgenliğini azaltır. Suyun rengi ve suda bulunan maddeler geçirgenliği etkileyen diğer faktörlerdir.

Fosfor; alg gelişimi için sınırlayıcı bir faktördür. Toplam fosfor miktarı gölde ötrofikasyon ve üretkenlik düzeyini tahmin etmek için kullanılır. Zamanla fosfordaki artış, gölde nütrient 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).

Göllerin klorofil-*a*, fosfor ve ışık geçirgenliği değerlerinden yararlanılarak trofik yapılarının belirlenmesinde, dolayısıyla bir gölün besin maddeleri düzeyi ya da verimlilik açısından durumu, en basit şekli ile Carlson (1977)'un ortaya koyduğu Trofik Statü İndeksi (TSI) ile de belirlenebilmektedir.

Carlson (1977) trofik yapıyı, sularda belirli yer ve zamanda mevcut olan canlı biyolojik materyallerin toplam ağırlığı (biyomas) olarak ifade etmektedir. TSI'nın temelinde, göldeki algal biyomastan yararlanmak suretiyle göllerin trofi açısından sınıflandırılması yatmaktadır (Tablo 2.3). Bu indekste kullanılan her üç değişken de (klorofil yoğunluğu, secchi diski derinliği ve toplam fosfor) algal biyoması yansıtır. Bu üç indeks değişkenliği linear regresyon modeli tarafından birbirleriyle ilişkilendirilmiş ve değişken değerlerinin ortak yorumlanabilmesi için Tablo 2.4'te görüldüğü gibi benzer indeks değerleri ortaya konmuştur. Böylelikle üç değişkenden herhangi biri kullanılarak göl suları verimlilik açısından sınıflandırılabilir.

Trofik statü indeksinin (TSI) temel dayanağının göllerde ve göletlerdeki algal biyoması sınırlayan bazı faktörlerin tanımlanmasında yararlanan değişkenlerin birbiriyle olan ilişkilerinin olduğu daha önce de 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 indeksine öncelik verilir. Ayrıca Carlson (1977), kış örneklerine nazaran yaz aylarındaki trofik durumu toplam fosforun klorofilden daha iyi yansıttığını ifade etmiştir.

Tablo 2.3. Göllerin trofik yapısının sınıflandırılması ve bu sınıflandırmada kullanılan üç değişkenin TSI (Trofik Statü İndeksi) ve sınır değerleri (Carlson, 1977)

TSI değerleri	Klorofil- <i>a</i> (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 sadece derin göllerde mevcuttur
40-50	2,6-7,3	4-2	12-24	Mezotrofik: Su kısmen temiz, yaz süresince hipolimniyondaki oksijensizlik artış gösterbilir	Hipolimniyondaki oksijensizlik alabalıkların bulunmamasına sebep olur
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 <i>Cyprinid</i> 'lere rastlanır
80>	>155	<0,25	192-384	Alg köpükleri ve az sayıda makrofit mevcuttur	Toleranslı balıklar yoğundur; yazın balık ölümleri gözlenebilir

Tablo 2.4. Değişkenlerin TSI değerleri arasındaki ilişki ve indeks değerlerindeki sapmaların izahı (Carlson, 1983)

Değişkenlerin TSI değerleri arasındaki ilişki	Durumlar
$TSI(Kl-a) = TSI(TP) = TSI(SD)$	Az ışıkta algler dominant; TN/ TP ~ 33:1
$TSI(Kl-a) > TSI(SD)$	<i>Aphanizomenon</i> gibi büyük tanecikli algler dominant
$TSI(TP) = TSI(SD) > TSI(Kl-a)$	Işık azlığında tanecikli olmayan algler ya da renklilik baskın
$TSI(SD) = TSI(Kl-a) > TSI(TP)$	Fosfor algal biyoması sınırlar (TN/ TP > 33:1)
$TSI(TP) > TSI(Kl-a) = TSI(SD)$	Algler ışık azlığında dominant fakat nitrojenin azlığı, zooplankton beslenmesi ya da toksinler algal biyoması sınırlar

2.3.2. Fitoplankton Bileşik Oranı (FBO)

Birçok araştırmacı fitoplanktonda mevcut grupların tür sayısının birbiriyle oranlarının (fitoplankton indeksleri) gölün verimliliğini gösterdiği fikrini ortaya koymuşlardır (Pearsall, 1921; Thunmarks, 1945; Nygard, 1949; Hutchinson, 1967). Bu oranlardan Nygard (1949)'ın önerdiği koefisyon daha çok uygulanmıştır. Bu indeks bir gölün beslenme derecesini en iyi açıklamaya yarayan bir indekstir. Nygard (1949)'ın bileşik oranı (FBO) Ott ve Laugaste (1996) tarafından modifiye edilmiştir. FBO'ya göre göllerin trofik statüsü Tablo 2.5'te gösterilmiştir.

Tablo 2.5. Fitoplankton bileşik oranına göre göllerin ekolojik yapısı (Ott ve Laugaste, 1996)

Göl Statüsü	FBO
Oligo - Distrof	<2
Mezotrof	2 - 5
Ötrof	5 - 7
Hiperötrof	>7

Yapılan bu çalışma ile Gaga Gölü Sulak Alanı'nın trofik sınıflandırması yapılmıştır.

2.3.3. Su Kalitesinin Belirlenmesi

2.3.3.1. Dominant Cinslere Göre Su Kalitesinin Belirlenmesi

Fiziko – kimyasal analizler pahalı alet ve kimyasal reaktiflerin kullanımını gerektirmektedir. Bu kimyasal maddelerin kalıntıları ise çevreyi önemli derecede tehdit etmektedir. Ayrıca fiziksel ve kimyasal su analizleri sadece analiz esnasındaki değerleri göstermektedir. Bu nedenle daha önceki su kalitesini tahmin etmek mümkün değildir. Bazı su entomologları, zoologlar, fikologlar, limnologlar ve hidrobiyologlar su kalitesini incelemek için birçok su kaynağını çalışmışlardır ve su kalitesinin incelenmesinde fitoplankterler uygun birer biyoindikatör olarak kullanılmışlardır (Peerapornpisal ve ark., 2007)

Dominant cinslere göre göllerin trofik seviyesinin ve su kalitesinin belirlenmesinde Peerapornpisal ve ark. (2007)'nin yöntemi uygulanmıştır. Tablo 2.7'deki cins değerleri hesaplandıktan sonra Tablo 2.6'daki ortalama değerlere göre genel su kalitesi ve gölün trofik durumu belirlenir.

Tablo 2.6. Dominant cinslere göre göllerin ekolojik yapısı (Peerapornpisal ve ark., 2007)

Ortalama Değer	Trofik Statü	Genel Su Kalitesi
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

Tablo 2.7. Dominant cinslere göre cinslerin değerleri (Peerapornpisal ve ark., 2007)

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

2.3.3.2. Palmer (1969)'ın Kirlilik İndeksi

Palmer (1969) tatlı sularda fitoplankterleri kullanarak göllerin trofik yapıları hakkında bilgi edinmiştir. Organik kirliliğe en toleranslı olan alg tiplerinden yararlanılarak bir kirlilik indeksi belirlenmiştir. 20 farklı fitoplankton türünü (Tablo 2.9) kullanarak organik kirliliğe karşı gösterdikleri toleransa göre alglere 1'den 5'e kadar bir değer verilmiştir. Mililitrede 50 adet veya daha fazla tespit edilmesi halinde bu fitoplankterlerin kirlilik indeksi skoru değerlendirmeye alınabilir. Elde edilen değer sonuçları ortamın organik kirlilik bakımından durumunu göstermektedir (Tablo 2.8).

Tablo 2.8. Palmer (1969)'ın kirlilik indeksine göre göllerin kirlilik durumu

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

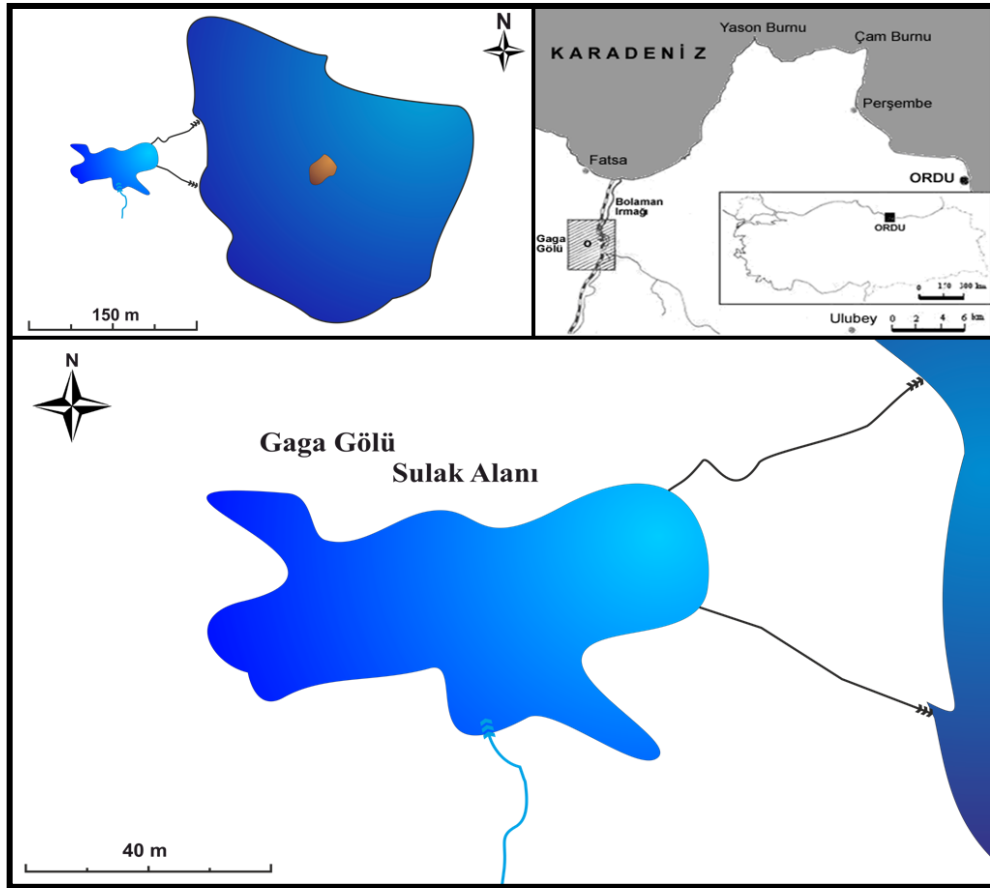
Tablo 2.9. Palmer (1969)'ın kirlilik indeksine göre belirlenmiş cinsler ve değerleri

Cins	Değer	Cins	Değer
<i>Anacystis</i>	1	<i>Micractinium</i>	1
<i>Ankistrodesmus</i>	2	<i>Navicula</i>	3
<i>Chlamydomonas</i>	4	<i>Nitzschia</i>	3
<i>Chlorella</i>	3	<i>Oscillatoria</i>	5
<i>Cyclotella</i>	1	<i>Pandorina</i>	1
<i>Closterium</i>	1	<i>Phacus</i>	2
<i>Euglena</i>	5	<i>Phormidium</i>	1
<i>Gomphonema</i>	1	<i>Scenedesmus</i>	4
<i>Lepocinclis</i>	1	<i>Stigeoclonium</i>	2
<i>Melosira</i>	1	<i>Synedra</i>	2

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Araştırma Alanının Tanımı

Gaga Gölü Sulak Alanı, Ordu ilinin batısında, Bolaman Irmağı Havzası'nda, Fatsa ilçe merkezinin 10 km güneydoğusunda yer almaktadır. 40°58.396' Kuzey – 037°30.048' Doğu koordinatlarında bulunur (Şekil 3.1). Deniz seviyesinden 68 m yükseklikte, 2300 m² yüzey alanına sahip olan Gaga Gölü Sulak Alanı'nın ortalama derinliği 1,5 m, çapı 100 m kadardır. Gölün çevresi yaklaşık 210 metredir. Sulak alan küçük bir eşik ile asıl çanak olan Gaga Gölü'ne bağlanır. Sulak alan yağışlarla ve yer altı sularıyla beslenmektedir. Yüksek yağışlı sezonlarda ana çanak olan Gaga Gölü'nün taşmasını engellemekte, kurak sezonda ise Gaga Gölü ile olan bağlantısı yerel halk tarafından kesildiği için su seviyesi bir metrenin altına inmektedir.



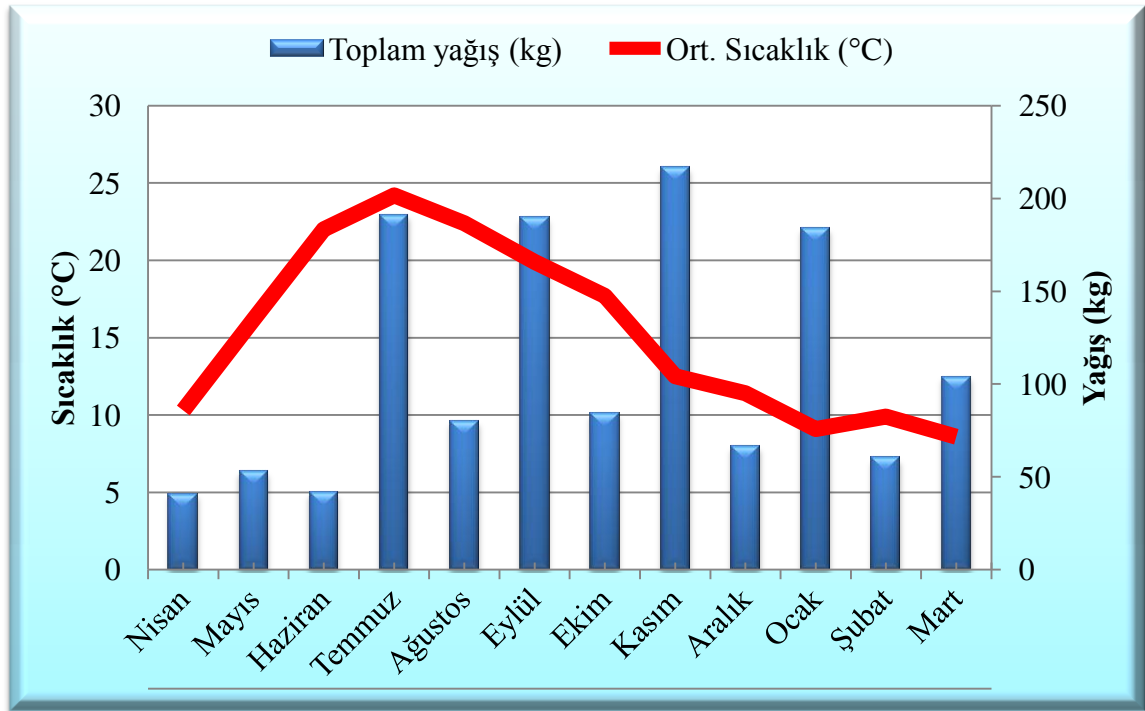
Şekil 3.1. Gaga Gölü Sulak Alanı konumu

3.1.1. Araştırma Alanının Jeolojik Yapısı

Gaga Gölü, tarihi kesin olarak belli olmayan bir heyelan sonrasında oluşmuştur. Bolaman Çayı ile batısındaki Yassıtaş mevki arasında, yaklaşık 6 km²'lik bir alanı etkileyen heyelan sonucu, yapıyı oluşturan üst kretase flişleri (kalker, kumtaşı, marn, kil, aglomera, tüfit) 25° civarında eğimli olduğu kuzeydoğu yönünden kayarak, çok arızalı, girintili-çukuntulu bir yüzey oluşturmuştur. Göl, doğrudan heyelan enkazının önünde, topuk kısmı ile karşısında bulunan yapısal bir yükselti arasında kalan çukurluğun sularla dolması sonucunda oluşmuştur. Bu nedenle Gaga Gölü, Karadeniz Bölgesi'nde örnekleri görülen tipik heyelan setti göllerinden biri değildir (Akkan ve Gürgen, 1993).

3.1.2. Araştırma Alanının İklimi

Araştırma alanında ılıman okyanus iklimi görülmektedir. Bu iklim tipi Türkiye'nin Karadeniz kıyılarında etkilidir. Yazlar serin, kışlar ılıktır. Her mevsim yağışlı geçer. Araştırma süresince (Nisan 2009 – Mart 2010) en sıcak ay ortalaması 24,2 °C ile Temmuz 2009, en soğuk ay ortalaması 8,6 °C ile Mart 2010'dur. Yıllık ortalama sıcaklık 15,35 °C'dir Nemlilik fazla olduğu için, yıllık yağış miktarı 109,25 kg dir (Anonim, 2011). Çalışma periyodu boyunca gözlenen sıcaklık-yağış grafiği Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Araştırma alanı toplam yağış ve ortalama sıcaklık grafiği

3.1.3. Araştırma Alanının Vejetasyonu

Gaga Gölü Sulak Alanı doğal güzelliği yanında birçok sucul bitki ve hayvan tür çeşitliliğine sahiptir. Gölün çevresi ve özellikle güney yakası yoğun olarak kamışlarla kaplıdır. *İris* türleri de kamışlarla aynı lokalitelerde yoğun olarak bulunmaktadır. Bunların yanı sıra göl diğer sucul makrofitler bakımından da oldukça zengindir. Emers olarak *Carex pseudocypari*, *Iris pseudacorus*, *Mentha aquata*, *Nasturtium officinale*, *Phragmites australis*, *Sagittaria latifolia*, *Schoenoplectus lacustri*, *Sparganium erectum*; submers olarak *Ceratophyllum*, *Myriophyllum*, *Potamogeton*, *Vallisneria* gibi bitkiler bulunmaktadır. Göl çevresinde birçok ağaçsı ve çalı formu bitkiler de bulunmaktadır. Gölün çevresi tamamen fındık bahçeleriyle (*Coryllus avellana*) çevrilidir. Kıyıda söğüt, kavak, ceviz, hurma, asma, dişbudak gibi ağaç formları; *Clematis*, *Cornus Rubus*, *Smilax*, gibi çalı formları bulunmaktadır. Zaman zaman gölün taşkın yaptığı alanlarda ise *Equisetum*, *Pteridium*, *Sambucus* gibi birçok otsu bitki bulunmaktadır (Taş, 2009).

3.1.4. Örnek Alma İstasyonlarının Tanıtımı

Gaga Gölü Sulak Alanı'nın ekolojik yapısının ve fitoplanktonunun incelenmesi için Nisan 2009 – Mart 2010 tarihlerinde her ay örnekleme yapılmıştır. Fitoplankton örnekleme için 3 istasyon belirlenmiştir (Şekil 3.3). Fiziko-kimyasal analizler için ise gölün tamamını temsil edecek şekilde gölün tam ortası istasyon olarak belirlenmiştir.

1. istasyon: 40°58.405' Kuzey – 037°30.029' Doğu koordinatlarında bulunur. Tarım arazilerinden uzak olacak şekilde gölün orta kısmına yakın istasyondur.

2. istasyon: 40°58.373' Kuzey – 037°30.055' Doğu koordinatlarında bulunur. Tarım arazilerine yakın olacak şekilde sazlıkların önlerine yakın istasyondur.

3. istasyon 40°58.384' Kuzey – 037°30.078' Doğu koordinatlarında bulunur. Sulak alanı Gaga Gölü'ne bağlayan eşiğe yakın istasyondur.



Şekil 3.3. Gaga Gölü Sulak Alanı istasyonların genel görünümü (Fotoğraf: Ahmet Yavuz CANDAN)

3.2. Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerin Saptanması ve Kullanılan Gereçler

Örnekleme yapılan tüm tarihlerde göl suyunun fiziksel özelliklerini tespit etmek için (sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, iletkenlik, TDS, seston) seston dışındaki parametreler Hach Lange HQ 40d multiparametre cihazı kullanılarak yerinde ölçülmüştür. Kimyasal parametrelerin analizleri için belirlenen istasyonlardan polietilen kavanozlara (şişelere) önce göl suyundan çalkalanarak yüzeyin hemen altından su örneği alınmış, şişeler ağzına kadar su doldurulup en kısa zamanda laboratuvara getirilmiştir. Kimyasal analizlerden; amonyum-N, nitrit-N, nitrat-N, sülfat, PO₄-P, fosfat, fosfor pentaoksit, kalsiyum ve magnezyum ölçümleri Ordu Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Hidrobiyoloji Araştırma Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Kimyasal parametreler Hach Lange Test Kitleri yardımıyla Hach Lange DR 2800 VIS spektrofotometre ile ölçülmüştür. Tablo 3.1'de fiziko-kimyasal parametrelerin analiz metodları verilmiştir.

Tablo 3.1. Fiziko-kimyasal parametrelerin analiz metodları

Parametreler	Yöntem
pH	Hach Lange HQ 40d multiparametre
Sıcaklık (°C)	Hach Lange HQ 40d multiparametre
Çözülmüş oksijen (mg/l) (%)	Hach Lange HQ 40d multiparametre
İletkenlik (µS)	Hach Lange HQ 40d multiparametre
Toplam çözülmüş madde (mg/l)	Hach Lange HQ 40d multiparametre
Amonyum-N (mg/l)	Nessler
Nitrit-N (mg/l)	Diazotitasyon
Nitrat-N (mg/l)	Kadmiyum indirgemesi
Sülfat (mg/l)	Baryum sülfat
Fosfat-P (mg/l)	Fosformolibden mavisi
Fosfat (mg/l)	Fosformolibden mavisi
Ca (mg/l)	EDTA Titrimetrik
Mg (mg/l)	EDTA Titrimetrik
Toplam sertlik (mg/l CaCO ₃)	EDTA Titrimetrik

3.3. Biyolojik Örneklerin Alınması ve Değerlendirilmesi İçin Kullanılan Yöntemler

Gaga Gölü Sulak Alanı'nın planktonik alg kompozisyonunu belirlemek için, Nisan 2009'dan Mart 2010'a kadar aylık su örnekleri alınmıştır. Örnekleme, gölün tamamını temsil edecek şekilde 3 farklı istasyondan yapılmıştır.

3.3.1. Fitoplanktonun İncelenmesi

3.3.1.1. Örnek Alma

Çalışma kapsamı düşünüldüğünde iki farklı örnekleme metodu uygulanmıştır. Bunlardan ilki, Gaga Gölü Sulak Alanı'nın planktonik alg florasını tespit etmeye yönelik örneklemedir (kalitatif analiz). İkincisi ise fitoplanktonik organizmaların aylık dağılımlarını izleyebilmek için uygulanan çalışma yöntemidir (kantitatif analiz). Kalitatif analiz için örnekler, gölün yüzey alanından göz açıklığı 55 µm Hydro-bios marka plankton ağı kullanılarak toplanmıştır. Şişme bot kullanılarak, plankton ağının su yüzeyinde horizontal olarak 2-3 dakika çekilmesiyle yoğun plankton örneği toplanmıştır. Planktonik numuneler %4'lük formaldehit ile fikse edilmiştir (Round, 1973) (bu örnek tür teşhisinde kullanılmıştır). Kantitatif analiz için yüzey suyunun hemen altından (0-30 cm) 1 litre su örneği alınmıştır. Alınan örnekler aynı gün Ordu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Araştırma Laboratuvarı'na getirilerek laboratuvar çalışmalarına ve teşhislere başlanmıştır.

3.3.1.2. Preparatların Hazırlanması ve Fitoplankton Türlerinin Tanısı

Fitoplanktonik organizmaların teşhisi için geçici preparatlar hazırlanmıştır. Geçici preparatlar, lamın üzerine alınan örneklerin üzerine lamel kapatılarak hazırlanmıştır.

Daimi preparatlar ise sadece diyatom türlerinin teşhisi için hazırlanmıştır. Buna göre diyatomların teşhisinde kullanılan rafe ve sitria gibi yapıların net olarak görülebilmesi için asit ile kaynatma metodu kullanılmıştır (Round, 1973). Bunun için örneklerden 50 ml alınıp behere konulmuş ve 1/1 oranında karıştırılmış derişik H_2SO_4 ve HNO_3 'den üzerine 1 ml ilave edilerek 20 dakika kaynatılmıştır. Diyatom kabuklarının asitliği giderilinceye kadar saf su ile yıkanmıştır. Asitten uzaklaştırılan diyatom kabuklarını içeren örnekten bir damla lamel üzerine damlatılıp lamelin yüzeyine eşit şekilde yayılması sağlanmıştır. Kuruduktan sonra lam üzerine damlatılan Kanada balzamu kullanılarak daimi preparatlar hazırlanmıştır. Kanada balzamının kurumasını sağlamak için etüvde $70^\circ C$ 'de dört gün süre ile beklemeye bırakılmıştır.

Hazırlanan bu daimi preparatlardan diyatomlar tanımlanmıştır. Mikroskop altında yapılan incelemede (x400, immersiyon yağı ile x1000), planktonun şekli çizilip, mikrometrik oküler yardımıyla ebatları belirlenip gerektiğinde fotoğrafları çekilmiştir. Mikroskobik gözlemler Nikon E100 marka mikroskopta yapılmıştır.

Alglerin tanımlanmasında Prescott (1962), Anagnostidis ve Komárek (1988), Cox (1996), Hartley (1996), Komárek ve Anagnostidis (1986; 1989; 1999), Krammer ve Lange-Bertalot (1991a; b; 1999), John ve ark., (2003), Wehr ve Sheath (2003), Krammer (2003), Trasenko ve ark. (2006)'nın eserlerinden yararlanılmıştır. Ayrıca alg taksonlarının *Algaebase* veri tabanından (Guiry, 2011). sinonim durumları ve sistematik kategorileri kontrol edilmiştir

3.3.1.3. Fitoplankton Sayımı

Kantitatif analiz için, istasyonlarda yüzeyin hemen altından (0-30cm) bir litre örnek alınmıştır. Örnekler önce göl suyu ile çalkalanmış temiz bir kavanoza alınmış ve en kısa zamanda laboratuvara getirilmiştir

Fitoplankton biyomasını sayım yöntemiyle tespit etmek için sedimantasyon tekniği kullanılmıştır. Fitoplanktonun çökmesi ve boyanması için lugol eriği (IKI) kullanılmıştır (1:100 oranında).

Alınan örnekler lugol çözeltisi ile fikse edildikten sonra bir hafta süresince sedimantasyon için bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda üstteki sıvı kısmın sifonlanması ile dipteki yoğun örnek 100 ml'lik mezürlere aktarılmıştır. Mezürlerde 2 gün bekletilen örnekler tekrar sifonlanarak 10 ml'lik cam tüplere aktarılmış ve sonuç konsantrasyonu %4 olacak şekilde formaldehit eklenmiştir (Semina, 1978). Tüpler, örneklerin yoğunluğuna göre 5-10 ml'ye kadar konsantre edilmiş ve mikroskobik sayım işlemine geçilmiştir.

Birim hacimdeki (hücre/ml) fitoplankton miktarını saptamak için Sedgwick-Rafter (S-R) sayım kamarası kullanılmıştır. S-R sayım kamarası metodu; 1ml hacimde, 50x20 hücreden ibaret toplam 1000 kare içeren, plankton sayımında en çok ve kolay uygulanan bir metoddur. Yoğunlaştırılmış örnek homojen hale getirilip 1 ml hacimli pastör pipeti ile örnek S-R sayım kamarasına aktarılmıştır (Gilbert, 1942). Örnekler kamaraya konulduktan sonra 30 dakika çökmesi için bekletilmiştir. Her örnek için 3

tekerrür yapılmış ve ortalaması alınmıştır (APHA, 1995). Organizmaların sayımı Leica DM IL LED inverted mikroskopta 100'lük (10x10), 200'lük (10x20) ve 400'lük (10x40) büyütmede yapılmıştır. Sayımlarda her ipliksi alg ve koloni bir fert olarak kabul edilip değerlendirilmiştir.

Sayım sırasında, sayılan türlerin yoğunluğuna ve büyüklüğüne göre bazen sayım kamarasının tamamı bazen de belirlenen kolonları sayılmıştır. Türlerin yoğunluklarının hesaplanmasında sayılan kolonların hacmi ve türlerin sayısı kaydedilmiştir. Fitoplankton bolluğunu belirlemek amacı ile aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Hücre/ml} = \frac{C * V_2 * F_1}{V_1 * F_2}$$

- C** : Sayım sonucunda bulunan organizma sayısı
V₁ : Sedimasyon işleminden önceki örneğin ilk hacmi (ml)
F₁ : S-R kamarasının toplam kare sayısı (1000)
V₂ : Sedimentasyon işleminden sonra kalan örneğin hacmi (ml)
F₂ : S-R kamarasının incelenen kare sayısı

Araştırma alanındaki fitoplanktonun tekerrür oranları da hesaplanmıştır. Tekerür oranı, örnekleme yapılan aylarda bulunan her bir taksonun bulunduğu ay sayısının toplam ay sayısına bölünmesiyle elde edilen sonucun 100 ile çarpımıyla bulunur. Tekerür oranını hesaplarken aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Tekerür oranı} = (\text{Kaydedilen örnek sayısı} / \text{Tüm örnek sayısı}) * 100$$

3.3.1.4. Fitoplankton Biyolojik Kütlesinin (Biomass) Pigment Analizi İle Ölçümü

Göl suyunda bulunan klorofil miktarını tespit edebilmek için 1 litre hacmindeki numune, Whatman GF/C cam elyaf filtre kâğıdından vakum ile süzülür. Süzüntünün bulunduğu filtre kağıdı bükülerek kapaklı santrifüj tüpüne yerleştirilir. Bu şekilde derin dondurucuda analiz yapılncaya kadar bekletilebilir. Analiz yapılacağı zaman tüpün içine 10 ml %90'lık aseton konur. Klorofilin feofitin oluşturmasını önlemek için tüpün içine yaklaşık 0,2-0,3 g susuz MgCO₃ (Merck) ilave edilir. Tüpler çalkalandıktan sonra

etrafı ışık almayacak şekilde alüminyum folyo ile sarılır ve buzdolabında (+4 °C) 24 saat karanlıkta bırakılır. Ekstraksiyon süresi sonunda ekstrakt 3000 – 5000 devir/dakikada 10 dakika santrifüjlenir. Üstteki berrak sıvı spektrofotometre küvetine alınır. %90'lık aseton kullanılarak spektronun çalışılan dalga boyunda sıfır ayarı yapılır. Daha sonra santrifüjlenmiş süzütünün spektrofotometrede (Shimadzu UV-1800) belirli dalga boylarında (480, 630, 645, 665, 750 nm) absorbansı ölçülür. Elde edilen bu değerler bir tabloya kaydedilir ve aşağıdaki formülde yerlerine konularak mg/m³ veya µg/l cinsinden klorofil (a, b, c) hesaplanır (Strickland ve Parsons, 1972)

$$\begin{aligned} Kl-a &= 11,6 * D_{665} - 1,31 * D_{645} - 0,14 * D_{630} \\ Kl-b &= 20,7 * D_{645} - 4,34 * D_{665} - 4,42 * D_{630} \\ Kl-c &= 55,0 * D_{630} - 16,3 * D_{645} - 4,64 * D_{665} \end{aligned}$$

$$\text{mg klorofil (a, b, c)/m}^3 = \frac{Kl-a * v}{V * l}$$

V: Su örneği hacmi

v: Kullanılan aseton hacmi (10 ml)

l: Spektrofotometre küvetinin uzunluğu (1 cm)

3.4. Trofik Yapının Belirlenmesi

3.4.1. Carlson'un Trofik Statü İndeksinin (TSI) Hesaplanması

Gaga Gölü Sulak Alanı'nda iki değişkenine (Kl-a yoğunluğu, TP içeriği) ait trofik durum indeks değerleri aşağıdaki basit eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır (Carlson, 1977). Formüldeki toplam fosfor ve klorofil-a yoğunluklarının birimleri µg/l olarak alınmıştır. Secchi diski sulak alanın sığ olması nedeniyle kullanılamamıştır.

$$TSI_{(ORT)} = \frac{[TSI_{(Kl-a)} + TSI_{(TP)}]}{2}$$

KI- a'ya göre TSI'nin hesaplanması

$$TSI_{(KI-a)} = 9,81 \ln(KI-a) + 30,6$$

Toplam fosfora göre TSI'nin hesaplanması

$$TSI_{(TP)} = 14,42 \ln(TP) + 4,15$$

3.4.2. Fitoplankton Bileşik Oranının (FBO) Hesaplanması

Gaga Gölü Sulak Alanı'nın fitoplankton bileşik oranı (FBO) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$FBO = \frac{\text{Cyanophyta} + \text{Chlorococcales} + \text{Centrales} + \text{Euglenophyceae} + \text{Cryptophyta} + 1}{\text{Desmidiiales} + \text{Chrysophyceae} + 1}$$

Nygard (1949)'ın önerdiği (FBO) Ott ve Laugaste (1996) tarafından yeniden düzenlenmiştir. Elde edilen sonuç, Tablo 2.5'teki değerlerle karşılaştırılarak gölün trofik seviyesi tanımlanmıştır.

3.4.3. Dominant Fitoplankton Cinslerine Göre Su Kalitesinin Belirlenmesi

Gaga Gölü Sulak Alanı'nın dominant cinslere göre su kalitesinin belirlenmesinde Peerapornpisal ve ark. (2007)'nin belirttiği Tablo 2.7'deki cinslerin değerlerine göre aşağıdaki formül uygulanmıştır.

$$D_{Ort} = \frac{1.\text{Cins değeri} + 2.\text{Cins değeri} + 3.\text{Cins değeri} + \dots}{\text{Toplam Cins sayısı}}$$

Elde edilen sonuç, Tablo 2.6'daki değerlerle karşılaştırılarak hem sulak alanın trofik seviyesi hem de suyun genel kalitesi tanımlanmıştır.

3.5. İstatistiksel Analizler

3.5.1. Fitoplankton Çeşitlilik İndeksi

Sucul ekosistemdeki tür çeşitliliğini ve dağılımını belirlemek ve ortamda meydana gelen değişimlere karşı organizmaların cevaplarını saptamak için istasyonlarda alg komünitelerinin çeşitliliği Shannon-Weaver Diversite İndeksi 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.

$$H' = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \times \log_2 \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

- 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 eşitliliği (düzenlilik) ya da yüksek tek tür dominantlığını, 1 civarında ise her türün eşit bolluğunu veya maksimum düzenliliğini gösterir (Routledge, 1980; Alatalo, 1981).

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

- J' : Düzenlilik indeksi
 S : Toplam tür sayısı

3.5.2. Fitoplankton Kümeleme (Cluster) Analizi

Örnekleme ayları arasındaki tür kompozisyonu farklılıklarının ve fitoplankton grup yapısındaki değişimlerin (rneğin türlerin varlığı ve bollukları) belirlenebilmesi için Bray-Curtis benzerlik indeksi kullanılarak kümeleme analizi yapılmıştır. Bunun için her istasyonun tür listeleri hazırlanıp her türün bolluğu kaydedildikten sonra hiyerarşik kümeleme yöntemlerinden olan Cluster analizi tekniği uygulanmıştır. Benzerlik katsayı değerlerine göre aylar arasındaki benzerlik dendogramları elde edilmiştir.

Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde BioDiversity Pro 2.0 (McAleese, 1997) programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Göl Suyunun Fiziko-Kimyasal Özellikleri

Gaga Gölü Sulak Alanı'na ait bazı fiziksel ve kimyasal parametrelere ait analiz sonuçları Tablo 4.1'de verilmiştir.

4.1.1. Göl Suyunun Fiziksel Özellikleri

4.1.1.1. Sıcaklık

Gaga Gölü Sulak Alanı'nda araştırma süresince ölçülen en düşük su sıcaklığı Mart 2010'da 8,3 °C, en yüksek su sıcaklığı Temmuz 2009'da 30 °C olarak ölçülmüştür. Ortalama su sıcaklığı ise 18,1 °C olmuştur.

4.1.2. Kimyasal Özellikler

4.1.2.1. Çözünmüş Oksijen

Örnekleme anında yapılan ölçümlerde en düşük çözünmüş oksijen değeri Şubat 2010'da 4,8 mg/l, en yüksek çözünmüş oksijen değeri Nisan 2009'da 11,8 mg/l olarak ölçülmüştür. Ortalama çözünmüş oksijen ise 8,8 mg/l olarak ölçülmüştür.

4.1.2.2. pH

Göl suyunun pH değerleri 7,3 – 9,0 arasında değişmiştir. En düşük değer Kasım 2009'da 7,3 iken en yüksek değer ise Temmuz 2009'da 9,0 olarak ölçülmüştür.

Tablo 4.1. Gaga Gölü Sulak Alanı'na ait bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerin analiz sonuçları

Parametreler	2009									2010			Min	Max	ORT
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart			
Sıcaklık [°C]	16,9	25,7	23,3	30	24,5	26,1	21,2	11,2	9,3	9,6	11,2	8,3	8,3	30	18,1
Çözünmüş O ₂ [mg/l]	11,8	10,3	8,1	10,6	9	11,3	11	8,3	6	8,9	4,8	6,1	4,8	11,8	8,8
%O ₂	114,7	134,4	95,8	138,1	114,2	134,9	120,9	90,4	52,7	47,5	45,1	46,7	45,1	138,1	94,6
pH	8	8	7,7	9	8,7	8,7	7,5	7,3	7,5	7,6	7,6	7,6	7,3	9	7,9
İletkenlik [µS]	500	397	434	189,3	264	253	521	513	560	553,1	413	552	189,3	560	429,1
TDS [mg/l]	250	200	217	94,5	131	126	260	256	280	268,1	205	277	94,5	280	213,7
Toplam Sertlik (CaCO ₃) [mg/l]	260,6	206	382,4	111,3	152,4	217,5	250,9	243,5	288,5	264,7	299,8	315,4	111,3	382,4	249,4
Amonyum-N[mg/l]	0,00	0,08	0,01	0,52	0,62	0,65	0,67	0,64	0,68	0,67	0,52	0,12	0,00	0,68	0,43
Nitrit-N[mg/l]	0,02	0,00	0,00	0,02	0,02	0,03	0,32	0,29	0,02	0,12	0,02	0,02	0,00	0,32	0,07
Nitrat-N[mg/l]	1,10	0,20	0,10	0,20	0,20	0,30	0,30	0,30	0,40	0,40	0,70	0,80	0,10	1,10	0,41
Sülfat[mg/l]	5,00	0,00	0,00	4,00	3,00	3,00	4,00	5,00	3,00	2,00	3,00	4,00	0,00	5,00	3,00
PO ₄ -P[mg/l]	0,54	0,34	0,37	0,53	0,56	0,52	0,54	0,53	0,53	0,53	0,48	0,43	0,34	0,56	0,49
PO ₄ ⁻³ [mg/l]	1,63	1,05	1,13	1,62	1,75	1,65	1,62	1,61	1,59	1,57	1,56	1,54	1,05	1,75	1,31
P ₂ O ₅ [mg/l]	1,22	0,78	0,85	1,21	1,32	1,24	1,20	1,15	1,11	1,09	1,06	1,15	0,78	1,32	1,12
Ca[mg/l]	98,88	64,68	85,65	34,34	45,24	68,73	91,52	95,52	93,62	89,53	82,51	78,65	34,34	98,88	77,41
Mg[mg/l]	3,25	10,76	9,53	6,18	6,86	10,21	4,32	3,56	2,02	4,63	6,37	7,16	2,02	10,76	6,24
Klorofil - a [µg/l]	0,99	0,93	26,43	41,31	67,20	118,29	15,96	15,93	3,74	2,06	2,96	2,52	0,93	118,29	24,86

4.1.2.3. İletkenlik

Yapılan iletkenlik ölçümlerinde en düşük değer Temmuz 2009'da 189,3 μ S iken en yüksek değer ise Aralık 2009'da 560 μ S olarak kaydedilmiştir.

4.1.2.4. TDS (Toplam Çözünmüş Katılar)

Gölde yapılan ölçümlerde en düşük değer Temmuz 2009'da 94,5 mg/l iken en yüksek değer ise Aralık 2009'da 280 mg/l olarak ölçülmüştür. Ortalama TDS ise 213,7 mg/l'dir.

4.1.2.5. Toplam Sertlik

Toplam sertlik en düşük Temmuz 2009'da 111,3 mg/l CaCO₃, en yüksek Haziran 2009'da 382,4 mg/l CaCO₃ olarak kaydedilmiştir.

4.1.2.6. Besin Tuzları

Amonyum-N (NH₄-N): Araştırma süresince amonyum azotu miktarı 0 – 0,68 mg/l arasında değişim göstermiştir. Ortalama amonyum azotu miktarı 0,43 mg/l olarak kaydedilmiştir.

Nitrit-N (NO₂-N): Nitrit azotu miktarı 0 – 0,32 mg/l arasında değişim göstermiştir. Ortalama nitrit azotu miktarı 0,07 mg/l olarak kaydedilmiştir.

Nitrat-N (NO₃-N): Nitrat azotu miktarı en düşük Haziran 2009'da 0,1 mg/l, en yüksek Nisan 2009'da 1,1 mg/l olarak ölçülmüştür. Ortalama nitrat azotu miktarı 0,4 mg/l olarak kaydedilmiştir.

Sülfat (SO₄): Sülfat miktarı 0 – 5 mg/l arasında değişim göstermiştir. Ortalama sülfat miktarı 3 mg/l ölçülmüştür.

Fosfat-P (PO₄-P): Fosfat-P miktarı en düşük Mayıs 2009'da 0,3 mg/l, en yüksek Ağustos 2009'da 0,6 mg/l olarak ölçülmüştür. Ortalama fosfat-P miktarı 0,5 mg/l olarak kaydedilmiştir.

Fosfat (PO₄⁻³): Fosfat miktarı 1,1 – 1,8 mg/l arasında değişim göstermiştir. Ortalama fosfat miktarı 1,3 mg/l ölçülmüştür.

Fosfor Pentaoksit (P₂O₅): Fosfor pentaoksit miktarı 0,8 – 1,3 mg/l arasında değişim göstermiştir. Ortalama fosfor pentaoksit miktarı 1,1 mg/l ölçülmüştür.

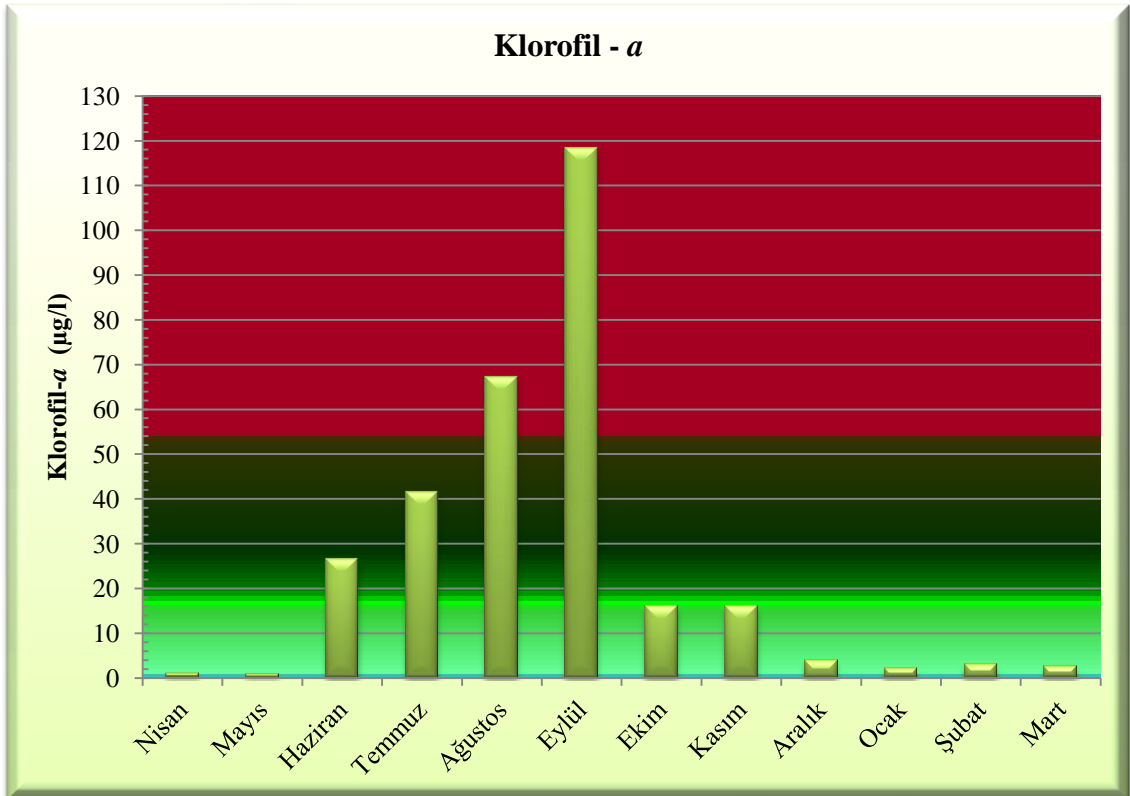
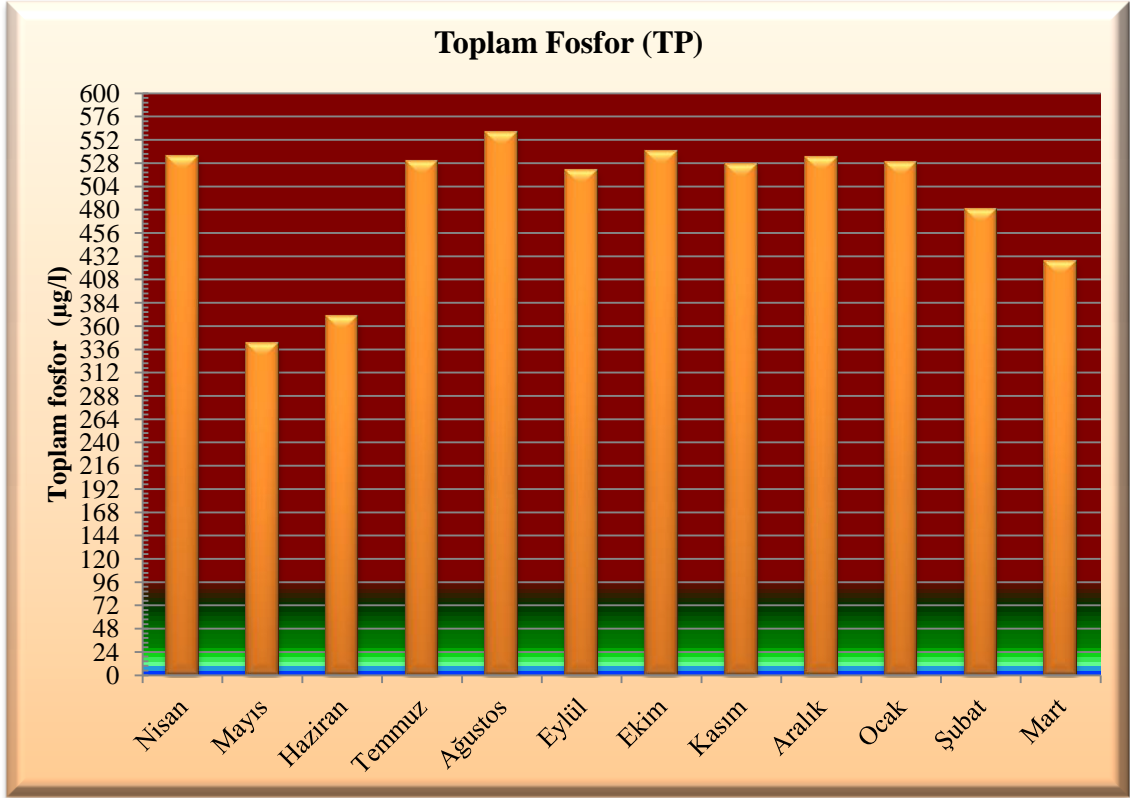
Kalsiyum (Ca): Kalsiyum miktarı en düşük Temmuz 2009'da 34,3 mg/l, en yüksek Nisan 2009'da 98,9 mg/l olarak ölçülmüştür. Ortalama kalsiyum miktarı 77,4 mg/l olarak kaydedilmiştir.

Magnezyum (Mg): Magnezyum miktarı en düşük Aralık 2009'da 2 mg/l, en yüksek Mayıs 2009'da 10,8 mg/l olarak ölçülmüştür. Ortalama magnezyum miktarı 6,2 mg/l olarak ölçülmüştür.

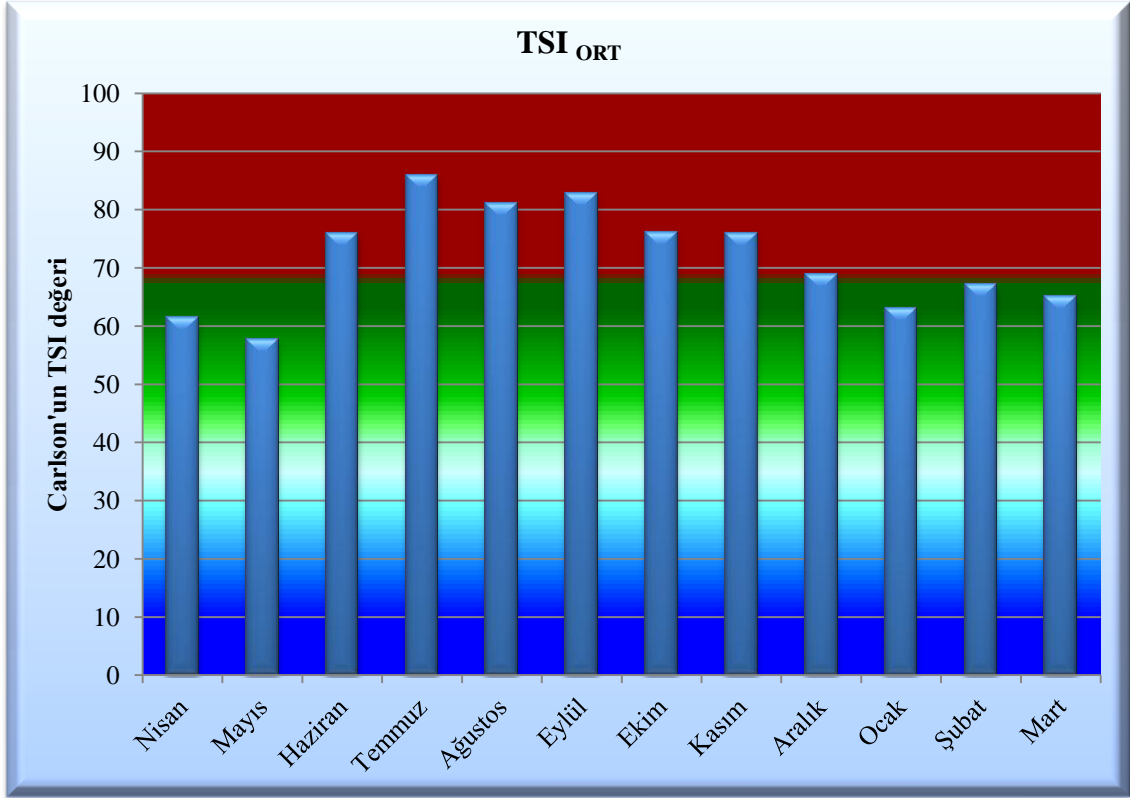
4.2. Gölün Trofik Durumu

4.2.1. Carlson'un Trofik Statü İndeksi

Gaga Gölü Sulak Alanı'nın Trofik Statü İndeksi (TSI) sonuçları Şekil 4.1 ve 4.2'de gösterilmiştir. Buna göre ortalama TSI değeri en yüksek Temmuz ayında kaydedilmiştir. TSI'nın hesaplanmasında kullanılan parametrelerden toplam fosfor (TP) Ağustos ayında en yüksek değere ulaşmıştır. Bu parametre bakımından Gaga Gölü Sulak Alanı trofi seviyesi hiperötrofiği göstermektedir (TP= 96-384+ ise Hiperötrof). Şekil 4.1'de en düşük TSI değeri ise Klorofil-*a*'da gözlenmiş olup, genel olarak ötrofi seviyesini göstermesine karşın Ağustos ve Eylül aylarında hiperötrofi göstermektedir (Klorofil-*a*= 20-56 ise Ötrof, 56-155+ ise Hiperötrof). Ortalama TSI değerleri dikkate alındığında, Gaga Gölü Sulak Alanı trofi seviyesi hiperötroftur (TSI_{ORT}= 70-100+ ise Hiperötrof) (Carlson, 1977).



Şekil 4.1. Toplam fosfor ve klorofil-a'nın mevsimsel değişimi

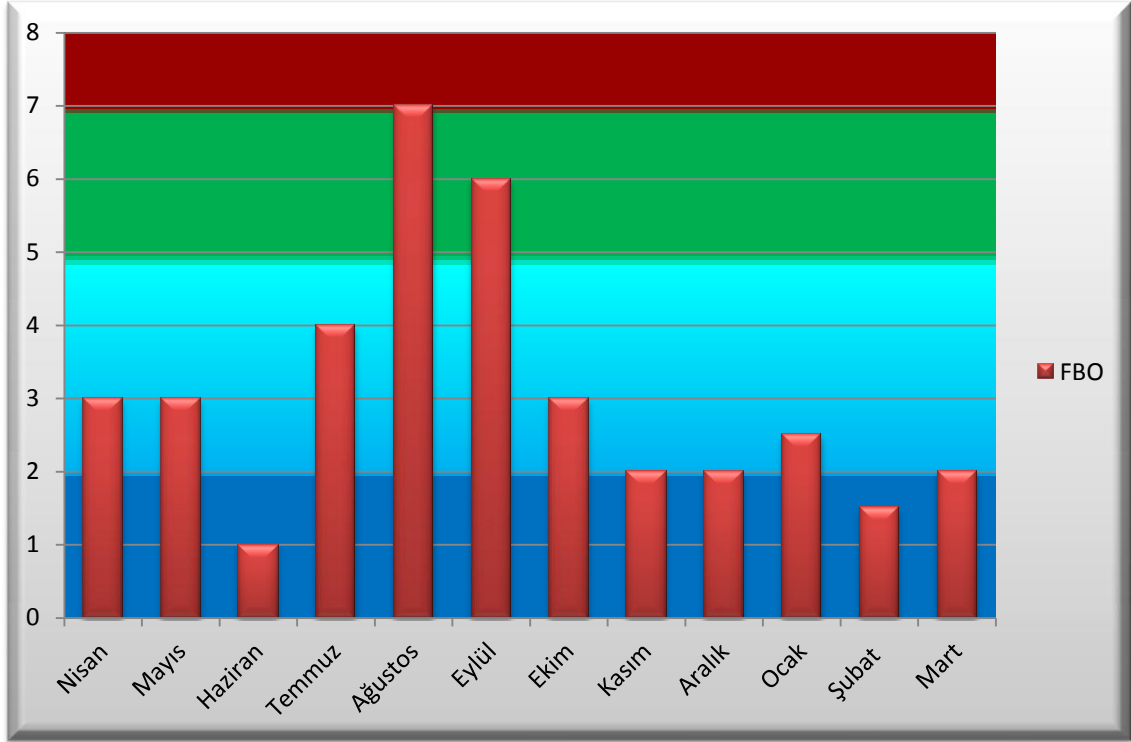


Şekil 4.2. Gaga Gölü Sulak Alanı Trofik Statü İndeksi (TSI_{ORT})'nin mevsimsel değişimi

4.2.2. Fitoplankton Bileşik Oranına (FBO) Göre Trofik Yapının Belirlenmesi

Fitoplankton Bileşik Oranı analizine göre, Gaga Gölü Sulak Alanı mezotrof karakter göstermektedir. Ancak yaz ayları ortalaması ötrof karakter gösterir (Tablo 2.5). En yüksek FBO değeri 7 ile Ağustos ayında görülürken, en düşük FBO değeri 1 ile Haziran ayında kaydedilmiştir. Nisan, Mayıs ve Ekim ayları ise yıllık ortalama FBO değerini (3) göstermiştir.

Araştırma süresince fitoplankton bileşik oranı (FBO) dağılımı Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplankton bileşik oranı'nın mevsimsel dağılımı

4.3. Su Kalitesinin Belirlenmesi

4.3.1. Dominant Fitoplanton Cinslerine Göre Su Kalitesi ve Trofik Yapının Belirlenmesi

Dominant cins değerleri sonuçlarına göre; araştırma süresince dominant cinsler *Fragilaria*, *Pediastrum* ve *Scenedesmus* cinslerine ait taksonlar olmuştur. Tablo 2.7'deki cins değerlerine göre $(Fragilaria + Pediastrum + Scenedesmus)/3 = 6,28$ sonucu elde edilmiştir. Bu sonuç, Tablo 2.6'daki aralıklarla karşılaştırıldığında gölün trofik yapısı mezotrofik seviyede olup, göl suyu kalitesi orta kirlidir.

4.3.2. Palmer'in Kirlilik İndeksi

Palmer (1969) Kirlilik İndeksi'ne göre; araştırma süresince *Nitzschia*, *Scenedesmus* ve *Synedra* cinslerine ait taksonlar baskın olarak kaydedilmiştir. Tablo 2.9'dan bu cinslere ait değerleri istasyonlardaki hücre/ml oranlarına göre değerlendirildiklerinde kirlilik indeksi skoru 17 çıkmıştır. Elde edilen bu değer ortamın organik kirliliğinin orta – yüksek seviyede olduğunu göstermektedir (Tablo 2.8).

4.4. Biyolojik Özellikler

4.4.1 Fitoplankton Listesi

Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonunda 7 farklı phyluma (Chlorophyta, Bacillariophyta, Dinoflagellata, Euglenozoa, Cyanobacteria, Streptophyta, Heterokontophyta) ait 109 takson tespit edilmiştir. Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplankton listesi tablo 4.2. de verilmiştir.

Tablo 4.2. Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonundaki taksonlar

Phylum Bacillariophyta

Classis Bacillariophyceae

Ordo Achnanthes

Familya Achnantheaceae

Genus: Achnanthes

Species *Achnanthes* sp.

Familya Cocconeidaceae

Genus Cocconeis

Species *Cocconeis pediculus* Kützing

Species *Cocconeis placentula* Ehrenberg

Ordo Bacillariales

Familya Bacillariaceae

Genus Tryblionella

Species *Tryblionella hungarica* (Grunow)

Frenguelli

Ordo Cymbellales

Familya Cymbellaceae

Genus Cymbella

Tablo 4.2.(devamı) Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonundaki taksonlar

Species *Cymbella cistula* (Hemprich & Ehrenberg)

O.Kirchner

Species *Cymbella elginensis* Krammer

Species *Cymbella leptoceros* (Ehrenberg) Kützing

Species *Cymbella tumida* (Brébisson in Kützing)

van Heurck

Genus Encyonema

Species *Encyonema silesiacum* (Bleisch)

D.G.Mann

Familya Gomphonemataceae

Genus Gomphonema

Species *Gomphonema acuminatum* Ehrenberg

Species *Gomphonema truncatum* Ehrenberg

Ordo Eunotiales

Familya Eunotiaceae

Genus Eunotia

Species *Eunotia pectinalis* (Kützing) Rabenhorst

Ordo Fragilariales

Familya Fragilariaceae

Genus Diatoma

Species *Diatoma vulgare* Bory de Saint-Vincent

Genus Staurosira

Species *Staurosira construens* Ehrenberg

Genus Fragilaria

Species *Fragilaria crotonensis* Kitton

Species *Fragilaria dilatata* (Brébisson) Lange-

Bertalot

Tablo 4.2.(devamı) Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonundaki taksonlar**Genus** Ulnaria**Species** *Ulnaria ulna* (Nitzsch) P.Compère**Genus** Staurosira**Species** *Staurosira construens* Ehrenberg**Genus** Synedra**Species** *Synedra nana* F.Meister**Ordo** Naviculales**Familya** Naviculaceae**Genus** Caloneis**Species** *Caloneis amphisbaena* (Bory de Saint Vincent) Cleve**Genus** Navicula**Species** *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot**Genus** Navicula**Species** *Navicula densilineolata* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot**Species** *Navicula elginensis* (W.Gregory) Ralfs**Species** *Navicula globulifera* Hustedt**Familya** Neidiaceae**Genus** Neidium**Species** *Neidium ampliatum* (Ehrenberg) Krammer**Species** *Neidium productum* (W.Smith) Cleve**Familya** Pinnulariaceae**Genus** Pinnularia**Species** *Pinnularia abaujensis* (Pantocsek) R.Ross**Species** *Pinnularia dactylus* Ehrenberg**Species** *Pinnularia episcopalis* Cleve**Species** *Pinnularia nobilis* (Ehrenberg) Ehrenberg

Tablo 4.2.(devamı) Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonundaki taksonlar

Ordo Rhopalodiales**Familya** Rhopalodiaceae**Genus** Epithemia**Species** *Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson**Species** *Epithemia adnata* var. *porcellus* (Kützing)
Patrick**Species** *Epithemia turgida* var. *granulata*
(Ehrenberg) Grunow**Ordo** Surirellales**Familya** Surirellaceae**Genus** Cymatopleura**Species** *Cymatopleura solea* (Brébisson) W.Smith**Genus** Surirella**Species** *Surirella robusta* Ehrenberg**Ordo** Tabellariales**Familya** Tabellariaceae**Genus** Tabellaria**Species** *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kützing**Ordo** Thalassiophysales**Familya** Catenulaceae**Genus** Amphora**Species** *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing**Classis** Mediophyceae**Ordo** Thalassiosirales**Familya** Stephanodiscaceae**Genus** Cyclotella**Species** *Cyclotella distinguenda* Hustedt

Tablo 4.2.(devamı) Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonundaki taksonlar

Species *Cyclotella meneghiniana* Kützing**Phylum** Chlorophyta**Classis** Chlorophyceae**Ordo** Chlorococcales**Familya** Golenkiniaceae**Genus** Golenkinia**Species** *Golenkinia paucispina* West & G.S. West**Species** *Golenkinia radiata* Chodat**Ordo** Sphaeropleales**Familya** Scenedesmaceae**Genus** Coelastrum**Species** *Coelastrum astroideum* De Notaris**Species** *Coelastrum microporum* Nägeli**Species** *Coelastrum pulchrum* Schmidle**Species** *Coelastrum sphaericum* Nägeli**Species** *Coelastrum verrucosum* (Reinsch) Reinsch**Genus** Hariotina**Species** *Hariotina reticulata* P.A.Dangeard**Genus** Desmodesmus**Species** *Desmodesmus opoliensis* (P.Richter)

E.Hegewald

Species *Desmodesmus protuberans* (Fritsch &

Rich) E.Hegewald

Familya Ankistrodesmaceae**Genus** Kirchneriella**Species** *Kirchneriella irregularis* (G.M. Smith)

Korshikov

Species *Kirchneriella lunaris* (Kirchner) K.Möbius

Tablo 4.2.(devamı) Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonundaki taksonlar

	Species <i>Kirchneriella obesa</i> var. <i>aperta</i> (Teiling)	Brunthaler
Genus Monoraphidium	Species <i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M. Smith)	Komárková-Legnerová
	Species <i>Monoraphidium tortile</i> (West & G.S.	West) Komárková-Legnerová
Familya Hydrodictyaceae		
Genus Pediastrum	Species <i>Pediastrum duplex</i> Meyen	
	Species <i>Pediastrum duplex</i> var. <i>reticulatum</i>	Lagerheim
	Species <i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracillimum</i> West	& G.S. West
	Species <i>Pediastrum simplex</i> Meyen	
Familya Scenedesmaceae		
Genus Acutodesmus	Species <i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lagerheim)	Tsarenko
	Species <i>Acutodesmus obliquus</i> (Turpin) Hegewald	& Hanagata
Genus Comasiella	Species <i>Comasiella arcuata</i> var. <i>platydisca</i>	(G.M.Smith) E.Hegewald & M.Wolf in Hegewald
Genus Desmodesmus	Species <i>Desmodesmus armatus</i> (R.Chodat)	E.Hegewald
Genus Scenedesmus	Species <i>Scenedesmus abundans</i> (O.Kirchner)	Chodat

Tablo 4.2.(devamı) Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonundaki taksonlar

Species *Scenedesmus abundans* var. *longicauda*
G. M. Smith

Species *Scenedesmus bicaudatus* Dedusenko

Species *Scenedesmus bijuga* (Turpin) Lagerheim

Species *Scenedesmus communis* E.H.Hegewald

Species *Scenedesmus opoliensis* P.G.Richter

Species *Scenedesmus quadricauda* (Turpin)

Brébisson in Brébisson & Godey

Species *Scenedesmus magnus* Meyen

Species *Scenedesmus quadricauda* var. *quadrispina*

(Chodat) G.M. Smith

Genus Tetrallantos

Species *Tetrallantos lagerheimii* Teiling

Familya Neochloridaceae

Genus Tetraedron

Species *Tetraedron minimum* (A. Braun) Hansgirg

Species *Tetraedron tumidulum* (Reinsch) Hansgirg

Ordo Volvocales

Familya Volvocaceae

Genus Pandorina

Species *Pandorina elegans* (Ehrenberg) Dujardin

Classis Trebouxiophyceae

Ordo Chlorellales

Familya Chlorellaceae

Genus Micractinium

Species *Micractinium pusillum* Fresenius

Ordo Oocystales

Familya Oocystaceae

Tablo 4.2.(devamı) Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonundaki taksonlar

Genus Selenastrum**Species** *Selenastrum gracile* Reinsch**Species** *Selenastrum bibraianum* Reinsch**Ordo** Trebouxiophyceae incertae sedis**Familya** Trebouxiophyceae incertae sedis**Genus** Crucigenia**Species** *Crucigenia crucifera* (Wolle) Collins**Genus** Crucigeniella**Species** *Crucigeniella irregularis* (Wille) Tsarenko
& D.M.John**Species** *Crucigeniella rectangularis* (Nägeli)

Komárek

Classis Ulvophyceae**Ordo** Ulotrichales**Familya** Ulotrichaceae**Genus** Ulothrix**Species** *Ulothrix zonata* (Weber & Mohr) Kützing**Phylum** Cyanobacteria**Classis** Cyanophyceae**Ordo** Chroococcales**Familya** Chroococcaceae**Genus** Chroococcus**Species** *Chroococcus minor* (Kützing) Nägeli**Familya** Microcystaceae**Genus** Microcystis**Species** *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing

Tablo 4.2.(devamı) Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonundaki taksonlar

Ordo Oscillatoriales**Familya** Borziaceae**Genus** Komvophoron**Species** *Komvophoron* sp.**Classis** Cyanophyceae**Ordo** Oscillatoriales**Familya** Oscillatoriaceae**Genus** Oscillatoria**Species** *Oscillatoria limosa* (Dillwyn) C.Agardh**Phylum** Dinoflagellata**Classis** Dinophyceae**Ordo** Gonyaulacales**Familya** Ceratiaceae**Genus** Ceratium**Species** *Ceratium hirundinella* (O.F.Müller)

Dujardin

Ordo Peridinales**Familya** Peridiniaceae**Genus** Peridiniopsis**Species** *Peridiniopsis borgei* Lemmermann**Species** *Peridiniopsis thompsonii* (Thompson)

Bourrelly

Genus Peridinium**Species** *Peridinium bipes* F.Stein**Species** *Peridinium elpatiewskyi* (Ostenfeld)

Lemmermann

Species *Peridinium palatinum* Lauterborn**Species** *Peridinium umbonatum* F.Stein

Tablo 4.2.(devamı) Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonundaki taksonlar

Species *Peridinium willei* Huitfeldt-Kaas

Phylum Euglenozoa

Classis Euglenophyceae

Ordo Euglenales

Familya Euglenaceae

Genus *Euglena*

Species *Euglena gracilis* Klebs

Genus *Phacus*

Species *Phacus nordstedtii* Lemmermann

Species *Phacus pseudoswirenko* Prescott

Genus *Monomorphina*

Species *Monomorphina pyrum* (Ehrenberg)

Mereschkowski

Genus *Trachelomonas*

Species *Trachelomonas hispida* (Perty) F.Stein

Species *Trachelomonas oblonga* Lemmermann

Species *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg

Phylum Heterokontophyta

Classis Chrysophyceae

Ordo Chromulinales

Familya Dinobryaceae

Genus *Dinobryon*

Species *Dinobryon sertularia* Ehrenberg

Classis Xanthophyceae

Ordo Mischococcales

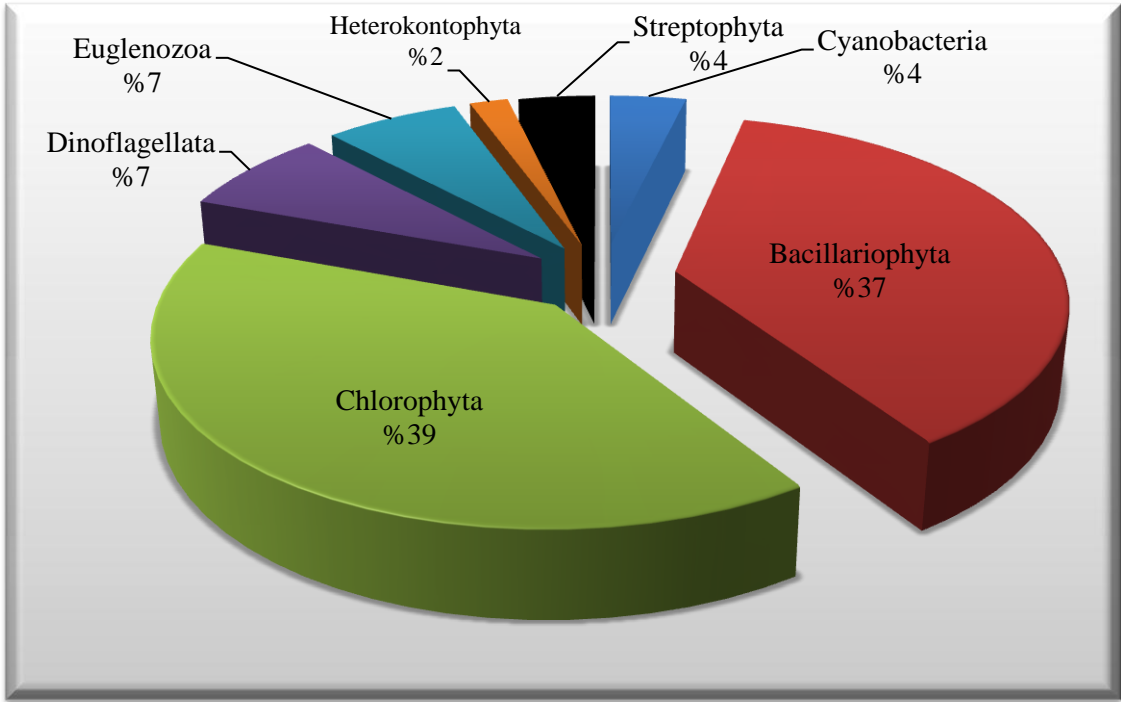
Familya Pleurochloridaceae

Genus *Tetraëdriella*

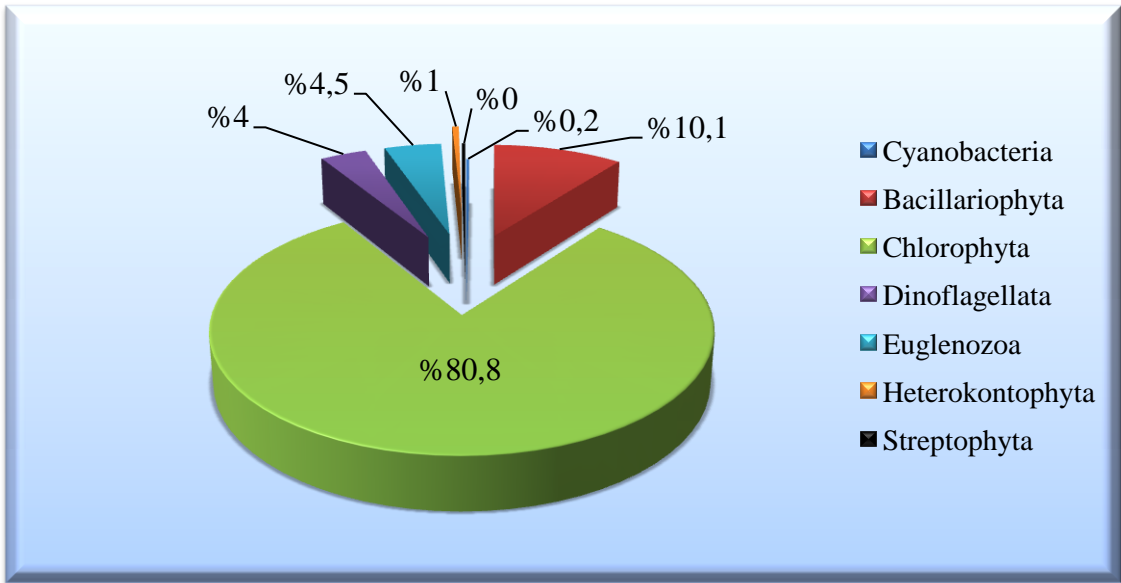
Species *Tetraedriella regularis* (Kützing) Fott

Tablo 4.2.(devamı) Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonundaki taksonlar**Phylum** Streptophyta**Classis** Zygnematophyceae**Ordo** Zygnematales**Familya** Desmidiaceae**Genus** Cosmarium*Species* *Cosmarium quadrifarium* P.Lundell**Genus** Staurastrum*Species* *Staurastrum bioculatum* W.R.Taylor**Familya** Zygnemataceae**Genus** Mougeotia*Species* *Mougeotia scalaris* Hassall**Genus** Spirogyra*Species* *Spirogyra crassa* (Kützing) Kützing**4.4.2. Fitoplankton Kompozisyonu**

Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonu üzerine yapılan taksonomik çalışmada 7 farklı phyluma ait 109 takson tespit edilmiştir. Bunlardan Chlorophyta dominant (43 takson), Bacillariophyta subdominant (40 takson) alg grubudur. Bunu Dinoflagellata (8 takson), Euglenozoa (8 takson), Cyanobacteria (4 takson), Streptophyta (4 takson) ve Heterokontophyta (2 takson) divizyoları takip etmiştir. Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonu kompozisyonu Şekil 4.4' de, fitoplankton yoğunluğu Şekil 4.5'de verilmiştir.



Şekil 4.4. Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonunun kompozisyonu



Şekil 4.5. Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonundaki toplam organizma yoğunluğu

Gaga Gölü Sulak Alanı'nın planktonik alglerinin % tekerrür oranları Tablo 4.3'de verilmiştir. Silisli alglerden *Fragilaria dilatata*, yeşil alglerden ise *Pediastrum duplex* var. *gracillimum* ve *P. duplex* var. *reticulatum* daima mevcut olarak kaydedilmiştir. Tür çeşitliliği en çok Ağustos ayında (43 takson) kaydedilmiştir.

Cyanobacteria üyelerinden *Oscillatoria limosa* ekseriya mevcut, *Microcystis aeruginosa* bazen mevcut olmakla birlikte *Chroococcus minor* ve *Komvophoron* sp. nadiren mevcut bulunmuştur.

Bacillariophyta'nın Fragilariales ordosundan *Fragilaria dilatata* devamlı mevcut, *Ulnaria ulna* çoğunlukla mevcut olarak görülürken, Cymbellaceae familyasından *Gomphonema truncatum* çoğunlukla mevcut görülmüştür. *Cocconeis placentula*, *Cymbella cistula*, *C. leptoceros*, *Staurosira construens*, *Caloneis amphisbaena*, *Epithemia adnata*, *Cymatopleura solea*, *Surirella robusta* ve *Cyclotella meneghiniana* ekseriya mevcut bulunmuştur. *Cyclotella distinguenda*, *Cymbella elginensis*, *C. tumida*, *Diatoma vulgare*, *Encyonema silesiacum*, *Epithemia adnata* var. *porcellus*, *E. turgida* var. *granulata*, *Fragilaria crotonensis*, *Navicula cryptotenella*, *N. densilineolata*, *N. elginensis*, *N. globulifera*, *Neidium productum*, *Pinnularia abaujensis*, *P. dactylus*, *P. episcopalis*, *Synedra nana*, *Tabellaria flocculosa* ve *Tryblionella hungarica* ise nadiren mevcut bulunmuştur.

Tablo 4.3. Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonunda tespit edilen taksonların % tekerrür oranları (%f)

[Fitoplanktonda bulunan bazı alg türlerinin örnek alma istasyonlarının yüzey sularındaki tekerrür oranları (Organizmanın kaydedildiği örnek sayısının toplam örnek sayısına oranının % olarak ifadesidir.) %1-20 Nadiren mevcut, %20-40 Bazen mevcut, %40-60 Ekseriya mevcut, %60-80 Çoğunlukla mevcut, %80-100 Devamlı mevcut]

	2009					2010					%f	
	N	M	H	T	A	E	E	K	A	O		Ş
Cyanobacteria												
<i>Chroococcus minor</i>								*				8
<i>Komvophoron</i> sp.										*		8
<i>Microcystis aeruginosa</i>						*	*	*		*		33
<i>Oscillatoria limosa</i>	*	*	*	*		*	*	*				58
Bacillariophyta												
<i>Achnanthes</i> sp.	*									*		17
<i>Amphora ovalis</i>	*				*			*		*		33
<i>Caloneis amphisbaena</i>	*	*	*		*				*	*		50
<i>Cocconeis pediculus</i>	*	*								*		25
<i>Cocconeis placentula</i>	*	*			*	*				*		42
<i>Cyclotella distinguenda</i>											*	8
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	*				*	*				*	*	42
<i>Cymatopleura solea</i>	*	*			*			*	*	*		50
<i>Cymbella cistula</i>	*							*	*	*	*	42
<i>Cymbella elginensis</i>			*									8
<i>Cymbella leptoceros</i>	*	*	*	*	*						*	50
<i>Cymbella tumida</i>										*		8

Tablo 4.3.(devamı) Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonunda tespit edilen taksonların % tekerrür oranları (%f)

	N	M	H	T	A	E	E	K	A	O	Ş	M	%f
<i>Phacus pseudowirengo</i>		*											8
<i>Trachelomonas hispida</i>												*	8
<i>Trachelomonas oblonga</i>			*		*	*							25
<i>Trachelomonas volzii</i>			*	*									17
<i>Trachelomonas volvocina</i>					*			*	*	*	*	*	50
Heterokontophyta													
<i>Dinobryon sertularia</i>			*				*	*	*	*	*	*	58
<i>Tetraedriella regularis</i>					*	*			*	*			33
Streptophyta													
<i>Cosmarium quadrifarium</i>											*		8
<i>Mougeotia scalaris</i>	*	*											17
<i>Spirogyra crassa</i>		*											8
<i>Staurastrum bioculatum</i>	*												8

Chlorophyta divizyonunun Chaeropleales ordosu Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonunda sayıca en fazla tür içeren gruptur. Bu ordoda bulunan *Desmodesmus protuberans*, *Pediastrum duplex* var. *reticulatum*, *Pediastrum duplex* var. *gracillimum*, *Acutodesmus acuminatus*, *Acutodesmus obliquus* devamlı mevcut bulunurken, *Scenedesmus abundans* ve *Scenedesmus magnus* ekseriya mevcut görülmüştür. *Coelastrum pulchrum*, *C. verrucosum*, *Crucigenia crucifera*, *Crucigeniella irregularis*, *C. rectangularis*, *Desmodesmus opoliensis*, *Golenkinia paucispina*, *Hariotina reticulata*, *Kirchneriella irregularis*, *K. obesa* var. *aperta*, *Micractinium pusillum*, *Monoraphidium tortile*, *Pandorina elegans*, *Pediastrum simplex*, *Scenedesmus bijuga*, *S. communis*, *S. opoliensis*, *S. quadricauda* var. *quadrispina*, *Selenastrum gracile*, *Tetraedron tumidulum*, *Tetrallantos lagerheimii* ve *Ulothrix zonata* ise nadiren mevcut görülmüştür.

Dinoflagellata divizyonunda bulunan *Ceratium hirundinella* ve *Peridinium umbonatum* bazen mevcut görülmüştür. Peridinales ordosunda bulunan *Peridiniopsis borgei*, *P. thompsonii*, *Peridinium bipes*, *P. elpatiewskyi*, *P. palatinum* ve *P. willei* nadiren mevcut iken *Peridinium umbonatum* bazen mevcut bulunmuştur.

Euglenozoa'nın Euglenales ordosu üyeleri olan *Trachelomonas volvocina* ekseriya mevcut bulunurken, *Trachelomonas oblonga* ise bazen mevcut bulunmuştur. Diğer üyelerinden *Euglena gracilis*, *Monomorpha pyrum*, *Phacus nordstedtii*, *P.*

pseudoswirenko, *Trachelomonas hispida*, *Trachelomonas volzii* ise nadiren mevcut görülmüştür.

Heterokontophyta diviziyosunda bulunan *Dinobryon sertularia* ekseriya mevcut iken *Tetraedriella regularis* ise bazen mevcut bulunmuştur.

Streptophyta'nın Zygnematales ordosunda bulunan *Cosmarium quadrifarium*, *Mougeotia scalaris*, *Spirogyra crassa* ve *Staurastrum bioculatum* nadiren mevcut bulunmuştur.

4.4.3. Fitoplanktonun Mevsimsel Değişimi

Gaga Gölü Sulak Alanı'nın toplam organizma, başlıca divizyolar ve baskın türlerin mevsimsel değişimleri Şekil 4.6-4.9'da verilmiştir.

4.4.3.1. İlkbahar Ayları

Nisan – Mayıs 2009, Mart 2010

İlkbahar aylarında en yüksek toplam organizma sayısı Mayıs ayında 2. istasyonda 470 hücre/ml olarak kaydedilmiştir. En düşük değer ise Mart 2010'da 56 hücre/ml olarak 3. istasyonda kaydedilmiştir.

Nisan ayında Chlorophyta üyelerinden *Scenedesmus opoliensis* baskın tür olarak istasyonlarda sırasıyla fitoplanktonun %7, %11 ve %22'sini oluşturur. *Cyclotella meneghiniana* 194 hücre/ml'nin %12'sini oluşturarak 2. istasyonda dominant olmuştur. *Scenedesmus magnus* ve *Scenedesmus opoliensis* ise fitoplanktonun %11'ni oluşturarak subdominant türler olmuşlardır. 3. istasyonda *Scenedesmus magnus* 157 hücre/ml'nin %18'ini oluşturmuş ve subdominant olmuştur.

Mayıs ayında örnekleme yapılan istasyonların tamamında 1229 hücre/ml'nin %15'ni oluşturan *Desmodesmus protuberans* dominant tür olurken, toplam 165 hücre/ml ile *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* subdominant olmuştur. 1. ve 2. istasyonlarda *Desmodesmus protuberans* sırasıyla %14 ve %17 ile 3. istasyonda ise *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* ve *Desmodesmus protuberans* toplamın %14'ünü oluşturarak dominant olmuşlardır.

Mart 2010'da 1. ve 3. istasyonlarda toplam organizmanın %25'ni oluşturarak dominant olan Chlorophyta'dan *Pediastrum duplex* var. *gracillimum* 2. istasyonda %21 ile subdominant olmuştur. *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* ise 1. ve 3. istasyonda toplamın %25'ni, 2. istasyonda ise toplamın %23'nü oluşturarak dominant takson olmuştur. Örnekleme yapılan istasyonların tamamında ise toplamın %9'nu oluşturan *Trachelomonas volvocina* ve *Acutodesmus acuminatus* subdominant taksonlar olmuşlardır.

4.4.3.2. Yaz Ayları

Haziran –Ağustos 2009

Yaz aylarında en yüksek toplam organizma sayısı Temmuz ayında 3. istasyonda 1831 hücre/ml olarak kaydedilmiştir. En düşük değer ise yine Temmuz'da 57 hücre/ml olarak 2. istasyonda kaydedilmiştir. Yaz aylarında her istasyon için en baskın ay ise Ağustos ayı olmuştur ve 3 istasyonun toplam organizması 4560 hücre/ml olarak kaydedilmiştir. Yaz mevsiminin başında Chlorophyta üyeleri oldukça düşük iken sonlarına doğru ciddi bir artış gözlenmiştir (Şekil 4.7).

Haziran ayında Euglenozoa divizyonundan *Trachelomonas oblonga* ve *T. volzii* sayılarında artışlar gözlenmiştir. 2. istasyonda 61 hücre/ml'nin %33'ünü oluşturarak dominant olan *Trachelomonas oblonga*, 1. istasyonda fitoplanktonun %15'ini oluşturarak subdominant olmuştur. 1. istasyonda toplamın %17'si ile dominant olan *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* 3. istasyonda %13 ile subdominant olmuştur.

Temmuz ayında Chlorophyta üyelerinden *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* ve *Pediastrum duplex* var. *gracillimum* türlerinde artış gözlenmiştir. 3. istasyonda 1831 hücre/ml'nin %62'sini oluşturarak dominant olan *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* 1. ve 2. istasyonlarda da sırasıyla %49 ve %14 ile dominant tür olarak kaydedilmiştir. *Pediastrum duplex* var. *gracillimum* ise 1. ve 3. istasyonda subdominant olup sırasıyla toplamın %30 ve %27'sini oluşturmuştur. 2. istasyonda Bacillariophyta üyelerinden *Cymbella leptoceros* toplamın %14'ü ile dominant olurken, toplamın %12'si ile *Acutodesmus obliquus* ve *Desmodesmus protuberans* subdominant olmuşlardır.

Ağustos ayında tür kompozisyonunda artış gözlenmiştir ve tüm istasyonlarda toplam organizma 4560 hücre/ml olarak saptanmıştır. *Pediastrum duplex* var.

reticulatum 2346 hücre/ml olarak kaydedilmiştir ve örnek alma istasyonlarında sırasıyla toplamın %57, %50 ve %47'si ile dominant tür olmuştur. *Pediastrum duplex* var. *gracillimum* ise Temmuz ayından itibaren subdominant tür olmaya devam etmiştir. İstasyonlardaki dağılımı ise sırası ile toplamın %23, %24 ve %19'u olarak kaydedilmiştir.

4.4.3.3. Sonbahar Ayları

Eylül – Kasım 2009

Sonbahar aylarında en yüksek toplam organizma sayısı Eylül ayında 3. istasyonda 2287 hücre/ml olarak kaydedilmiştir. En düşük değer ise Kasım ayında olup 173 hücre/ml olarak 3. istasyonda kaydedilmiştir. Yaz mevsiminden sonbahara geçişte özellikle Ağustos ayından Eylül ayına geçişte organizma sayısında artış olurken, tür çeşitliliğinde azalma görülmüştür. Devam eden aylarda ise organizma sayısında da azalma gözlenmeye başlanmıştır.

Eylül ayında da Ağustos'da olduğu gibi Chlorophyta üyeleri baskın olmuştur. *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* örnekleme istasyonların tümünde toplam 2886 hücre/ml olarak kaydedilmiştir ve sırasıyla toplamın %63, %53 ve %49'u ile dominant olmuştur. *Pediastrum duplex* var. *gracillimum* ise 3 istasyonda toplam 1040 hücre/ml ile istasyonlarda sırasıyla fitoplanktonun %16, %22 ve %19'unu oluşturarak subdominant olmuştur.

Ekim ayında 2. ve 3. istasyonlarda organizma sayılarında düşme başlarken 1. istasyonda değişme gözlenmemiştir ve Chlorophyta üyelerinin baskınlığı devam etmiştir. *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* tüm istasyonlarda dominant olmuştur ve sırasıyla toplamın %61, %50 ve %33'ünü oluşturmuştur. *Pediastrum duplex* var. *gracillimum* ise örnek alma istasyonlarında subdominant olmuştur. İstasyonlara göre dağılımı ise sırasıyla fitoplanktonun %14, %23 ve %17'sidir.

Kasım ayında Chlorophyta üyelerinin toplam organizma sayılarında düşüş gözlenmiş, Euglenozoa üyeleri ise baskın olmuştur. Eylül ve Ekim aylarında pek rastlanmayan *Trachelomonas volvocina* Kasım ayında 1. İstasyonda fitoplanktonun %31'ini, 3. İstasyonda %43'ünü oluşturarak dominant takson olmuştur. 2. istasyonda ise Bacillariophyta'dan *Epithemia adnata* fitoplanktonun %18'ini oluşturarak dominant

takson olmuştur. *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* ise 1. İstasyonda toplamın %21'ni ve 3. istasyonda toplamın %15'i oluşturarak subdominant olmuştur. 2. İstasyonda ise toplamın %13'nü oluşturan *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* ile *Monoraphidium irregulare* subdominant olmuştur.

4.4.3.4. Kış Ayları

Aralık 2009 – Şubat 2010

Kış aylarında Chlorophyta üyeleri azalmış, Bacillariophyta ve Euglenozoa üyelerinde artış gözlenmiştir. Toplam organizma miktarı 44 – 499 hücre/ml arasında değişmiştir. En yüksek organizma sayısı Şubat ayında 2. istasyonda görülürken en düşük Aralık ayında 2. istasyonda görülmüştür.

Aralık ayında istasyonlarda toplam organizma miktarı 44 - 421 hücre/ml arasında değişmiştir. En düşük toplam organizma miktarı 2. istasyonda elde edilirken en yüksek değer 3. istasyonda elde edilmiştir. *Trachelomonas volvocina* toplamın %47 ve %27'si ile 1. ve 2. istasyonda dominant olurken, 3. istasyonda 24 hücre/ml ile toplamın %6'sıyla subdominant olmuştur. 3. istasyonda *Synedra nana* 347 hücre/ml ile toplamın %82'sini oluşturarak dominant olmuştur. 1. istasyonda *Pediastrum duplex* var. *gracillimum* toplamın %14'ü, 2. istasyonda *Cymbella cistula* toplamın %18'i ile subdominant olmuşlardır.

Ocak ayında 1. istasyonda 15 hücre/ml ile fitoplanktonun %25'ini oluşturan *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* dominant, 2. ve 3. istasyonda ise sırasıyla toplamın %9 ve %14'ünü oluşturan subdominant olarak kaydedilmiştir. 1. istasyonda toplamın %20'sini oluşturan *Pediastrum duplex* var. *gracillimum* subdominant olarak kaydedilmiştir. 2. istasyonda ise toplam 57 hücre/ml'nin %65'ini oluşturan Bacillariophyta üyesi *Navicula cryptotenella* ve 3. istasyonda toplamın %42' sini oluşturan Euglenozoa'dan *Trachelomonas volvocina* dominant olarak kaydedilmiştir.

Şubat ayında örnek alma istasyonlarında sırasıyla fitoplanktonun %40, %30 ve %24'ünü oluşturan *Epithemia adnata* dominant olmuştur. *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* subdominant olarak 1. ve 3. istasyonda sırasıyla toplamın %12 ve %14'ünü oluşturmuştur. 2. istasyonda *Trachelomonas volvocina* ve *Dinobryon sertularia* toplamın %11'ni oluşturarak subdominant taksonlar olarak kaydedilmiştir.

Bacillariophyta'dan *Pinnularia abaujensis*, *P. dactylus*, *P. episcopalis*, *Staurosira construens*, *Tabellaria flocculosa*, *Tryblionella hungarica*, Chlorophyta'dan *Crucigeniella rectangularis*, *Golenkinia paucispina*, *Kirchneriella irregularis*, *K. obesa* var. *aperta*, *Tetrallantos lagerheimii*, *Ulothrix zonata* ve Dinoflagellata'dan *Peridiniopsis thompsonii* ile *Peridinium palatinum* çalışma boyunca nadiren görülmüştür.

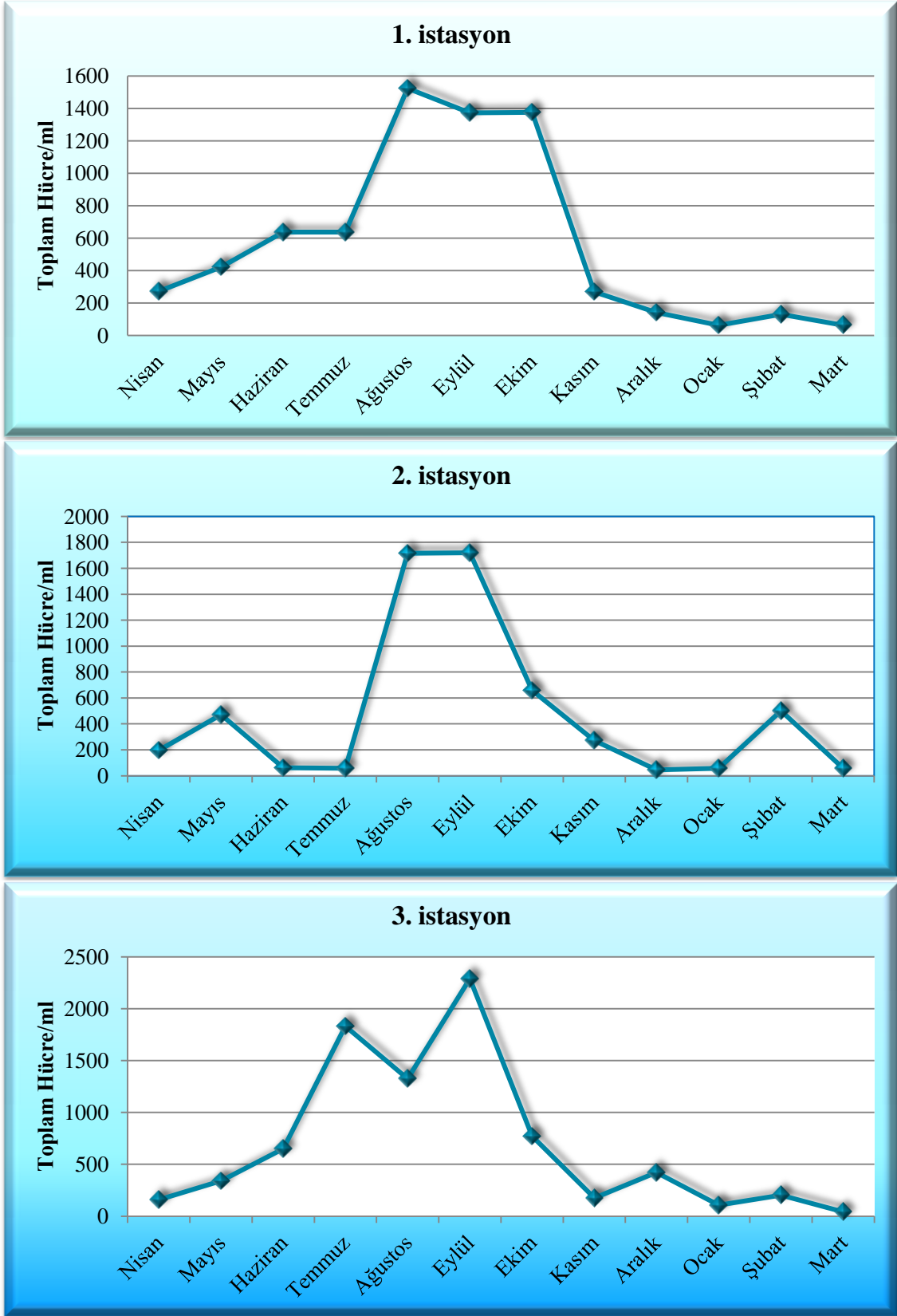
4.5. Klorofil - a Miktarı

Klorofil-*a* miktarının mevsimsel değişimi fitoplanktonun mevsimsel değişimi ile genellikle uyum göstermiştir. Yaz mevsiminin sonlarına doğru artan toplam fitoplankton sayısı ile artışa geçen klorofil-*a* miktarı, sonbahar aylarının sonu kış aylarının başlarında ise organizmanın azalmasıyla düşüş göstermiştir.

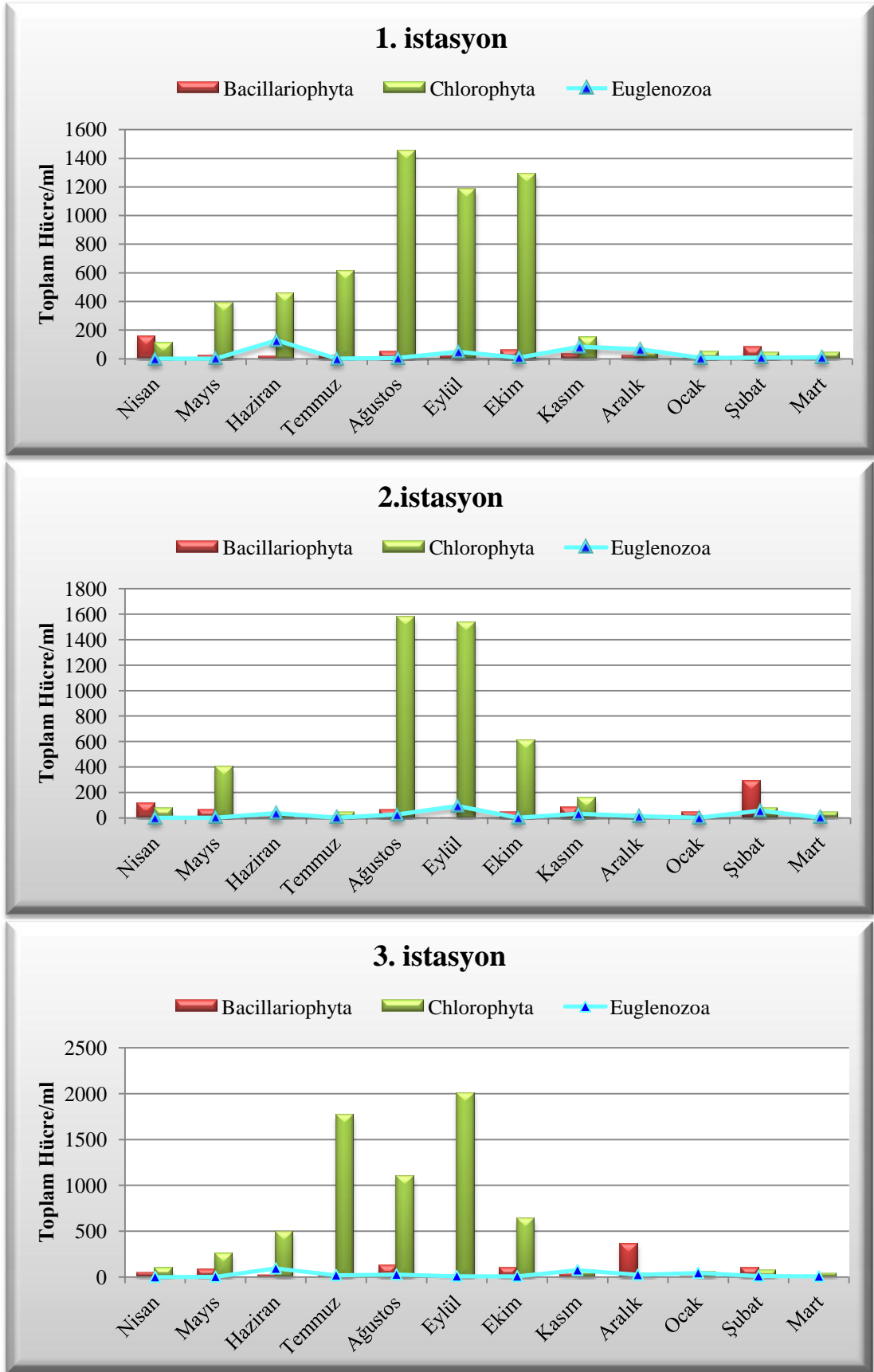
2009 ve 2010 ilkbahar aylarında klorofil-*a* değeri ile fitoplankton değişimi uyum göstermemiştir. 2009 Nisan ve Mayıs aylarında klorofil-*a* miktarında örnekleme yapılan aylar boyunca en düşük değerler kaydedilmiştir (0,99 - 0,93 µg/l). *Desmodesmus protuberans* türünün dominant olduğu bu mevsimde toplam organizma miktarı artmaya başlamıştır (160 - 1229 hücre/ml). Bu mevsimde (Nisan-Mayıs 2009, Mart 2010) klorofil-*a* değeri 0,93 – 2,52 µg/l arasında değişmiştir.

Yaz mevsiminde klorofil-*a* 26,43 – 67,2 µg/l arasında değişmiştir. Yaz mevsimi boyunca klorofil-*a* değişimi ile toplam fitoplankton sayısı uyumlu bir oranda artış göstermiştir. Yaz mevsimi boyunca toplam fitoplanktonda (8427 hücre/ml) 3981 hücre/ml olarak kaydedilen *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* oluşturarak Haziran ayından itibaren dominant tür olmaya başlamıştır.

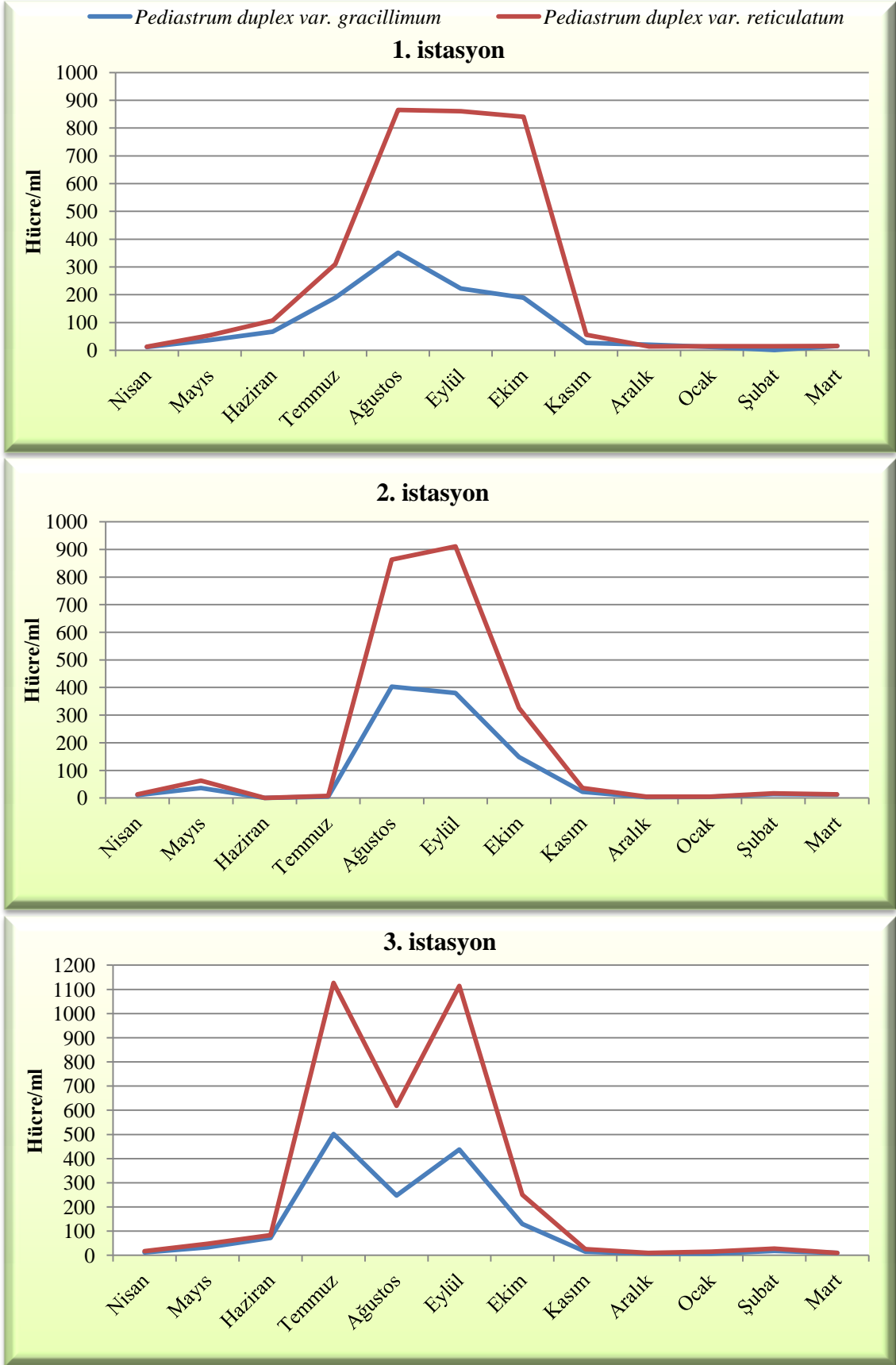
Sonbahar aylarında toplam organizma sayısı düşmeye başlamış ve buna paralel olarak klorofil-*a* miktarında da hızlı bir düşüş gözlenmiştir. Klorofil-*a* miktarı 15,93 - 118,29 µg/l arasında değişmiştir. Eylül ayında toplam organizma sayısı 5375 hücre/ml iken klorofil-*a* miktarı 118,29 µg/l olarak hesaplanmıştır. Sonbahar aylarında en yüksek toplam organizma ve klorofil-*a* değeri Eylül ayında iken en düşük Kasım ayında kaydedilmiştir. Eylül ayında *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* dominant iken Kasım ayında *Trachelomonas volvocina* dominant olmaya başlamıştır.



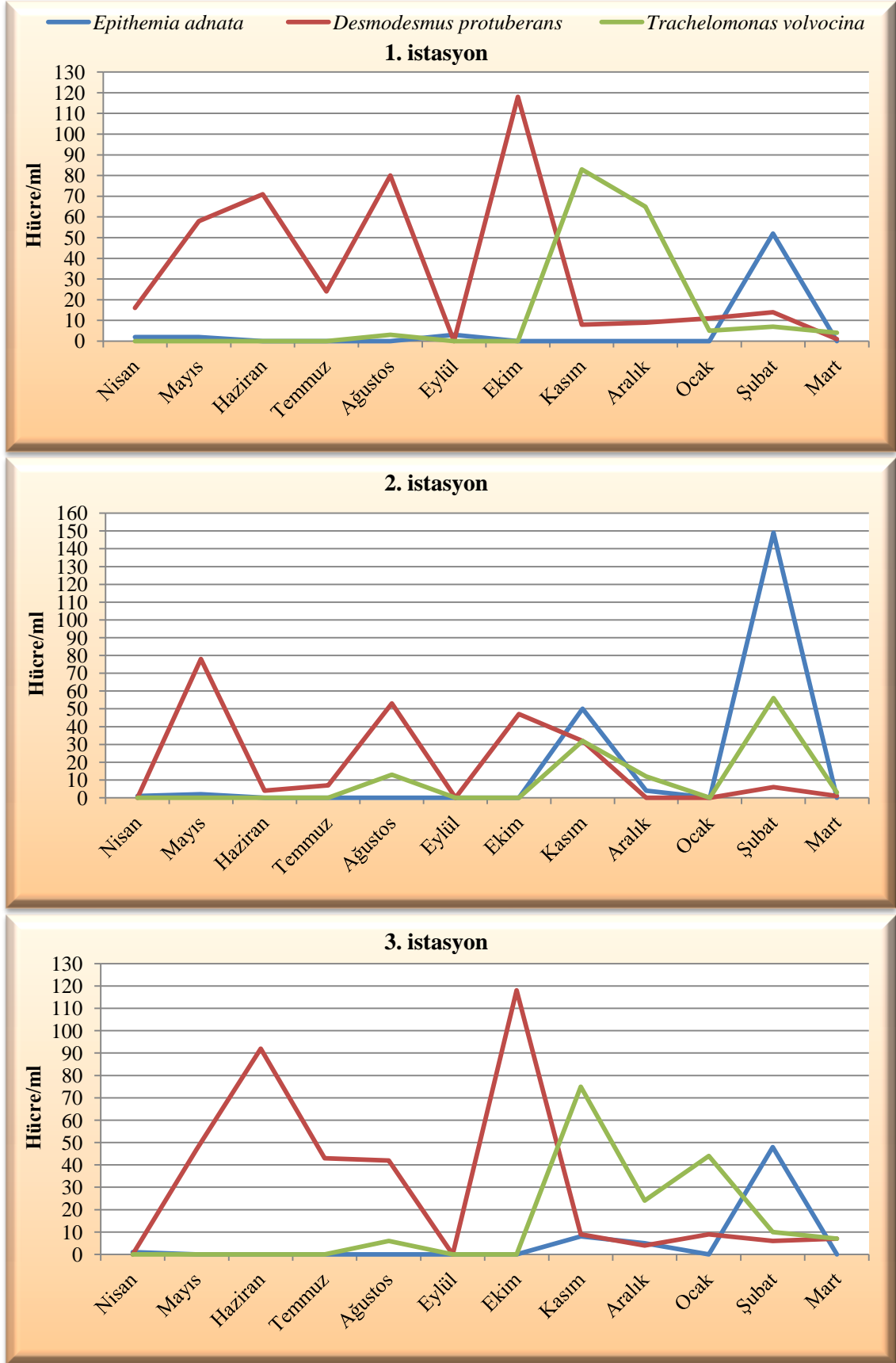
Şekil 4.6. Gaga Gölü Sulak Alanı örnek alma istasyonlarının toplam organizma miktarının mevsimsel değişimi



Şekil 4.7. Gaga Gölü Sulak Alanı örnek alma istasyonlarının toplam Bacillariophyta, Chlorophyta ve Euglenozoa'nın mevsimsel değişimi



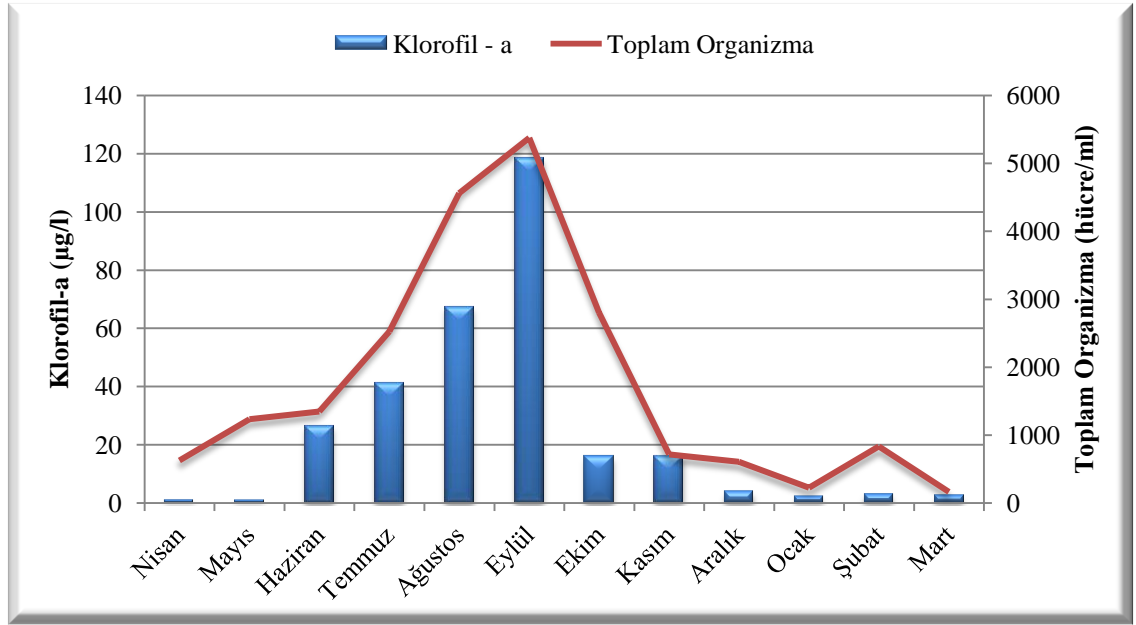
Şekil 4.8. Gaga Gölü Sulak Alanı örnek alma istasyonlarının toplam *Pediastrum duplex* var. *gracillimum* ve *P. duplex* var. *reticulatum*'un mevsimsel değişimi



Şekil 4.9. Gaga Gölü Sulak Alanı örnek alma istasyonlarının toplam *Epithemia adnata*, *Desmodesmus protuberans* ve *Trachelomonas volvocina* 'nın mevsimsel değişimi

Kış mevsiminde klorofil-*a* miktarı ile toplam organizma sayısı değişimi uyum göstermiştir. Klorofil-*a* miktarı 2,06 – 3,74 µg/l arasında değişmiştir. En düşük klorofil-*a* değeri Ocak ayında iken en yüksek Aralık ayında kaydedilmiştir. Şubat ayında 830 hücre/ml'nin 249 hücre/ml'si ile *Synedra nana* dominant tür olmuştur. Ocak ve Mart aylarında Chlorophyta üyesi *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* yine dominant olmaya başlamıştır.

Toplam organizma ve klorofil-*a* miktarının mevsimsel değişimi Şekil 4.10'da gösterilmiştir.



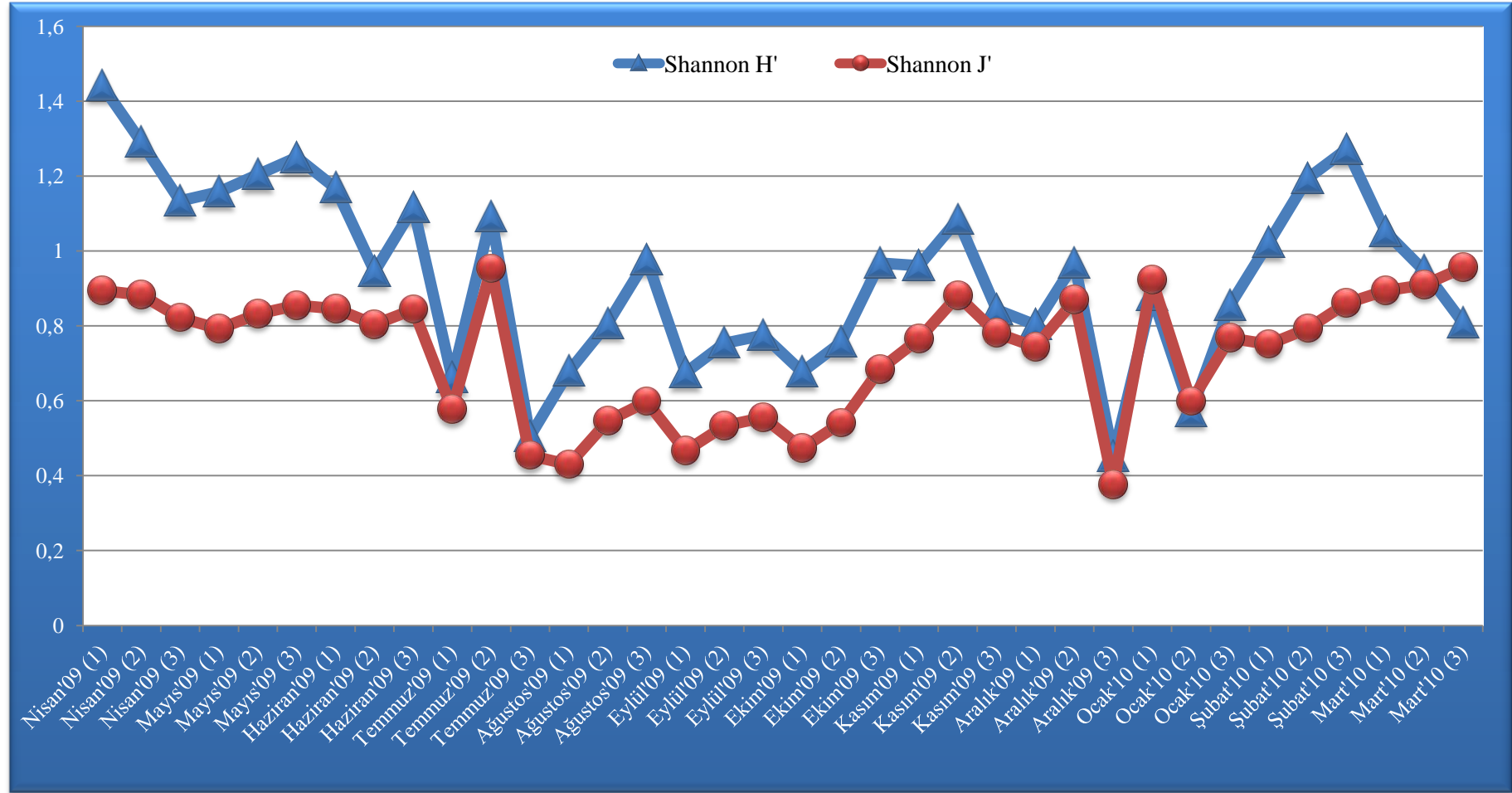
Şekil 4.10. Gaga Gölü Sulak Alanı'nın toplam organizma ve klorofil-*a* yoğunluğu mevsimsel değişimi

4.6. İstatistiksel Analizler

4.6.1. Fitoplanktonun Shannon-Weaver Çeşitlilik ve Düzenlilik İndeksine Göre Mevsimsel Değişimi

4.6.1.1. Tüm İstasyonlara Göre Gruplandırılması

Shannon-Weaver çeşitlilik indeks değerleri 0,452 - 1,442 arasında değişmiştir. Araştırma süresince fitoplankton bakımından en yüksek çeşitlilik Ağustos 2009'da elde edilmiştir (0,796). En az çeşitlilik Aralık 2009'da elde edilen 0,452 indeks katsayısı (bits) olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonunun Shannon-Weaver çeşitlilik (H') ve düzenlilik indeksi (J')'ne göre mevsimsel değişimi

4.6.1.2. İstasyonlara Göre Gruplandırılması

Gaga Gölü Sulak Alanı'nın çeşitlilik indeksi (H') ve düzenlilik indeksi (J)'nin istasyonlara göre mevsimsel değişimi Şekil 4.12'de gösterilmiştir.

1. İstasyon

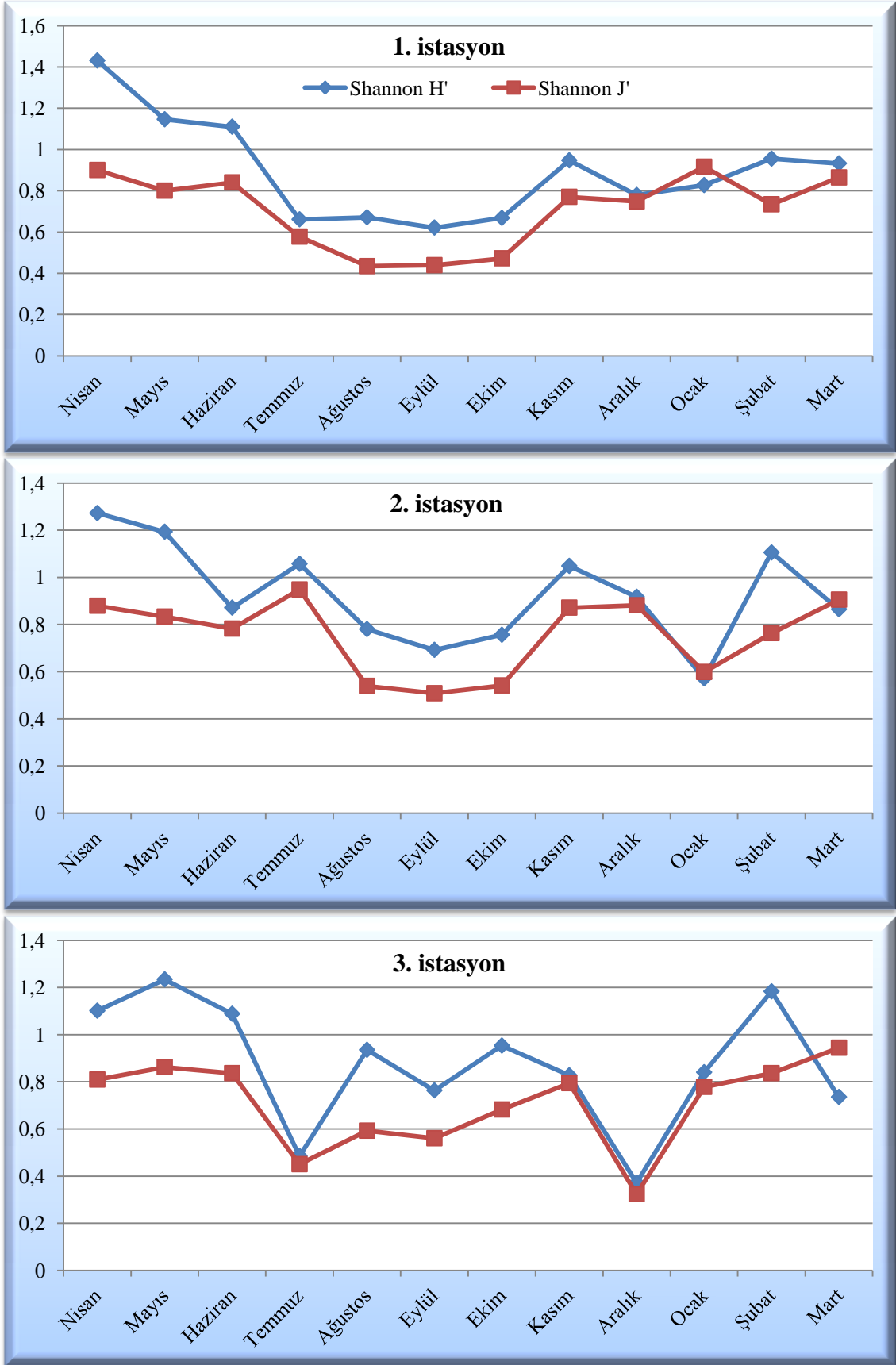
Düzenlilik indeksine göre, Ağustos ve Eylül 2009 ayınlarında düzenlilik indeksinin 0,434-0,439 bits aralığında değer göstermesi bir türün dominant olduğunu göstermektedir. Bu aylarda *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* toplam 2894 hücre/ml'nin %60'ini oluşturarak dominant olmuştur. Ocak 2010'da düzenliliğin 0,916 bits değerinde olması (1'e yaklaşması) tüm türlerin yaklaşık olarak eşit bollukta olduğunu göstermektedir. Shannon tür çeşitliliği (H') değeri, düzenlilik (J) indeksine benzer bir mevsimsel değişim göstermiştir.

2. İstasyon

Düzenlilik indeksine göre Eylül 2009'da 0,508 bits değeri göstermesi bu ayda *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* toplam 1531 hücre/ml'nin 911 hücre/ml'sini oluşturarak dominant takson olmuştur. 2. istasyonda örnekleme periyodu boyunca düzenlilik indeksinin 1 bits'e yakın olması türlerin eşit bollukta olduğunu ifade etmektedir. Shannon tür çeşitliliği (H') 2. İstasyonda Eylül 2009 ve Ocak 2010 ayları hariç 0,756 ile 1,253 bits aralığında değişim göstermiştir.

3. İstasyon

3. istasyonda düzenlilik indeks değeri 1. ve 2. istasyondan farklı bir dağılım göstermiştir. Özellikle Aralık 2009 ayında düzenlilik (0,323 bits) ve çeşitlilik (0,371 bits) indekslerinin birbirine yakın olması tek tür baskınlığını ifade etmiştir. Bu ayda toplam fitoplanktonun %82'sini oluşturan *Synedra nana* dominant takson olmuştur. Shannon tür düzenlilik (J) indeksi 0,323 – 0,944 bits aralığında değişim göstermiştir.



Şekil 4.12. Gaga Gölü Sulak Alanı Çeşitlilik indeksi (H') ve düzenlilik indeksi (J')nin örnek alma istasyonlarına göre mevsimsel değişimi

4.7.2.2. İstasyonlara Göre Gruplandırılması

Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonunun Bray-Curtis benzerlik indeksi kullanılarak kümeleme analizi ile gruplandırılması istasyon istasyon Şekil 4.14'de verilmiştir.

1. İstasyon

Bu istasyonda %34,88'lik benzerlik seviyesinde iki grup görülmüştür. Birinci olan grup erken kış, kış ve erken bahar aylarını sırasıyla Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarını kapsarken, ikinci grup yılın diğer aylarını kapsamaktadır. Her iki grup %40'lık benzerlik seviyesinde iki küme oluşturmuştur. Birinci kümenin birinci grubunda Şubat ayı *Epithemia adnata* türünü karakterize ederken, ikinci grup % 50'lik benzerlik seviyesiyle ikiye ayrılır. % 58,96'lık benzerlik seviyesi ile Aralık ve Kasım aylarının örneklerini belirtir ki bu aylarda *Trachelomonas volvocina* yaygındır. İkinci kümenin birinci grubu Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarını kapsamakta olup *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* türünün aşırı artışı ile karakterize olurken, ikinci grup Nisan, Mayıs ve Haziran'ı içermekte olup *Desmodesmus protuberans* ve *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* türlerinin dominantlığını karakterize eder.

1. istasyon için benzerlik oranı en yüksek Ekim – Ağustos 2009 ayları arasında %81,50 olarak gözlenmiştir ki bu benzerlik *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* türünün bu aylarda yoğun olarak bulunduğunu ifade eder.

2. İstasyon

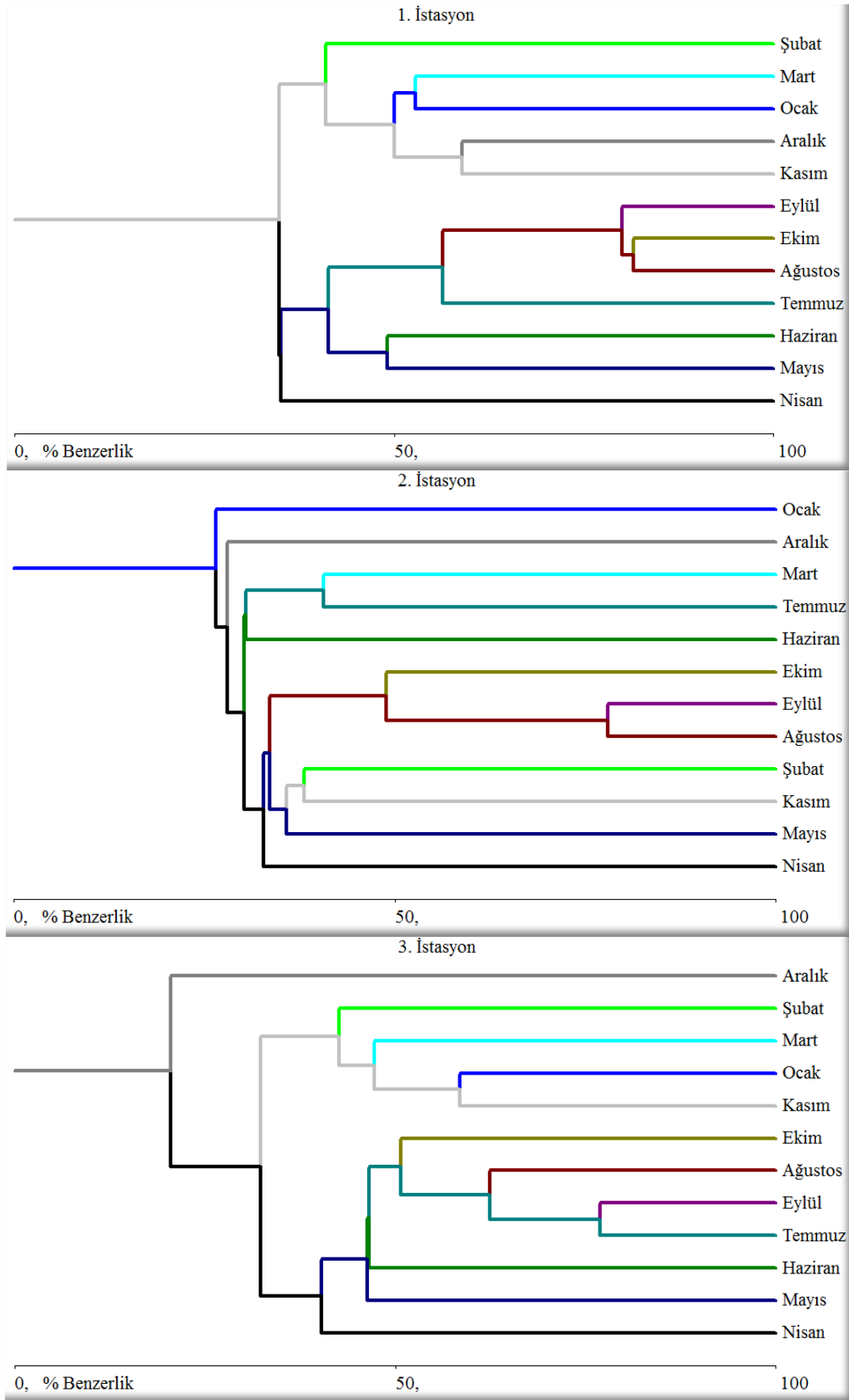
Bu istasyonda % 30,5'lik benzerlik seviyesinde üç grup ayırılmaktadır. % 38,13'lük benzerlik seviyesinde görülen Şubat ve Kasım ayları sırasıyla *Epithemia adnata* ve *Trachelomonas volvocina* türlerini karakterize eder. Benzerlik seviyesi % 48,95 olan Ağustos, Eylül ve Ekim ayları *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* ve *Pediastrum duplex* var. *gracillimum* türlerinin baskınlığını göstermektedir.

2. istasyon için benzerlik oranı en yüksek Eylül – Ağustos 2009 ayları arasında %77,93 olarak görülmüştür.

3. İstasyon

Bu istasyonda % 20,57'lik benzerlik seviyesinde iki grup görülmüştür. Birinci grup Aralık örneklerini içermekte olup *Trachelomonas volvocina* türünü karakterize etmektedir. İkinci grup % 32,31'lik benzerlik seviyesi ile tekrar iki kümeye ayrılır. İlk küme Kasım, Ocak, Şubat ve Mart aylarını oluştururken ikinci küme Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarını kapsar. İkinci kümenin birinci grubu %46,4'lük benzerlik oranıyla üçe ayrılmış ve bu grup %50,74'lük benzerlik seviyesi ile de ikiye ayrılmıştır. Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarını kapsayan bu bölümde *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* türünün baskınlığı sözkonusudur.

3.istasyon için benzerlik oranı en yüksek Eylül – Temmuz 2009 ayları arasında %76,93 olarak gözlenmiştir ki bu benzerlik *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* türünün bu aylarda yoğun olarak bulunduğunu ifade eder.



Şekil 4.14. Gaga Gölü Sulak Alanı örnek alma istasyonlarına göre mevsimsel Cluster (kümeleme) analizi dendrogramı

5. TARTIŞMA

5.1. Çevre Şartları

Su sıcaklığı ekosistemdeki yaşam için çok önemli bir parametredir. Suyun viskozitesini ve yoğunluğunu değiştirmesi, sucul ortamda meydana gelen biyokimyasal tepkimelerin hızını ve bu ortamda bulunan gazların çözünürlüğünü etkilemesi bakımından sucul organizmaların üreme, gelişme ve beslenme faaliyetlerini doğrudan etkileyen bir faktördür. Örneğin genellikle sıcaklık, zooplanktonik organizmaların bulunuşunda ve dağılışında sınırlayıcı faktördür (Mikschi, 1989). Bacillariophyta üyeleri düşük sıcaklığı tercih ederken Chlorophyta üyeleri ise yüksek sıcaklığı sever. Chlorophyta'nın Volvocales üyeleri ise soğuk suları tercih eder (Hutchinson, 1967). Gaga Gölü Sulak Alan fitoplanktonunda Chlorophyta üyelerinin baskın olmaları ile Volvocales ordosu üyelerine rastlanılmaması bu durumu desteklemiştir. Su sıcaklığının 15 °C'nin üzerinde olduğu aylarda Dinoflagellata üyelerinin gelişmelerinin oldukça yüksek olduğu belirtilmiştir (Çetin ve Şen, 1997). Beyşehir Gölü (Cirik ve ark., 1991; Cirik ve Cirik, 1999)'nde yapılan bir çalışmada ise *Ceratium hirundinella* 10-25 °C, *Cyclotella ocellata* 5-30 °C, *Melosira varians* 7-21 °C, *Microcystis aeruginosa* 6-30 °C arasındaki sıcaklıklarda gelişme gösterdikleri tespit edilmiştir. Araştırma alanında da sıcaklığın artışı ile *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* ve *P. duplex* var. *gracillimum* türlerinin birey sayılarında artışlar gözlenmiştir. Gaga Gölü Sulak Alanı'nda ortalama su sıcaklığı 18,1 °C olarak ölçülmüştür. Su sıcaklığı Mayıs ayından itibaren artış göstermiş olup yaz aylarında özellikle Temmuz ayında en yüksek değere ulaşmıştır (30°C). Bölgenin sahip olduğu iklimsel özellikten kaynaklı (ılıman iklim) olarak mevsimler arası sıcaklık sapmaları gözlenmemiştir. Orta ve Doğu Karadeniz Bölümü'nde yer alan Uzungöl (Verep ve ark., 2002), Derbent Baraj Gölü (Taş, 2006) ve Ulugöl'de (Taş ve ark., 2010) de benzer durum kaydedilmiştir. Su sıcaklıkları Gölbaşı Gölü'nde 11 – 32,2 °C (Naz ve Türkmen, 2005), Karagöl'de 5 – 21 °C (Kolaylı ve Şahin, 2007), Kaz Gölü'nde 8,6 – 29 °C (Zaim, 2007), Yeniçağa Gölü'nde 3,3 – 25,1 °C (Saygı-Başbuğ ve Demirkalp, 2004), Karagöl'de 0 – 23 °C (Açıkgöz ve Baykal,

2005), Tortum Gölü'nde 6,5 – 23,5 °C (Kıvrak ve Gürbüz, 2006), Balıklı Göl ve Aygır Gölü'nde 4,5 – 16,5 °C (Şahin, 2000), Simenit Gölü'nde 6 – 25 °C (Ersanlı ve Gönüloğlu, 2003), Sapanca Gölü'nde 8 – 21,9 °C (Aykulu ve ark., 2006), Ladik Gölü'nde 7 – 24 (Maraşlıoğlu ve ark., 2005), Tatlı Göl'de 10 – 29 °C (Soylu ve ark., 2007), Gaga Gölü'nde 9,4 – 22,8 °C (Taş, 2011) ve Mogan Gölü'nde ise 3,78 – 29,14 °C (Mangıt, 2007) aralıklarında tespit edilmiştir. Karadeniz Bölgesi'nin Orta ve Doğu Batı Karadeniz Bölümleri ve Sakarya Nehri Havzası'nda yer alan 13 gölde yaz aylarında yapılan araştırmada su sıcaklığı 20,4 – 31,5 °C aralıklarında kaydedilmiştir (Özbek ve Sarı, 2007). SKKY'ye (2008) göre Gaga Gölü Sulak Alanı su sıcaklığı bakımından I. ve II. sınıf su kalitesine sahiptir.

Çözünmüş oksijen (ÇO) konsantrasyonu suyun kirlenme derecesini, sudaki organik madde yoğunluğunu ve suyun kendi kendini ne kadar temizleyebileceğini ifade eder (Ünlü ve ark., 2008). Sucul canlılar için yaşamsal önemi olan ÇO değeri, sıcaklığın yanında bitkilerin fotosentez hızına ve göllerin trofik düzeyine bağlı olarak farklılık gösterir (Akbulut ve Yıldız, 2001). Çalışma alanının yaz ve sonbahar ayları sıcak geçtiği için (Şekil 3.1.2) su sıcaklığı bu mevsimlerde artış göstermiş, fitoplankton yoğunluğunun da artması sonucunda çözünmüş oksijen değerinde artış kaydedilmiştir. Gaga Gölü Sulak Alanı'nda çözünmüş oksijen değeri ortalama 8,8 mg/l'dir. Göl, ötrofikasyon sınır değerlerinin (5,0 – 7,5 mg/l) üzerinde çözünmüş oksijen seviyesine sahiptir. Gölün hidrofitalerle zengin olması suyun oksijenlenmesine katkı sağlamıştır. Çözünmüş oksijen Hotamış Sazlığı'nda 2,9 – 12,6 mg/l (Yıldız ve ark., 1999), İkizgöl'de 2,8 – 10,6 mg/l (Gezerler-Şipal ve ark., 1996), Sera Gölü'nde 6,4 – 12 mg/l (Şahin, 1997), Gölbaşı Gölü'nde 5,5 – 10,5 mg/l (Naz ve Türkmen, 2005), Karagöl'de 5,17 – 11,5 mg/l (Açıkgöz ve Baykal, 2005), Uzungöl'de 3.72 - 13.13 mg/l (Verap ve ark., 2002), Simenit Gölü'nde 3,6 – 10,4 mg/l (Ersanlı ve Gönüloğlu, 2006) olarak kaydedilmiştir. ÇO Batı Karadeniz Bölgesi göllerinde 5.1 - 10.3 mg/l (Özbek ve Sarı, 2007), Ulugöl'de 8.4 - 11.3 mg/l (Taş ve ark., 2010) ve Gaga Gölü'nde 8,26 – 11,7 mg/l (Taş, 2011) olarak ölçülmüştür. SKKY'ye (2008) göre Gaga Gölü Sulak Alanı çözünmüş oksijen bakımından I. sınıf su kalitesine sahiptir.

Suyun asidik özelliğinin göstergesi olan pH, sucul canlı yaşamını etkileyen önemli faktörlerden biridir. Gaga Gölü Sulak Alanı pH aralığı 7,3 – 9 olarak ölçülmüştür. Herhangi bir şekilde kirlenmemiş olan göllerde pH aralığının 6,0 – 9,0

arasında değiştiği belirtilmiştir (Tanyolaç, 2004). Aşırı verimli sularda gün ışığı süresince algal fotosentez CO₂'yi uzaklaştırarak pH'yi arttırmakta, gece ise solunum sonucu CO₂'yi su ortamına salarak pH'yi düşürmektedir (Jones-Lee ve Lee, 2005). Çözünmüş oksijen ile pH arasında zıt bir ilişki olduğunu ve kireçli bölgelerde sudaki çözünmüş karbonatın pH'yi 9'a kadar çıkarabildiğini dolayısıyla yüksek pH ve su sıcaklığının gle karışacak organik kirleticilerin zararlı etkilerinin artacağı belirtilmiştir (nl ve Uslu, 1999). Gaga Gölü Sulak Alanı'nda pH ile çözünmüş oksijen arasında Eylül, Aralık ve şubat ayları hariç zıt bir ilişki kaydedilmemiştir. Bu durumun gölün sulak alan olması nedeniyle sürekli sirkulasyon halinde olması ve kıyı şeridinde bulunan su bitkilerinin etkisinin olduğu düşünülmektedir. Gaga Gölü Sulak Alanı'nın ortalama pH değerı 7,9 olup bazik özellik taşımaktadır. Gaga Gölü'nde pH 7,75 – 8,60 (Taş, 2011), Hafik Gölü'nde 7,4 – 9 (Kılınç, 1998), Gölbaşı Gölü'nde 7,4 – 8,5 (Naz ve Türkmen, 2005), Kaz Gölü'nde 7,22 8,35 (Zaim, 2007), Yeniçağa Gölü'nde 7,3 – 10,3 (Saygı-Başbuğ ve Demirkalp, 2004), Karagöl'de 6,5 – 8,8 (Açıkgoz ve Baykal, 2005), Tortum Gölü'nde 7,8 - 8,5 (Kıvrak ve Gürbüz, 2006), Simenit Gölü'nde 7,65 – 8,72 (Ersanlı ve Gönülol, 2003), Sapanca Gölü'nde 7,7 – 8,5 (Aykulu ve ark., 2006) ve Mogan Gölü'nde ise 7,54 – 10,01 (Mangıt, 2007) arasında kaydedilmiştir. Karadeniz Bölgesi'nde yapılan araştırmalarda göllerin genelde bazik karakterde olduğu görülmektedir (Verep ve ark., 2002; Taş, 2006; zbek ve Sarı, 2007; Taş ve ark., 2010). Alkali ortamlarda *Amphora*, *Fragilaria* ve *Nitzschia* taksonlarının yoğun olduğu belirtilmiştir (Gönülol, 1985). Bu taksonlar araştırma alanında yaygın olarak görülmemiştir. SKKY'ye (2008) göre sulak alanın pH'sı I. ve II. sınıf su kalitesine sahiptir.

Elektriksel iletkenlik (EC) değerinin yüksek olmaması tuz içeriğinin normal olduğunu aynı zamanda sudaki toplam çözünmüş madde miktarını gösterir. Gaga Gölü Sulak Alanı'nda en düşük iletkenlik 189,3 µS iken en yüksek 560 µS olarak kaydedilmiştir. Yüzeysel su kaynaklarının kirlenmeye karşı korunması hakkında protokolde verilen değerler 150 – 500 µS arasındadır (Uslu ve Türkman, 1987). Jeolojik yapının etkisinin yanısıra yağış miktarının fazla olduğu bölgelerde toprağın daimi olarak yıkanmasından kaynaklı yüzey sularının genellikle az tuz içerdiği kaydedilmiştir (Akyurt, 1993). Araştırma bölgesinde Temmuz ayında toplam yağış 191,3 kg kaydedilmiş (şekil 3.1.2) dolayısıyla iletkenlik ile (189,3 µS) ile ters orantı göstermiştir (Tablo 4.1). Elektriksel iletkenlik Yeniçağa Gölü'nde 63 – 520 µS (Saygı-Başbuğ ve

Demirkalp, 2004), İkizgöl'de 201 – 407 μS (Gezerler-Şipal ve ark., 1996), araştırma alanıyla aynı bölgede bulunan Ulugöl'de EC 160 - 242 μS (Taş ve ark., 2010) aralığında kaydedilmiştir.

Gaga Gölü Sulak Alanı'nda suyun toplam sertlik değeri 11,3 – 382,4 mg/l CaCO_3 arasında kaydedilmiştir. Fransız sertliğine göre ise 1,13 – 38,24 FS°'dir. Suyun toplam sertliği, buldukları yerin jeolojik yapılarına göre değişir. Suların sertliği, başta kalsiyum ve magnezyum bikarbonat iyonları olmak üzere, kalsiyum ve magnezyum klorür, kalsiyum ve magnezyum nitrat ve az miktarda da demir, alüminyum ve stronsiyum iyonlarından ileri gelmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Gölün suyu mevsimsel olarak değerlendirildiğinde az sert su-çok sert su (100 – 350'den fazla mg/l CaCO_3) sınıflarına girmektedir (Egemen, 2006). Sert su, kayalardaki toprak alkali minerallerin parçalanmasından ortaya çıkmaktadır (Dayıoğlu ve ark., 2004). Gaga Gölü Sulak Alanı yer altı kaynak suları ile beslenmekte, toprak yapısı da kalkerli yapıda olduğu için sert su özelliği göstermektedir (Taş, 2011). Gölün suyu çok sert su sınırında olduğundan içme ve kullanma suyu olarak doğrudan kullanımı uygun değildir. Aynı ildeki Ulugöl'ün suyu yumuşak su (111,25 mg/l CaCO_3) özelliği taşımaktadır (Taş ve ark., 2010). Gaga Gölü ise ortalama 540,70 mg/l CaCO_3 ile çok sert su özelliği taşımıştır (Taş, 2011).

Doğal sularda en yaygın olarak bulunan azotlu bileşikler nitrit, nitrat, amonyum ve organik azottur. Bu azotlu parametrelerin kaynağı yağmur suyu ile taşınan atmosferik azot, toprak yapısında bulunan nitrat tuzları olabildiği gibi, tarımsal faaliyetler sonucunda toprakta kalan ve yağmurla yıkanan, evsel ve endüstriyel atıklardan suya karışan bileşikler de olabilir. Ayrıca azot bağlayan mavi-yeşil alg ve bitkiler tarafından atmosferik azotun bağlanması da söz konusudur. Su ortamına karışan azot bileşikleri birincil üretimi teşvik ederek ötrofikasyona neden olabilir. Ancak ötrofikasyonun asıl kaynağı fosforlu bileşiklerdir (Henry ve ark., 1984).

Amonyum azotu sucul ekosistemde yaşayan organizmalar için önemli ölçüde toksik değildir. Ancak yüksek pH ve sıcaklığa bağlı olarak amonyum amonyağa dönüşerek su ortamı içindeki balık yaşamı ve diğer canlılar için toksik hale gelebilmektedir (Ünlü ve ark., 2008). Temiz ve bol oksijenli sularda amonyum bileşikleri çok düşük düzeylerde bulunmaktadır. Sucul canlıların atık maddesi olup tekrar organizmalar tarafından absorblanır (Cirik ve Cirik, 1999). Amonyum iyonları

birçok alg ve yüksek bitkiler tarafından doğrudan alınabilir. Amonyum, alg büyümesini hızlandırmasının yanında suda oksijen tüketimini artırması ile sucul ortamı etkilemektedir (Haralambous ve ark., 1992). Gaga Gölü Sulak Alanı'nda en yüksek değer 0,68 mg/l kaydedilirken en düşük ise 0 mg/l olarak ölçülmüştür. SKKY (2008) ve Klee (1991)'nin su kalitesi değerlendirmesine göre içme suyu kaynaklarında amonyum azotunun 0.2 - 1.5 mg/l'den yüksek olması insan sağlığı açısından olumsuz etki yapmaktadır (Tepe ve ark., 2006). Ulugöl'de ortalama amonyum azotu 0.343 mg/l (Taş ve ark., 2010), Gaga Gölü'nde 0,05, - 0,16 mg/l (Taş, 2011) olarak kaydedilmiştir. Tortum Gölü'nde 0,7 – 0,25 mg/l (Kıvrak ve Gürbüz, 2006), Tatlı Göl'de 0,07 – 0,3 mg/l (Soylu ve ark., 2007) ve Mogan Gölü'nde ise 0,15 – 0,7 mg/l (Mangit, 2007) olarak kaydedilmiştir. Gaga Gölü Sulak Alanı'nın amonyum azotu SKKY'ye (2008) göre I. sınıf su kalitesine sahiptir.

Nitrit, azot döngüsünün ara ürünüdür, ortamda birikmez, hemen nitrate dönüşür. Nitrit ve nitrat plankton gelişimine katkıda bulunurlar. Nisbet ve Verneaux (1970) sudaki nitrit miktarının 1 mg/l'yi geçmesi halinde kirlenmenin başlamış olduğunu ileri sürmektedir. Nitritin çoğunlukla doğal sularda konsantrasyonu düşüktür ve organik kirlilik ile oksijenin düşük olduğu sucul ekosistemlerde yüksek yoğunluklarda görülebilirler (Egemen, 2006). Gaga Gölü Sulak Alanı'nda en yüksek nitrit değeri 0,32 olarak kaydedilmiştir. Bu ortalama değer sucul organizmalar için toksik alt değeriyle (0.3 mg/l) sınırdadır. Hotamış Sazlığı'nda 0,01 – 0,23 mg/l (Yıldız ve ark., 1999), Simetit Gölü'nde 0 – 0,21 mg/l (Ersanlı ve Gönüloğlu, 2003), Ulugöl'de 0.014 mg/l (Taş ve ark., 2010), Gaga Gölü'nde 0 – 0,06 mg/l (Taş, 2011) olarak kaydedilmiştir. Gaga Gölü Sulak Alanı'nın nitrit azotu SKKY'ye (2008) göre II. sınıf su kalitesine sahiptir.

İnorganik azotun tatlı sulara giriş yapan genel formu nitrattır (Wetzel, 1983) ve sularda bulunan bağlı azot bileşiklerinin en önemlisidir. Oksijence zengin sularda çok yaygın olup, algal büyümeyi sınırlar ya da büyümenin hızlanmasını sayılabilen önemli bir mineraldir. Çoğu yüzey suyu bir miktar nitrat içerir ve genellikle miktarı düşüktür. Nitratin ana kaynaklarından biri insan ve hayvan atıklarıdır. Nitrat azotu Gaga Gölü Sulak Alanı'nda ortalama 0.41 mg/l olarak kaydedilmiştir. Oligotrofik sularda azot miktarı düşük, ötrofik sularda ise oldukça yüksektir. Simenit Gölü'nde 0 – 1,15 mg/l (Ersanlı ve Gönüloğlu, 2006), Gıcı Gölü'nde 0,07 - 0,95 mg/l (Soylu ve Gönüloğlu, 2006) Ulugöl'de 0,02 - 0,295 mg/l (Taş ve ark., 2010) ve Gaga Gölü'nde 0,08 – 2,11 mg/l

(Taş, 2011) nitrat azotu ölçülmüştür. Gaga Gölü Sulak Alanı'nın nitrat azotu SKKY'ye (2008) göre I. sınıf su kalitesine sahiptir.

Organik maddelerdeki sülfür çoğunlukla proteinde bulunur. Aerobik şartlarda sülfür sülfata okside olur ve zararlı form olan hidrojen sülfüre dönüşmez. Sülfat değeri doğal sularda 5 - 100 mg/l arasında değişim gösterir (Tepe ve ark., 2006). Gaga Gölü Sulak Alanı'nda ortalama sülfat değeri 3,0 mg/l olarak ölçülmüştür. 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). Bu parametre bakımından Gaga Gölü Sulak Alanı ciddi bir kirlilik içermemektedir. Benzer durum Ulugöl'de ve Gaga Gölü'nde de kaydedilmiştir (Taş ve ark., 2010; Taş, 2011). SKKY'ye (2008) göre Gaga Gölü Sulak Alanı'nın sülfat azotu değeri I. sınıf su kalitesine sahiptir.

Fosfor, doğal suların verimliliğini etkileyen besleyici minerallerin en önemlisidir. Tatlısulara bulunan fosforun %90'ından fazlası organik fosfat olarak canlıların hücre içeriğinde bulunur (Wetzel, 1983). Özellikle ototrof ve heterotrof organizmaların büyümelerinde sınırlayıcı etki gösterir. Doğal sularda toplam fosfor yoğunluğu; arazinin jeolojik yapısının kimyasal içeriğine, sudaki organik metabolizmaya, dış etmenlerden suya karışan organik madde ve evsel atıklara bağlıdır. Özellikle evsel atıklarda fosfor içerikli deterjanlar sucul ekosistemde fosfat artışına ciddi derecede katkıda bulunurlar. Göllerde ve akarsularda çözülmüş inorganik fosfat, çözülmüş organik fosfat ve organik partiküler fosfat formlarında bulunur. Çözülmüş inorganik fosfat fotoototrof üreticiler tarafından alınır, organik olarak bağlanır ve besin zincirine katılır (Schwörbel, 1987). Fosfor su ortamında meydana gelen ötrofikasyonun da en temel elementidir (Harper, 1992). Kirlenmemiş doğal sularda oldukça küçük miktarlarda bulunur ve göllerin verimliliğini belirler (Tepe ve Boyd, 2003). Çoğu göllerde ortalama toplam fosfor içeriğinin 0.010 - 0.030 mg/l arasında değiştiği bildirilmiştir (Tanyolaç, 2004). Nisbet ve Verneaux (1970) fosfat içeriğinin 0,15 – 0,30 mg/l olan sularda produktivitenin yüksek olduğunu fakat bu değer 0,30 mg/l'yi aşması halinde sucul ekosistemin kirlenmiş sayılacağını kaydetmişlerdir. Fosfat içeriğinin 0.50 mg/l'yi aşması halinde ise aşırı kirlenme ve ötrofikasyon söz konusudur. Thoman ve Mueller (1987)'e göre toplam fosfor 10 µg/l'den küçük ise göl oligotrofik, 10 - 20 µg/l ise mezotrofik, 20 µg/l'den büyük ise ötrofiktir. Gaga Gölü Sulak Alanı'nda ortalama toplam fosfor 1,31 mg/l'dir

(1311 µg/l). Bu değere göre Gaga Gölü Sulak Alanı ötrofik özellik göstermektedir. Gaga Gölü'nde ise daha az fosfor kaydedilmiştir. Gaga Gölü Sulak Alanı'nın toplam fosfor değeri SKKY'ye (2008) göre III. sınıf su kalitesine sahiptir.

Kalsiyum doğal sularda en bol bulunan elementlerden biridir. Algler ve yüksek bitkiler için önemlidir. Doğal suların kalsiyum içeriği 150 mg/l'ye kadar ulaşabilirken, 25 mg/l civarında iken produktivite maksimuma ulaşır, 12 mg/l'nin altında ise produktivitenin iki kat azalacağı belirtilmektedir (Bremond ve Vuichard, 1973; Nisbet ve Verneaux, 1970). Gaga Gölü Sulak Alanı'nın kalsiyum konsantrasyonu Eylül ayında 68,73 iken yine bu ayda tür sayısı 5375 org/ml olarak kaydedilmiştir. Gaga Gölü'nün de ortalama kalsiyum içeriği 48,28 mg/l olarak kaydedilmiştir (Taş, 2011). Genellikle sudaki kalsiyum iyonu kaynağını karbonatlı ve sülfatlı kalsiyum mineralleri teşkil eder. Bu nedenle sularda, çok değişik konsantrasyonlarda kalsiyum bulunabilir. Kalsiyum suya sertlik özelliği veren en önemli iyondur (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Magnezyum suyun sertliğini meydana getiren iyonlardan biridir. Magnezyum klorofilin bileşiminde bulunduğundan klorofilli bitkiler için yaşamsal önem taşır. Alg, mantar ve bakterilerde fosfor metabolizmasını düzenler. Göllerde magnezyum oranının düşük olması gölün fitoplankton verimliliğini önemli ölçüde etkiler, bunun sonucunda göl oligotrofik özellik kazanır (Egemen, 2006). Doğal sularda magnezyum 10 - 50 mg/l olarak bulunur. Gaga Gölü Sulak Alanı'nda ortalama 6,24 mg/l kaydedilmiştir. Aynı bölgedeki Gaga Gölü'nde ortalama magnezyum 8,03 mg/l olarak kaydedilmiştir.

Toplam çözünmüş katılar (TDS) doğal kaynaklardan evsel ve endüstriyel atık sulardan ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanır. TDS miktarına katkıda bulunan başlıca iyonlar karbonat, bikarbonat, klorür, sülfat, nitrat, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum gibidir. Ayrıca silt, kil, organik yapıdaki küçük partiküller, inorganik maddeler, çözünebilir organik bileşikler, planktonlar ve diğer mikroskobik organizmalar TDS'yi oluştururlar. TDS miktarı sertliği de etkiler (Taş ve ark., 2010). Gaga Gölü Sulak Alanı'nda ölçülen TDS miktarı ortalama olarak 213,7 mg/l'dir. En düşük Temmuz ayında 94,5 mg/l, en yüksek Aralık ayında 280 mg/l ölçülmüştür. Ölçülen toplam çözünmüş katıların miktarı SKKY'ye göre I. sınıf su kalitesine uygundur (SKKY, 2008). Aynı bölgede bulunan Ulugöl'de ortalama TDS miktarı 102,07 mg/l (Taş ve ark., 2010) olarak ölçülmüştür.

Gaga Gölü Sulak Alanı'nın litoral zonu yoğun miktarda hidrofitler ile kaplıdır. Su bitkileri göl ekosisteminde oldukça önemli olup, su kalitesinin belirlenmesinde ve balık komüniteleri için önemli bir rol oynar. Bu nedenle suiçi bitkiler sığ göllerin biyoçeşitlilik ve koruma değerlerinin yüksek olmasını belirleyen en önemli nedendir. Havzadaki insan faaliyetleri sonucu artan besin tuzları (azot ve fosfor) sığ gölleri ötrofikleştirip suiçi bitkilerin yayılımı ve genel olarak ekosistemin biyoçeşitliliğini azalttığı, çok sayıda araştırmannın bulgusudur. Dolayısıyla hidrofitlerin sığ göllerin trofik yapısı, dinamikleri ve su berraklığı üzerinde önemli etkileri olduğu bildirilmektedir (Scheffer ve ark., 1993). Gölde besin tuzu yüklemesi arttıkça, bitki biyokütelleri de artarak besin tuzları bitki ve epifitlerde sabitlenir ve yaz aylarında fitoplanktona daha az besin tuzu kalır. Ayrıca, su içi bitki miktarında artış olması, dip çamurunun dibe daha hızlı çökmesiyle askıdaki katı maddenin azalmasına ve sedimandan suya daha fazla besin tuzu salınmasına engel olabilir. Bunlar su içi bitkilerin tampon görevlerindedir (Carpenter ve Lodge, 1986). Gaga Gölü Sulak Alanı kıyı bölgesindeki yoğun hidrofitler göl suyunun berrak bir yapı kazanmasına katkı sağlamışlardır. Yaz döneminde besleyici tuzların artması sonucu fitoplankton sayısının yükselmesi sulak alanda kötü kokunun artmasına neden olmaktadır. Gaga Gölü ile Sulak Alan'ı birbirine bağlayan ana eşğin açılması ile ana çanakta bulunan yüksek miktardaki zooplanktonun sulak alandaki fitoplankton üzerinden otlamasıyla (grazing), sulak alanın ötrofik seviyeden mezotrofik seviyeye gerileyebilmesi doğal olarak sağlanacaktır.

5.2. Fitoplankton

Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonu üzerine yapılan taksonomik çalışmada tür çeşitliği bakımından Chlorophyta dominant (%39), Bacillariophyta subdominant (%37) alg gruplarıdır. Bunları Dinoflagellata (%7), Euglenozoa (%7), Cyanobacteria (%4), Streptophyta (%4) ve Heterokontophyta (%2) divizyoları takip etmiştir (Şekil 4.2.1) .

Araştırma alanında Chlorophyta divizyonu üyeleri tür sayısı ve populasyon yoğunluğu bakımından baskın grubu oluşturmuştur. Besin maddelerinin yoğun olduğu tatlı su ekosistemlerinde Chlorococcales üyeleri çoğunlukla boldur (Van Den Hoek ve ark., 1995). Gaga Gölü Sulak Alanı'nda Chlorococcales ordosu 34 takson (%79) ve bu taksonların yoğunluğu bakımından en zengin takımı oluşturur. Mezotrof göllerin karakteristiği olan *Pediastrum* cinsi mezotrof karakterli sularda mevcut olup (Cirik ve

Cirik, 1999), Ladik Gölü'nde (Maraşlıoğlu, 2005), Bozalan Gölü'nde (Balık ve ark., 2006), Cernek Gölü'nde (İşbakan-Taş ve Gönüloğlu, 2007) dominant olarak kaydedilmişlerdir. Gaga Gölü Sulak Alanı'nda ise *Pediastrum duplex* var. *gracillimum* ve *P. duplex* var. *reticulatum* Mayıs ayından itibaren yaz ayları dâhil artış göstermiş, Eylül ayında ise en yüksek konsantrasyona ulaşmışlardır. *Scenedesmus opoliensis* sonbahar ve *S. magnus* ise ilkbaharda artış göstermiştir. Yeşil alglerin yaz aylarında artış gösterdiğini ve bu aylarda *Scenedesmus*, *Monoraphidium* ve *Tetraedron* cinslerinin ötrofik göllerin yaygın organizmaları olduğu belirtilmiştir (Hutchinson, 1967). Araştırma alanında *Scenedesmus* cinsleri ilkbahar ve yaz aylarında artış gösterirken, *Acutodesmus obliquus* yaz ve sonbahar aylarında, *Monoraphidium irregulare* ise sonbahar aylarında artış göstermiştir.

Gaga Gölü Sulak Alanı fitoplanktonunda Bacillariophyta divizyonu Chlorophyta'dan sonra ikinci baskın grup olmuştur. Bu grup fitoplankton toplam yoğunluğunun %10,1'ini oluşturarak (Şekil 4.5) araştırma alanında bazen dominant bazen de subdominant organizmalar olarak kaydedilmişlerdir. Bu divizyoya ait toplam organizma miktarı 0 - 2129 hücre/ml arasında değişmiştir. En düşük değer Mart 2010'da 3. istasyonda, en yüksek değer ise Aralık 2009'da 3. istasyonda kaydedilmiştir. Gaga Gölü Sulak Alanı'nda Bacillariophyta üyelerinin sayıları Haziran, Temmuz, Eylül 2009'da, Ocak ve Mart 2010'da aylarında düşük, yılın diğer aylarında yüksektir. *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Nitzschia*, *Epithemia* gibi ötrof karakterli sularda yaygın cinsler tür sayısı bakımından dönem dönem baskın olmuşlardır (Hutchinson, 1967; Reynolds, 1984). Özellikle Şubat 2010'da *Epithemia adnata* 466 hücre/ml olarak kaydedilerek bu ayda en yüksek sayıya ulaşmıştır. Sultan Sazlığı'nda da (Akbulut, 2003) bu tür dominant olarak bulunmuştur. *Cymbella* ve *Synedra* türlerinin yanında Hutchinson (1967) bilimsel çalışmasında oligotrofik *Cyclotella* florasyndan bahsetmektedir. Ancak *Cyclotella* türleri oligotrofik sulardan [*C. bodanica* (Stoermer ve Yang, 1969; Willen ve ark., 1990)] hiper ötrofik sulara kadar [*C. pseudostelligera* (Stoermer ve Ladewski, 1976)] geniş yayılış gösterirler. *Cyclotella meneghiniana* türü ötrof karakterli sularda yaygın, alkali sularda aşırı çoğalmalar yapan, çoğu kozmopolit tür olarak da bulunmuştur (Round, 1984). Araştırma alanında *Cyclotella meneghiniana* Nisan ayında 2. istasyon için 194 hücre/ml ile dominant olarak kaydedilmiştir. Gaga Gölü Sulak Alanı'nda *Synedra nana* türü ise tüm Bacillariophyta üyelerinin içinde en yüksek değere ulaşmıştır (347 hücre/ml). *Synedra nana* türü Hafik Gölü'nde (Kılınç,

1998), Beşgöz Gölü'nde (Akköz, 2000), Akyatan ve Tuzla Lagünleri'nde (Çevik ve ark., 2008) baskın olarak kaydedilmiştir. *Amphora ovalis*, *Navicula* ve *Nitzschia* taksonlarının alkali suları tercih ettiği belirtilmiştir (Round, 1984). Gaga Gölü Sulak Alanı'nda bu türlere pH değeri 7,3 – 7,7 arası değişen aylarda rastlanılmıştır. Özellikle *Nitzschia* cinsi sadece pH 7,5 olarak kaydedilen Ekim ayında görülmüştür. *Amphora ovalis* ötrofik göllerin yaygın organizmalarındandır (Round, 1959) ve Karine Dalyan Gölü'nde (Gökpinar ve ark., 1996) dominant olarak kaydedilmiş olup, Gaga Gölü Sulak Alanı'nda bazen mevcut bulunmuştur. *Fragilaria* taksonu Sultan Sazlığı (Akbulut, 2003) ve Karagöl'de (Kolaylı ve Şahin, 2007) dominant olarak kaydedilmesine karşın, *Fragilaria dilatata* araştırma alanında çalışma süresince devamlı mevcut olarak görülmüştür.

Dinoflagellata divizyonu sekiz türle (*Ceratium hirundinella*, *Peridiniopsis borgei*, *P. thompsonii*, *Peridinium bipes*, *P. elpatiewskyi*, *P. palatinum*, *P. umbonatum* ve *P. willei*) temsil edilmiştir. Mezotrofik suların belirleyicisi olduğu bildirilen *Ceratium hirundinella* (Rawson, 1956) türü Gaga Gölü Sulak Alanı'nda bazen mevcut olmuştur. *Peridinium umbonatum* Dinoflagellata divizyonu içerisinde tür sayısı bakımından baskın olan taksondur. Özellikle Eylül ayında artış göstermiştir. Bafra Balık Gölleri'nde *Ceratium hirundinella*, *Peridinium cinctum* taksonları tespit edilmiştir (Gönüloğlu ve Çomak, 1992b).

Euglenozoa divizyonuna bağlı olarak 8 takson tespit edilmiştir. *Phacus* spp., *Trachelomonas hispida* ve *T. volvocina* türleri genellikle organik madde yönünden zengin sularda, sıcaklığın ve kirlenmenin fazla olduğu ortamlarda uygun gelişme potansiyeline sahiptir. Organik kirlenmenin olduğu, organik madde bakımından zengin sularda da yaygındır (Round, 1973; 1984). Gaga Gölü Sulak Alanı'nda *Trachelomonas oblonga* ve *T. volvocina* türleri Euglenozoa divizyonu içerisinde en baskın türlerdir. Özellikle Kasım ayında *Trachelomonas volvocina* en yüksek seviyeye (190 hücre/ml) ulaşmıştır. Ladik Gölü'nde (Maraşlıoğlu ve ark., 2005) *Phacus* spp., *Trachelomonas hispida* ve *T. volvocina* türleri yaygın olarak bulunmuştur. Cernek Gölü'nde (İşbakan-Taş ve Gönüloğlu, 2007) *Trachelomonas* sp. subdominant olarak kaydedilmiştir. Bafra Balık Gölleri'nde *Euglena* spp., *Phacus* spp. ve *Trachelomonas* spp. baskın türlerdir (Gönüloğlu ve Çomak, 1993a).

Araştırma alanı fitoplanktonunda Cyanobacteria diviziyosuna ait 4 takson tespit edilmiştir. Cyanophyta diviziyosuna ait türlerin çoğunlukla bazik sulara, pH 7,2–9,2 arasında iyi geliştiği bildirilmiştir (Huber- Pestalozzi, 1968). Gaga Gölü Sulak Alanı pH aralığı 7,3 - 9 olarak ölçülmüştür. Cyanobacteria diviziyosuna ait taksonlar oldukça az sayıda görülmüştür. Bunun yanı sıra *Oscillatoria limosa* ekseriya mevcut bulunmuştur ve Temmuz ayı içerisinde göl yüzeyinde bir miktar aşırı çoğalma yapmıştır. Cernek Gölü'nde siyanotoksin içeren toksik alglerden *Microcystis*, *Oscillatoria* yaz aylarında aşırı çoğalma göstermiştir (İşbakan-Taş ve Gönüloğlu 2007). Seyfe Gölü'nde (Elmacı ve Obalı, 1992) *Oscillatoria* bulunduğu divizyonun dominant organizması olarak kaydedilmiştir. Karaboğaz Gölü'nde (Baytut ve ark., 2006) ve Yeniçağa Gölü'nde (Saygı-Başbuğ ve Demirkalp 2004) dominant takson olmuştur. Akyatan Lagünü'nde (Çevik ve ark., 2008) ise her mevsim mevcut olarak kaydedilmiştir.

Streptophyta diviziyosuna bağlı araştırma alanında 4 takson tespit edilmiştir. Oligotrof özellikli ve pH'nın 7'den düşük olduğu göllerde, Streptophyta üyelerinin yoğunluklarının fazla olduğu bildirilmiştir (Cirik- Altındağ, 1984). Buna karşın bu divizyonun taksonlarına ülkemizde araştırılan mezotrofik ve ötrofik göllerde bol olarak rastlanmıştır (Cirik-Altındağ, 1984; Yazıcı ve Gönüloğlu, 1994; Şehirli, 1998; Şahin, 2000; İşbakan ve ark., 2002; Maraşlıoğlu ve ark., 2005). Fitoplanktonda Desmidiaceae türlerinin düşük oranlarda temsil edilmesi ötrofiye yorumlanmaktadır (Nygard, 1949; Hutchinson, 1967). Bozalan Gölü'nde (Balık ve ark., 2006) *Cosmarium* spp. türlerinin baskın olması ve bu bölgede kirliliğin bulunmaması bu durumu desteklemektedir. *Cosmarium quadrifarium* ve *Staurastrum bicaulatum* türleri Gaga Gölü Sulak Alanı'nda nadiren rastlanmış olup, tür sayısı ve yoğunluğu yönünden de önemli olmamışlardır.

Heterokontophyta *Dinobryon sertularia* ve *Tetraedriella regularis* ile temsil edilmiştir. *Dinobryon sertularia* oligotrof göllerin karakteristik türü olmasına karşın oligotroftan ötrof göllere geçiş basamağı olan mezotrof göllerde de oldukça yaygın olduğu belirtilmiştir (Cirik ve ark., 1991). Ötrof karakterli sığ bir göl olan Akgöl'de (Şehirli, M., 1998) ve mezotrof karakterli Derbent Baraj Gölü'nde *Dinobryon sertularia* her mevsim bulunurken aşırı çoğalmalar da yapmıştır (Taş ve ark., 2010).

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) modelidir. Araştırma süresince iki değişkene ait (Kl-*a* ve toplam fosfor) ortalama TSI değerleri; TSI klorofil-*a* konsantrasyonu 50 ve toplam fosfor 491 mg/l olarak hesaplanmıştır. İki değişkenin ortalama TSI değerlerine göre Gaga Gölü Sulak Alanı, ötrof göl özelliğindedir. Ayrıca her iki değişkene ait ölçümler yapılırsa dahi trofik yapı sınıflandırılmasında önceliğin klorofil indeksine verilmesi gerektiği belirtilmiştir (Carlson, 1977). Fosfor tüm çalışma süresince yüksek değerlerde kaydedilmiştir, bu da sulak alanın trofi seviyesini yükseltmiştir. Ancak Mayıs ve Haziran aylarında diğer aylara nazaran daha düşük ölçülmüştür. Bu aylarda ışık ve sıcaklığın artmasıyla fitoplanktonun artması ve fosforu kullanması muhtemeldir. Klorofil-*a* ise Nisan-Mayıs-Ocak-Mart aylarında oligotrof, Ekim-Kasım-Aralık-Şubat aylarında mezotrof, Haziran ve Temmuz aylarında ötrof, Ağustos ve Eylül aylarında hiperötrof değerlerde kaydedilmiştir. Abant Gölü ve Yedigöller'de yapılan araştırmada da en yüksek klorofil-*a* miktarı Eylül ayında ölçülmüştür (Atıcı ve Obalı, 2002). Uzungöl'de yapılan araştırmada ise klorofil-*a* miktarı oldukça düşük kaydedilmiştir (Verep ve ark., 2002). Bir diğer göl verimlilik belirlenmesi OECD (1982)'ye göre yapılabilmektedir (Tablo 2.3.1). Gaga Gölü Sulak Alanı analiz sonuçları değerlendirildiğinde; toplam fosfora göre göl ultraoligotrofik (max. 0,56 mg/l), klorofil-*a*'ya göre (118,29mg/l) ise hiperötrofik seviyededir (Vollenweider ve Kerekes, 1982).

Göllerin beslenme düzeyini gösteren bir diğer indeks çeşidi de Nygard (1949)'ın önerdiği Ott ve Laugaste (1996)'ın geliştirdiği fitoplankton birleşik oranına göre (Cyanophyta + Chlorococcales + Centrales + Euglenophyceae + Cryptophyta + 1 / Desmidiiales + Chrysophyceae + 1) Gaga Gölü Sulak Alanı mezotrofik karakterlidir (FBO= 3) (Tablo 2.5). Yurdumuzda araştırılan diğer göllerde bu indeks değeri Kurtboğazı Baraj Gölü (Aykulu ve Obalı, 1981)'nde 6.3, Çubuk-I Baraj Gölü (Gönüloğlu ve Aykulu, 1984)'nde 7.5, Altınapa Baraj Gölü (Yıldız, 1985)'nde 5.6, Tercan Baraj Gölü (Altuner ve Gürbüz, 1990)'nde 10.5, Suat Uğurlu Baraj Gölü (Yazıcı ve Gönüloğlu, 1994)'nde 4 ve Derbent Baraj Gölü (Taş, 2003)'nde 4.8 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler Suat Uğurlu, Derbent Baraj Gölü ve Gaga Gölü Sulak Alanı (mezotrof) hariç

diğer göllerde ötrofiyi göstermektedir. Göllerin trofi derecesinin belirlenmesinde sadece fitoplankton indekslerinin kullanılmasının hatalı olduğu, gölün diğer özelliklerinin (morfometrik yapı, takson çeşidi, su analizleri v.b.) de dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir (Aykulu ve ark., 1983).

Palmer (1969) Kirlilik İndeksi'ne göre; araştırma süresince Gaga Gölü Sulak Alanı'nda *Nitzchia*, *Scenedesmus* ve *Synedra* cinsleri baskın taksonlardır. Bu cinslerin değerleri Tablo 2.9'dan hesaplandığında, kirlilik indeksi skoru 17 çıkmıştır. Elde edilen bu değere göre Gaga Gölü Sulak Alanı'nın organik kirlilik derecesi orta – yüksek olarak tespit edilmiştir (Tablo 2.8).

Gaga Gölü Sulak Alanı'nda Bray-Curtis benzerlik indiksi kullanılarak türlerin bolluğuna göre ve ayların benzerlik durumları dikkate alınarak gruplandırılmıştır. Elde edilen dendrogramlarda, belirli aylar arasında hem tür kompozisyonu hem de organizma sayıları bakımından benzerlikler görülmektedir. Tüm istasyonlar dikkate alındığında en yüksek benzerlik Ağustos ayında 1. ve 2. istasyonlar arasında, ikinci yüksek benzerlik ise Eylül ayında 1. ve 2. istasyonlar arasında oluşmuştur. Benzerliğin yüksek olduğu bu gruplarda, örnekleme aylarındaki tür sayılarının eşitliği dikkati çekmiştir. Benzerliğin yüksek olduğu Ağustos ve Eylül aylarında *Pediastrum duplex* var. *gracillimum* ve *P. duplex* var. *reticulatum* türlerinin dominant olduğu görülmüştür.

Çalışma alanında Shannon-Weaver çeşitlilik indeksi (H') değerleri 0,452 - 1,442 arasında değişmiştir. Yüksek çeşitlilik bits değerleri; genellikle yoğun ve takson sayılarının dengeli olduğunu belirtirken, düşük çeşitlilik bits değerleri ise düşük yoğunluğun olduğunu göstermektedir. Araştırma süresince fitoplankton bakımından en yüksek çeşitlilik Nisan 2009'da elde edilmiştir (1,442 bits). En az çeşitlilik Aralık 2009'da elde edilen 0,452 bits olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.11). Gaga Gölü Sulak Alanı çevresinde yoğunluklu olarak tarımsal faaliyetler yürütülmektedir. Fındık tarımının yapıldığı arazide azotlu ve fosforlu gübrelerin kullanılması ve göl çevresinde yapılan hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklı sulak alan organik kirlenmeye maruz kalmaktadır. Bölgenin her mevsim yağışlı olmasından dolayı yüzeysel sulala bu organik ve inorganik maddeler göle taşınmaktadır. Planktonik organizmalar üzerinde oluşan baskı ve yüksek yağışlar göl yüzeyinin kararsızlığını arttırarak türlerin bolluğunda değişimlere neden olur. Bu durum Shannon çeşitlilik indeksi değerini arttırır (Maraşlıoğlu, 2007).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gaga Gölü Sulak Alanı'nda yapılan floristik ve ekolojik incelemede; Carlson'un trofik statü indeksine (TSI) göre gölün trofi seviyesi hiperötrotfik, fitoplankton bileşik oranına (FBO) göre ise mezotrofik olarak kaydedilmiştir. Trofi seviyesinin yüksek çıkmasında toplam fosforun katkısı oldukça fazladır. Gaga Gölü Sulak Alanı'nın; Palmer kirlilik indeksi sonuçlarına göre organik kirliliği orta – yüksek, dominant fitoplankton cinslerine göre mezotrof ve göl suyu kalitesi orta kirli olarak hesaplanmıştır. Mezotrof özellik gösteren türlerden *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* ve *Pediastrum duplex* var. *gracillimum* gölün dominant organizmalarıdır. Ötrofik türlerden ise *Scenedesmus opoliensis*, *Scenedesmus magnus*, *Scenedesmus opoliensis* *Monoraphidium irregulare* dominant organizmalar olmuştur. Shannon-Weaver çeşitlilik indeksine göre fitoplankton bakımından en yüksek çeşitlilik Ağustos 2009'da, en az çeşitlilik ise Aralık 2009'da kaydedilmiştir. Bray-Curtis benzerlik indeksine göre En yüksek benzerlik Ağustos 2009'da 1. ve 2. istasyonlar arasında, ikinci yüksek benzerlik ise Eylül 2009 1. ve 2. istasyon arasında bulunmuştur.

Sulak alanların önemi uzun yıllarca anlaşılmadığı gibi salgın hastalıkların nedeni olarak görülmüş bu nedenle bilinçsiz kurutma işlemleri yapılmıştır. Ülkemizde sulak alanların karşı karşıya kaldığı sorunlar genellikle sulak alanların halk, kamu ve diğer kuruluşlar tarafından öneminin tam olarak anlaşılmaması ya da uygulamalardaki eksikliklerden kaynaklanmaktadır (Gürer ve Yıldız, 2008)

Gaga Gölü ve çevresindeki bir çok sulak alan bilinçsizce ve özellikle tarım arazisi olarak kullanmak amacıyla kurutulmuştur. Günümüzde sadece bu bölgede Gaga Gölü Sulak Alanı yaşama mücadelesi vermektedir. Sulak alanı besleyen Gaga Gölü ile bağlantısı yerel halk tarafından kesildiği için sulak alanın yaz aylarında su seviyesi azalmaktadır.

Gaga Gölü Sulak Alanı çevresinde endüstriyel kirlilik yoktur, ancak tarımsal kirlilik söz konusudur. Tarımda kullanılan ticari gübrelerin yanısıra pestisitler de göle yüzeysel sularla karışmaktadır. Bu durum besin zinciri yoluyla insana kadar ulaşarak

olumsuz sonuçlar neden olabilir. Sulak alan çevresindeki fındık bahçelerinde gerçekleştirilen hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklanan fosfor kirliliğinde de söz edilebilir. Tarımsal faaliyetlerde kullanılan ticari gübre ve kireçlerle; azot, fosfor, kalsiyum gibi nütrient girdisiyle göl farklı farklı trofik seviyelerde çıkmıştır.

Gaga Gölü ve Sulak Alanı'nın çevresinde Ordu İl Çevre ve Orman Müdürlüğü tarafından yasaklanan her türlü kara ve su avcılığına rağmen arazi çalışmalarımız süresince yasakların ihlali gözlenmiştir. Gaga Gölü Sulak Alanı saz ve su kuşları için son derece uygun bir ortama sahiptir. Kuşların göç yolu üzerinde bulunduğundan göl çevresinde kuş gözlemi yapılabilir. Ornitolojik bir araştırmadan sonra ÖKA kapsamına alınabilir. Ekoturizm kapsamında ve rekreasyonel amaçlı değerlendirilebilir

Gaga Gölü Sulak Alanı oldukça küçük bir sulak alan olmasına rağmen, biyolojik ve ekolojik değerleri yüksektir. Bu doğal rezervin biyolojik çeşitliliğinin sürdürülebilirliği için, gölün ekolojik özellikleri daha fazla bozulmadan bir an önce koruma statüsü belirlenerek koruma altına alınmalıdır.

Gaga Gölü, 1995 yılında koruma sınırları belirlenerek tescillenmiştir. Ancak bu sınırlara Gaga Gölü Sulak Alanı dahil edilmemiştir. Gaga Gölü Sulak Alanı'nın da bu sınırlar içine ilave edilmesi ve koruma altına alınması umulmaktadır.

7. KAYNAKLAR

- Açıkgöz, İ., Baykal, T., 2005. Karagöl (Çubuk–Ankara) Alg Florası. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 2, 38-55.
- Akbulut, A., 2003. The Relationship Between Phytoplanktonic Organisms and Chlorophyll-a in Sultan Sazlığı. Turkish Journal of Botany, 27,421-425.
- Akbulut, A., Yıldız, K., 2001. Mogan Gölü (Ankara) Planktonik Bacillariophyta Üyeleri ve Dağılımları. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 14 (4), 1081-1093.
- Akbulut, A., Yıldız, K., 2002. The Planktonic Diatoms of Lake Çıldır (Ardahan-Turkey). Turkish Journal of Botany, 26, 55-75.
- Akkan, E., Gürgen, G., 1993. Gaga Gölü (Ordu). Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, 2, 241–249.
- Akköz, C., 2000. Beşgöz Gölü (Sarayönü-Konya) Alg Florası, II. Epilitik ve Epifitik Algler. S.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi, Fen Dergisi, 1(16), 5-12.
- Akyurt, İ., 1993. *Balık Yetiştiriciliğinde Su Kalitesi Yönetimi*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ofset Tesisi, 67 s, Erzurum.
- Alatalo, R. V., 1981. Problems in The Measurement of Evenness in Ecology. Oikos, 37, 199-204.
- Altuner, Z., 1984. Tortum Gölü’nde Bir İstasyondan Alınan Fitoplanktonun Kalitatif ve Kantitatif İncelenmesi. Doğa Bilim Dergisi, A2, 8 (2), 162-182.
- Altuner, Z., Gürbüz , H., 1990. Tercan Baraj Gölü Fitoplankton Topluluğu Üzerinde Bir Araştırma. X. Ulusal Biyoloji Kongresi, 18-20 Temmuz 1990, Erzurum, 131-140.
- Anagnostidis, K., Komárek, J., 1988. *Modern Approach to The Classification System of Cyanophytes. 3. Oscillatoriales*. Archiv Hydrobiol. Algal. Stud.50/53, 327–472.
- Anonim, 2011. Meteoroloji İstasyonu Müdürlüğü, Ordu.
- APHA. 1995. Standard Methods. 19th Edition. American Public Health Association, Washington, DC.
- Arslan, N., 1998. Karaboğaz Gölü Fitoplanktonu ve Mevsimsel Değişimi Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 42 s.

- Atıcı, T., Obalı, O., 2002. Yedigöller ve Abant Gölü (Bolu) Fitoplanktonunun Mevsimsel Değişimi ve Klorofil-*a* Değerlerinin Karşılaştırılması. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 19 (3-4), 381-389.
- Aykulu, G., Albay, M., Akçaalan, R., Tüfekçi, H., Aktan, Y., 2006. Species Composition, Abundance and Seasonality of Phytoplankton in a Moderately Deep Turkish Lake. Nova Hedwigia, 130, 325-338.
- Aykulu, G., Obalı, O., 1981. Phytoplankton Biyomas in The Kurtboğazı Dam Lake. Commun. Fac. Sci. Univ. Ank., 2 (24), 29-44. ISSN 0256-7865.
- Aykulu, G., Obalı, O., Gönüloğlu, A., 1983. Ankara Çevresindeki Bazı Göllerde Fitoplanktonun Yayılışı. Doğa Bilim Dergisi, Temel Bilim., 7, 277-288.
- Balık, S., Ustaoglu M. R., Sarı, H. M., Mis-Özdemir, D., Aygen, C., Taşdemir, A., Yıldız, S., Topkara, E. T., Sömek, H., Özbek, M., İlhan, A., 2006. Bozalan Gölü'nün (Menemen-İzmir) Biyolojik Çeşitliliği Hakkında Bir Ön Araştırma. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 23(3-4), 291-294.
- Balkaya, N., Çelikoba, İ., 2005. Sulak Alanlar ve Kızılırmak Deltası. II. Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi (MBGAK) 17-18 Kasım 2005, İstanbul, 568-577.
- Baykal, T., Açıkgöz, İ., Yıldız, K., Bekleyen, A., 2004. A Study on Algae in Devegeçidi Dam Lake. Turkish Journal of Botany, 28, 457-472.
- Baytut, Ö., Gönüloğlu, A., Arslan, N., Ersanlı, E., 2006. The Phytoplankton of Karabogaz Lake in Samsun, Turkey. Journal of Freshwater Ecology, 21(2), 359-361.
- Beklioğlu, M., 2004. *Sığ Göl Sulakalanları*. Pozitif Matbaacılık, 124 s, Ankara. ISBN: 98358-0-0.
- Bremond, R., Vuichard, R. 1973. *Parameters de la qualite des eaux*. Ministere de la Protection de la Nature et de Environnement Documentation, 179 pp., Française, Paris.
- Buzzi, F., 2002. Phytoplankton Assemblages in two Sub-Basins of Lake Como. Journal Limnol., 61(1), 117-128.
- Carlson R. E., 1977. A Trophic State Index for Lakes. Limnology and Oceanography, 22, 361-369.
- Carlson, R. E., 1983. Discussion on "Using Differences Among Carlson's Trophic State Index Values in Regional Water Quality Assessment", by Richard A. Osgood, Water Resources Bulletin, 19, 307-309.
- Carpenter, S. R., Lodge, D. M., 1986. Effects of Submersed Macrophytes on Ecosystem Processes. Aquatic Botany, 26, 341-376.

- Carroll, J. H., Nolen, S. L., Peterson, L., 1996. Water Quality Changes, from 1987 to 1991, in Broken Bow Lake, Oklahoma. Proc. Okla, Acad Sci. 76, 35-38.
- Cirik, S., Cirik, Ş., 1989a. Gölcük'ün (Bozdağ-İzmir) Planktonik Algleri. İ.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 3 (1-2), 131-150.
- Cirik, S., Cirik, Ş., 1989b. Algues Planctoniques du Lac de Karagöl-Yamanlar, İzmir I.Cyanophytes, Euglenophytes, Pyrrophytes et Chlorophytes. Journal of Faculty of Science Ege University, Series B, 11 (2), 41-51.
- Cirik, S., Cirik Ş., 1990. Algues Planktoniques du Lac de Karagöl Yamanlar, İzmir II. Chrysophytes. Journal of Faculty of Science Ege University, Series B, 12 (1), 43-51.
- Cirik, S., Cirik, Ş., 1999. *Limnoloji*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 21, Ege Üniversitesi Basımevi, 166 s, İzmir.
- Cirik, S., Cirik, Ş., Benli, H. A., 1991. Beyşehir Gölü Su Florası ve Mevsimsel Değişimleri. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi, 8 (31-32), 155-175.
- Cirik, S., Metin, C., Cirik, Ş., 1989. Bafa Gölü Planktonik Algleri ve Mevsimsel Değişimleri. Çevre '89 Sempozyumu, Haziran 1989, Adana, 604-613.
- Cirik-Altındağ, S., 1982. Manisa-Marmara Gölü Fitoplanktonu I-Cyanophyta. Doğabilim Dergisi, Temel Bilim., 6 (3), 67-81.
- Cirik-Altındağ, S., 1983. Manisa-Marmara Gölü Fitoplanktonu II-Euglenophyta. Doğa Bilim Dergisi, A, 7 (3), 460-468.
- Cirik-Altındağ, S., 1984. Manisa-Marmara Gölü Fitoplanktonu III-Chlorophyta. Doğa Bilim Dergisi, A2, 8 (1), 1-8.
- Conk, M., Cirik, S., 1991. Eğirdir Gölü Fitoplanktonu Üzerinde Bir Araştırma. Göller Bölgesi Tatlı Su Kaynaklarının Korunması ve Çevre Sorunları Sempozyumu, Haziran 1991, Isparta, 393-411.
- Cox, E. J., 1996. *Identification of Freshwater Diatoms From Live Material*. Chapman & Hall, 158 pp, London.
- Çetin, A. K., Şen, B., 1997. Keban Baraj Gölü'nün Bacillariophyta Dışındaki Algleri ve Mevsimsel Değişimleri. F.Ü. Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi, 9 (2), 45-49.
- Çevik, F., Polat, S., Dural, M., 2008. Akyatan ve Tuzla Lagünlerinin (Adana, Türkiye) Fitoplanktonu ve Mevsimsel Değişimi. Journal of Fisheries Sciences, 2 (1), 19-29.
- Dalkıran, N., 2000. Uluabat (Bursa) Gölü'nün Epipelik, Epifitik ve Epifitik Alglerinin Mevsimsel Değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 177 s.

- Dayıoğlu, H., Özyurt, M. S., Bingöl, N., Yıldız, C., 2004. Kütahya İli İçme Sularının Fiziksel, Kimyasal ve Bakteriyolojik Özellikleri. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7, 71-90.
- Dugan, P. J., 1990. *Sulak Alanların Korunması: Güncel Konular ve Gerekli Çalışmalar Üzerine Bir İnceleme*, DHKD, 96 s, İstanbul.
- Egemen, Ö., 2006. *Su kalitesi*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, No:14, 6. Baskı, 150 s, İzmir.
- Elmacı, A., Obalı, O., 1992. Kırşehir-Seyfe Gölü Bentik Alg Florası. İstanbul Üniv. Su Ürünleri Dergisi, 1, 41-64.
- Ersanlı, E., Gönüloğ, A., 2003. Study on The Phytoplankton and Seasonal Variaton of Lake Simenit, (Terme-Samsun,Turkey). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 3, 29-39.
- Ersanlı, E., Gönüloğ, A., 2006. A Study on The Phytoplankton of Lake Simenit, Turkey. Cryptogamie, Algol, 27 (3), 289-305.
- Geldiay, R., 1949. Çubuk Barajı ve Eymir Gölü'nün Makro ve Mikro Faunasının Mukayeseli Olarak İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası, 2, 146-252.
- Gezerler-Şipal, U., Balık, S., Ustaoğlu, M. R., 1996. İkizgöl'ün (Bornova-İzmir) Mikro ve Makro Alg Florası. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi, 13 (1-2), 183-190.
- Gilbert, J. Y., 1942. The Errors of The Sedgwick-Rafter Counting Chamber in The Enumcration of Phytoplankton. Trans. Amer. Micros. Sot., 61, 217-226.
- Gökpınar, Ş., Cirik, S., Sunlu, U., Metin, C., 1996. Karine Dalyan Gölü Fitoplanktonu ve Balıkçılığı. Journal of Biology, 20, 87-97.
- Gönüloğ, A., 1985. Studies on The Phytoplankton of The Bayındır Dam Lake. Commun, Fac. Sci. Univ. Ank., Series C, 3, 21-38. ISSN 0256-7865.
- Gönüloğ, 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.
- Gönüloğ, A., Çomak, Ö., 1992a. Bafra Balık Gölleri (Balık Gölü, Uzun Göl) Fitoplanktonu Üzerinde Floristik Araştırmalar I. Cyanophyta. Doğa-Tr. J. of Botany, 16, 223-245.
- Gönüloğ, A., Çomak, Ö., 1992b. Bafra Balık Gölleri (Balık Gölü, Uzun Göl) Fitoplanktonu Üzerinde Floristik Araştırmalar IV. Bacillariophyta, Dinophyta Xanthophyta. Ondokuz Mayıs Üniv., Fen Dergisi, 4 (1), 1-19.

- Gönüloğlu, A., Çomak, Ö., 1993a. Bafra Balık Gölleri (Balık Gölü, Uzun Göl) Fitoplanktonu Üzerinde Floristik Araştırmalar II. Euglenophyta. Doğa, Tr. J. of Botany, 17, 163-169.
- Gönüloğlu, A., Çomak, Ö., 1993b. Bafra Balık Gölleri (Balık Gölü, Uzun Göl) Fitoplanktonu Üzerinde Floristik Araştırmalar III. Chlorophyta. Doğa, Tr. J. of Botany, 17, 227-236.
- Gönüloğlu, A., Obalı, O., 1986. Phytoplankton of The Karamık Lake (Afyon) Turkey. Commun, Fac. Sci. Univ. Ank., Series C, 4, 105-128. ISSN 0256-7865.
- Graham, L., Graham, J., Wilcox, L., 2009. *Algae*, 2nd Edition. Benjamin Cummings (Pearson), 616 pp., San Francisco, CA.
- Guiry, M. D., 2011. Deniz ve Tatlı Su Algleri Veritabanı, <http://www.algaebase.org/> (21.03.2011).
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., 1997. *Su kirliliği*. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, No: 43, 1. Baskı. 92 s, Ankara. ISBN 975-7572-60-8.
- Güner, H., 1969. Karagöl'ün Makro ve Mikro Vejetasyonu Hakkında Ön Çalışmalar. Ege Üniversitesi Fen Fak. İlmî Raporlar Serisi, No:65, 33 s.
- Güner, H., 1974. Küçükçekmece Gölü ve Çevresinin Alg Vejetasyonu. Bitki, 1 (1), 47-54.
- Gürbüz, H., 1993. Palandöken Göleti Algleri Üzerinde Kalitatif Araştırmalar. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 132 s.
- Gürer, İ., Yıldız, F. E., 2008. Türkiye'nin Sulak Alan Politikalarına Genel Bir Bakış: Sultan Sazlığı Sulak Alanı Örneği. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği 2. Su Politikaları Kongresi 20-22 Mart 2008. Ankara, 335-345.
- 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.
- Haralambous, A., Maliou, E., Malamis, M., 1992. The Use of Zeolite for Amonium Uptake. Water Science and Technology, 25 (1), 139-145.
- Harper, D. 1992. *Eutrophication of Fresh Waters: Principles, Problems and Restoration*. Chapman and Hall, 327 pp., London, UK.
- Hartley, B., 1996. *An Atlas of British Diatoms*, Based on Illustrations by H. G. Barber and J. R. Carter, (Editede by P. A. Sims), 601 p., Biopress Ltd.
- Henry, R., Tundisi, J. G., Curi, P. R., 1984. Effects of Phosphorus and Nitrogen Enrichment on The Phytoplankton in A Tropical Reservoir. Hydrobiologia, 118, 177-85.

<http://www.mashpeemec.us.html> (8.03.2005).

Huber-Pestalozzi, G., 1968. *Das Phytoplankton des Susswassers Systematik und Biologie. I. Teil, Cyanophyceen (Blaualgen)*. E. Schweizerbathr'sche Verlagbuchhandlung (Naegle u. Obermiller), 606 pp., Stuttgart.

Hutchinson, G. E., 1967. *A Treatise on Limnology*, 2nd Edition, Introduction to Lake Biology and The Limnoplankton. 1115 pp., New York.

Ilmavirta, V., 1982. Dynamics of Phytoplankton in Finish Lakes. *Hydrobiologia* 86, 11-20.

İşbakan, B., Gönülol, A., Taş, E., 2002. A Study on The Seasonal Variation of The Phytoplankton of Lake Cernek (Samsun-Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2, 121-128.

İşbakan-Taş, B., Gönülol, A., 2007. An Ecologic and Taxonomic Study on Phytoplankton of a Shallow Lake, Turkey. *Journal of Environ. Biol.*, 28 (2), 439-445.

John, D. M., Whitton, B. A., Brook, A., 2003. *The Freshwater Algal Flora of The British Isles. An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae*, Cambridge University Pres, 702 pp., Cambridge.

Jones-Lee, A., Lee, F. G., 2005. Eutrophication (Excessive Fertilization), *Water Encyclopedia: Surface and Agricultural Water*. Wiley, Hoboken, NJ, 107-114.

Karacaoğlu, D., Dere, Ş. and Dalkıran, N., 2004. A Taxonomic Study on The Phytoplankton of Lake Uluabat (Bursa). *Tr. J. of Botany*, 28, 473-485.

Kaufman, P. B., 1989. *Plants: Their Biology and Importance*. Harper & Row, 757 pp., New York.

Kılınç, S., 1998. A Study in The Seasonal Variation of Phytoplankton in Hafik Lake (Sivas, Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 22, 35-41.

Kılınç, S., Dere, Ş., 1988. Hafik Gölü (Sivas) Fitoplanktonunun Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi. IX. Ulusal Biyoloji Kongresi, 21-23 Eylül 1988, Sivas, 589-605.

Kılınç, S., Sıvacı, E. R., 2001. A Study on The Past and Present Diatom Flora of Two Alkaline Lakes. *Tr. J. of Botany*, 25, 373-378.

Kıvrak, E., Gürbüz, H., 2006. Tortum Gölü'nün (Erzurum) Bentik Alg Florasının Mevsimsel Değişimi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23 (3-4), 307-313.

Kitner, M., Poulickova, A., 2003. Littoral Diatoms as Indicators for The Eutrophication of Shallow Lakes. *Hydrobiologia*, 506-509, 519-524.

- Klee, O., 1991. *Angewandte Hydrobiologie*, G. Theieme Verlag, 2. neubearbeitete und Erweiterte Auflage, 272 pp., Stuttgart-New York.
- 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*, 7, 171–175.
- Kolören, Z., Taş, B., Kaya, D., 2011. Gaga Gölü (Ordu, Türkiye)'nün Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3 (1), 74-85.
- Komarek, J., Anagnostidis, K., 1986. Modern Approach to The Classification of The Cyanophytes 2-Chroococcales. *Arch. Hydrobiol. Suppl.*, 73, 157-226.
- Komarek, J., Anagnostidis, K., 1989. Modern Approach to The Classification of The Cyanophytes 4-Nostocales. *Arch. Hydrobiol. Suppl.*, 82, 247-345.
- Komárek, J., Anagnostidis, K., 1999. Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales. *Gustav Fisher Jena Stuttgart Lübeck Ulm*, 548 p.
- Krammer, K., 2003. *Diatoms of Europe*, Volume 4, R.G. Gantner Verlag K.G., 530 p
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. 1991a. *Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae.* in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 2/3. *Gustav Fischer Verlag*, 576 pp., Stuttgart, Jena.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. 1991b. *Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4.* in Ettl, H., Gärtner, G., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 2/4. *Gustav Fischer Verlag*, 437 pp., Stuttgart, Jena.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 1999. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae, Band 2/2, 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae.* *Spectrum Academicher Verlag*, 610 pp., Berlin.
- Mangıt, F., 2007. Mogan Gölü Trofik Statüsünün İzlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 54 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, 61 s.
- Maraşlıoğlu, F., 2007. Yedikır Baraj Gölü (Amasya–Türkiye) Fitoplanktonu ve Mevsimsel Değişimi Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 96 s.

- Maraşlıoğlu, F., Soylu, E. N., Gönüloğlu, A., 2005. Seasonal Variation of The Phytoplankton of Lake Ladik, Samsun, Turkey. *Journal of Freshwater Ecology*, 20 (3), 549-554.
- Maraşlıoğlu, F., Soylu, E. N., Gönüloğlu, A., 2007. Seasonal Variation and Occurrence of Diatoms in Mats of *Cladophora Glomerata* (Chlorophyta) in Lake Ladik, Turkey. *Cryptogamie Algologie*, 28 (4), 373-384.
- McAleese, N., 1997. BioDiversity professional programme, Version 2.0. The Natural History Museum & The Scottish Association for Marine Science, Oban.
- Mikschi, E., 1989. Rotifer Distributions in Relation to Temperature and Oxygen Content. *Hydrobiol.*, 86 (187), 209-214.
- Milli Parklar, 2011. http://www.milliparklar.gov.tr/dkmp/anasayfa/dogakorumahaber/10-02-14/Sulak_Alan_Nedir.aspx?sflang=tr (30.07.2011).
- Naz, M., Türkmen, M., 2005. Phytoplankton Biomass and Species Composition of Lake Gölbaşı (Hatay-Turkey). *Turkish Journal of Biology*, 29, 49-56.
- Nisbet, M., Verneaux, J., 1970. Composants Chimiques des Eaux Courantes: Discussion et Propositions des Classes en tant que base D'interprétation des Analyses Chimiques. *Annales de Limnologie*, 6 (2), 161-190.
- Nygard, G., 1949. *Hydrobiological Studies of Some Danish Ponds and Lakes. Part II: The Quotient Hypothesis and Some New of Little Known Phytoplankton Organisms*. Kgl. Danske Videnskab. Selskab. Biol Skrifter, 7 (1), 293pp., I kommission hos Munksgaard.
- Obalı, O., 1984. Mogan Gölü Fitoplanktonunun Mevsimsel Değişimi. *Doğa Bilim Dergisi*, A2, 8 (1), 91-104.
- Ongan, T., 1970. Eğridir Gölü Spirogyra Türleri ve Aşırı Çoğalmalarının Nedenleri Hakkında. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Yayınları, 1 (1), 21 s.
- Ott, I., Laugaste, R., 1996. Fütöplanktoni Koondindeks Üldistus Eesti Väikejärvede kohta Eesti vabariigi Keskkonnaministeriumi Infoleht, [Phytoplankton compound quotient. Conclusion about Estonian small lakes. In Estonian]. 3/96. lk. 7-8.
- Özbek, M., Sarı, H. M., 2007. Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki Bazı Göllerin Hirudinea (Annelida) Faunası. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24 (1-2), 83-88.
- Öztürk, M., 1994. Bir Doğal Koruma Alanı Olan Sarıkum Gölü (Sinop) Makroskopik ve Mikroskopik Algleri. XII. Ulusal Biyoloji, 6-8 Temmuz 1994, Edirne, 195-201.
- Palmer, C. M., 1969. A Composite Rating of Algae Tolerating Organic Pollution. *Journal of Phycology and International Journal of Algal Research*, 5 (1), 76-82.

- Pearsall, 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). Journal of Fisheries Technology Research. 1(1), 71-81.
- Prescott, G. W., 1962. Algae of The Western Great Lakes Area with an Illustrated Key to The Genera of Desmids and Freshwater Diatoms. Wm. C. Brown, 143 p., Dubuque, Iowa. ISBN: 0-697-04552-8.
- RAMSAR, 2011. The List of Wetlands of International Importance, <http://www.ramsar.org/pdf/sitelist.pdf> (04.07.2011)
- Rawson, D. S., 1956. Algal Indicators of Trophic Lake Types. Limnol. Ocnogr., 1, 18-25.
- Rey, P. A., Taylor, J. C., Laas, A., van Rensburg, L., Vosloo, A., 2004. Determining The Possible Application Value of Diatoms as Indicators of General Water Quality: A comparison with SASS 5. Water S.A. 30, 325–332.
- Reynolds, C. S., 1984. *The Ecology of Freshwater Phytoplankton*. Cambridge Univ. Press, 384 pp., Cambridge and New York.
- Round, F. E., 1959. A Comparative Survey of The Epipellic Diatom Flora of Some Irish Loughs. Proceedings of the Royal Irish Academy, 60 (5), 193-215.
- Round F. E., 1973. *The Biology of the Algae*. 2nd Edition, Edward Arnold (Publishers) Limited 25 Hill Street, 288 pp., London.
- Round, F. E., 1984. *The Ecology of the Algae*. Cambridge University Press., 653 pp., Cambridge.
- Routledge, R. D., 1980. Bias in Estimating The Diversity of Large. Uncensused Communities. Ecology, 61, 276-281.
- SAKY, 2010. Sulak Alanları Koruma Yönetmeliği, Resmi Gazete, Ankara. <http://www.mevzuat.adalet.gov.tr/html/23151.html> (30.07.2011)
- Saygı-Başbuğ, Y., Demiralp, F. Y., 2004. Trophic Status of Shallow Yeniçağa Lake (Bolu, Turkey). Fresenius Environmental Bullutein, 13 (5), 385-393.
- Scheffer, M., Hosper, S. H., Meijer, M. L., Moss, B., Jeppesen, E., 1993. Alternative Equilibria in Shallow Lakes. Trends in Ecology and Evolution, 8 (8), 275–279.
- Schwörbel, J. 1987. *Einführung in die Limnologie*. Gustav Fischer Verlag, 269 pp., Stuttgart.

- Semina, H. J. 1978. Treatment of an Aliquot Sample. In: Phytoplankton manual, A. Sournia, (Ed.), UNESCO Press, 181 pp, Paris.
- Shannon C. E., Weaver W., 1949. The Mathematical Theory of Communication. Univ. of Illinois Press, 117 pp., Urbana.
- Sıvacı, R. E., Yardım, Ö., Gönüloğlu, A., Bat, L., Gümüş, F., 2008. Sarıkum (Sinop–Türkiye) Lagününün Bentik Algleri. Journal of Fisheries Sciences, 2 (4), 592-600.
- SKKY, 2008. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik, Resmi Gazete, 13 Şubat 2008, sayı: 26786, Ankara.
- Soylu E. N., Maraşlıoğlu, F., Gönüloğlu, A., 2011. Liman Gölü (Bafra-Samsun) Epifitik Diatome Florası. Ekoloji 20 (79), 57-62.
- Soylu, E. N., Gönüloğlu, 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., Maraşlıoğlu, F., Gönüloğlu, A., 2007. Phytoplankton Seasonality of a Shallow Turbid Lake. Algological Studies, 123, 95-110.
- Stoermer, E. F., Ladewski, T. B., 1976. *Apparent Optimal Temperatures for the Occurrence of Some Common Phytoplankton Species in Souther Lake Michigan*. Great Lakes Research Division, Special Report 18, University of Michigan, 49 pp., Michigan
- Stoermer, E. F., Yang, J. J., 1969. *Plankton Diatom Assemblages in Lake Michigan*. Great Lakes Research Division Special Report Number 47, University of Michigan, 168 pp., Michigan.
- Strickland, J. D. H., Parsons, T. R., 1972. *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Fisheries Research Board of Canada, 2nd Edition, 310 pp. Canada
- Şahin, B., 1992. Trabzon Yöresi Tatlı Su Florası Üzerinde Bir Araştırma. Doğa Turkish Journal of Botany, 16, 104-116.
- Şahin, B., 1993. Trabzon-Uzungöl'ün Algleri Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon. 94 s.
- Şahin, B., 1997. Benthic Algae of Sera Lake (Trabzon-Türkiye). OT Sistematik Botanik Dergisi, 4 (1), 77-86.
- Şahin, B., 2000. Algal Flora of Lakes Aygır and Balıklı (Trabzon, Turkey). Turkish Journal of Botany, 24, 35-45.
- 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.

- Tanyolaç, J., 2004. *Limnoloji (Tatlısu Bilimi)*. Hatiboğlu Yayıncılık, Ankara, 239 s.
- Tanyolaç, J., Karabatak, M., 1974. Mogan Gölü'nün Biyolojik ve Hidrolojik Özelliklerinin Tespiti. TÜBİTAK VHAG-91, 1-50.
- Taş, B., 2003. Derbent Baraj Gölü (Bafra, Samsun-Türkiye) Fitoplanktonu ve Mevsimsel Değişimi Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 106 s.
- Taş, B., 2006. Derbent Baraj Gölü (Samsun) Su Kalitesinin İncelenmesi. *Ekoloji*, 15 (61), 6-15.
- Taş, B., 2011. Gaga Gölü (Ordu, Türkiye) Su Kalitesinin İncelenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3 (1), 43-61.
- Taş, B., Gönüloğlu, A., 2007. Derbent Baraj Gölü (Samsun, Türkiye)'nün Planktonik Algleri. *Journal of Fisheries Sciences*, 1 (3), 111-123.
- Taş, B., 2009. Gaga Gölü Sulak Alan Ekosistemi (Fatsa, Ordu). *Kırsal Çevre Yıllığı, 2009. (Annual Journal of Rural Environment)*, 20-26.
- Taş, B., Candan, A. Y., Can, Ö. ve Topkara, S. 2010. Ulugöl (Ordu)'ün Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 4 (3), 254-263.
- Taş, B., Gönüloğlu, A., Taş, E., 2010. Seasonal Dynamics and Biomass of Mixotrophic Flagellate *Dinobryon sertularia* Ehrenberg (Chrysophyceae) in Derbent Reservoir (Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10 (3), 305-313.
- Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E., Töre, Y., 2006. Karagöl'ün (Erzin-Hatay) Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1/1), 155-161.
- Tepe, Y., Boyd, C. E., 2003. A Reassessment of Nitrogen Fertilization for Sunfish Ponds. *Journal of World Aquaculture Society*, 34 (4), 505-511.
- Thomann, R. V., Mueller, J. A., 1987. *Principle of surface water quality modelling and control*. Harper and Row Publishers, 644 pp., New York.
- Thunmarks, S., 1945. Zur Soziologie des Süss-wasserplanktons. *Folia Limnol. Scand.*, 3, 66 p.
- Trasenko, P. M., Wesse, P. S., Nevo, E., 2006. *Algae of Ukraine, Diversity, Nomenclature Taxonomy, Ecology and Geography*. A.R.G. Gantner Verlag K. G., 713 pp., Germany.
- Uslu, O., Türkman, A., 1987. *Su Kirliliği ve Kontrolü*. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları, Eğitim Dizisi I, 344 s, Ankara.
- Ünal, Ş., 1984. Beytepe ve Alap Göletlerinde Fitoplanktonun Mevsimsel Değişimi. *Doğa Bilim Dergisi*, A2, 8 (1), 121-137.

- Ünlü, A., Çoban, F., Tunç, M. S., 2008. Hazar Gölü Su Kalitesinin Fiziksel ve İnorganik Kimyasal Parametreler Açısından İncelenmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23 (1), 119-127.
- Ünlü, A., Uslu, G., 1999. Hazar Gölü'nde Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. Ekoloji Çevre Dergisi, 8 (32), 7-13.
- Van Den Hoek, C., Mann, D. G., Jahns, H. M., 1995. Algae. An Introduction on Phycology, Cambridge University Press, 623 pp., Cambridge, USA.
- Verep, B., Çelikkale, M. S. ve Düzgüneş, E. 2002. Uzungöl'ün Bazı Limnolojik ve Hidrografik Özellikleri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 19 (1-2), 233-240.
- Vollenweider R. A., Kerekes J., 1982. Eutrophication of waters, monitoring, assessment and control. Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD), Paris.
- Wehr, J. D., Sheath, R., 2003. *Frehwater Algea of North America , Ecology And Classification*. A volume in the Aquatic Ecology series Academic Pres, 918 pp., New York.
- Wetzel, R. G., 1983. *Limnology*. 2nd Edition, CBS College Publishing, 767 pp., New York.
- Willen, E., Hajdu, S., Pejler, Y., 1990. Summer Phytoplankton in 73 Nutrient-Poor Swedish Lakes. Classification, Ordination And Choice of Long-Term Monitoring Objects. *Limnologica* 21, 217-227.
- Yazıcı, N., Gönülol A., 1994. Suat Uğurlu Baraj Gölü (Çarşamba-Samsun) Fitoplanktonu Üzerinde Floristik ve Ekolojik Bir Araştırma. Ege Üniversitesi 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.
- Yıldız, K., Baykal, T., Akbulut, A., 1999. Hotamış Sazlığı (Konya) Fitoplanktonik Organizmaları. S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fak. Dergisi, 6, 99-115.
- Zaim, E., 2007. Planktonic Diatom (Bacillariophyta) Composition of Lake Kaz (Pazar,Tokat). *Turkish Journal of Biology*, 31, 203-224.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ahmet Yavuz CANDAN
Doğum Yeri : Aydın
Doğum Tarihi : 11.12.1984
Medeni Hali : Bekâr

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Söke Yavuz Selim Lisesi (Y.D.A.), Aydın
 (1999-2003)
 Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ordu Fen Edebiyat Fak.,
 Biyoloji Böl., Samsun (2004-2008)
 Yüksek Lisans: Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fak., Biyoloji Böl.,
 Hidrobiyoloji ABD, Ordu (2008-2011)

İş Deneyimi:

(2010) DOKAY Müh Ltd. Şti. Deniz Kaplumbağası İzleme Çalışması – Biyolog (4 ay)
 (2009) DOKAY Müh Ltd. Şti. Deniz Kaplumbağası İzleme Çalışması – Biyolog (4 ay)
 (2008) DOKAY Müh Ltd. Şti. Deniz Kaplumbağası İzleme Çalışması – Biyolog (4 ay)
 (2007) DOKAY Müh Ltd. Şti. Deniz Kaplumbağası İzleme Çalışması – Yardımcı
 Araştırmacı (4 ay)

Projelerde Yaptığı Görevler:

(2011) Sugözü Kumsalları Deniz Kaplumbağaları İzleme Çalışması BİL-ÇINAR-
 EKAD (HÜ Danışmanlığında) Yumurtalık ADANA (Alan Sorumlusu)
 (2010) Sugözü Kumsalları Deniz Kaplumbağaları İzleme Çalışması BİL-DOKAY-
 EKAD (HÜ Danışmanlığında) Yumurtalık ADANA (Alan Sorumlusu)
 (2009) Sugözü Kumsalları Deniz Kaplumbağaları İzleme Çalışması BİL-DOKAY-
 EKAD (HÜ Danışmanlığında) Yumurtalık ADANA (Saha Personeli)

(2009) Ordu Kaynakta Ayırıştırma Projesi (ORKAP), ORDU (Tanıtım Görevlisi)

(2008) Sugözü Kumsalları Deniz Kaplumbağaları İzleme Çalışması BİL-DOKAY-EKAD (HÜ Danışmanlığında) Yumurtalık ADANA (Saha Personeli)

(2007) Sugözü Kumsalları Deniz Kaplumbağaları İzleme Çalışması BİL-DOKAY-EKAD (HÜ Danışmanlığında) Yumurtalık, ADANA (Saha Personeli)

Ulusal Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler

Taş, B., **Candan, A.Y.**, Can, Ö., Topkara, S., 2010. Ulugöl (Ordu)'ün Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. Journal of FisheriesSciences.com, 4(3), 254-263s. DOI: 10.3153/jfsc.com.2010027

Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında Basılan Bildiriler

Candan, A. Y., Taş, B. 2010. Gaga Gölü Sulak Alanı (Ordu)'nın Yaz Dönemi Trofik Yapısı. 4. Ulusal Limnoloji Sempozyumu 2010, 4 - 6 Ağustos, Bolu.

Taş, B., **Candan, A. Y.**, Can, Ö., Topkara, S., 2010. *Hydrodictyon reticulatum*'un Civil ve Kacalı Deresi'nde (Ordu) Aşırı Çoğalması. 4. Ulusal Limnoloji Sempozyumu 2010, 4 - 6 Ağustos, Bolu.

Can,Ö., Taş,B., **Candan, A.Y.**, 2010. “Ordu İlindeki Akarsuların Fotosentetik Pigment İçeriklerinin İncelenmesi.” 20. Ulusal Biyoloji Kongresi 2010, 21 - 25 Haziran, Denizli.

Candan, O., Kolankaya, D., Canbolat, A.F., **Candan, A.Y.**, 2009. “Adana Sugözü Kumsalları 2008 - 2009 Yılı Yuvalama Sonuçları ve Değerlendirmesi” 3. Ulusal Deniz Kaplumbağaları Sempozyumu 2009, 3 - 5 Aralık, Mersin.

Taş, B., **Candan, A. Y.**, Can, Ö., Topkara, S., 2009. “Ulugöl’ün Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri.” Ulusal Su Günleri Sempozyumu 2009, 29 Eylül - 1 Ekim, Elazığ.

Taş, B., **Candan, A. Y.**, Can, Ö., Topkara, S., 2009. “Ulugöl (Ordu)’ün Planktonik Algleri ve Trofik Yapısı.” 15. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu 2009, 01 - 04 Temmuz, Rize.

Taş, B., **Candan, A. Y.**, 2008. “Ulugöl (Gölköy, Ordu)’ün Genel Özellikleri ve Su Kalitesi.” 19. Ulusal Biyoloji Kongresi 2008, 23 - 27 Haziran, Trabzon.

Diğer Yayınlar

Taş, B., **Candan, A. Y.**, 2008. Ordu Ulugöl. Kuzey Noktası, 3 (8), 28-30s.