

**AKGÖL LAGÜNÜ (SİLİFKE/MERSİN)
SU KALİTESİ ve ALG FLORASININ
BELİRLENMESİ**

YUNUS EMRE FAKIOĞLU

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SU ÜRÜNLERİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Danışman
Doç. Dr. M. Tahir ALP**

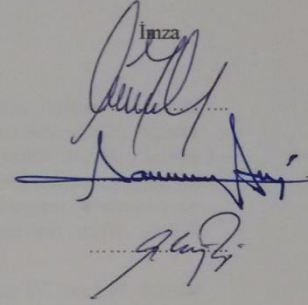
**MERSİN
AĞUSTOS – 2014**

Yunus Emre FAKIOĞLU tarafından Doç. Dr. Mehmet Tahir ALP danışmanlığında hazırlanan "Akgöl Lagünü (Silifke/Mersin) Su Kalitesi ve Alg Florasının Belirlenmesi" başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği/çokluğu ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Bedii CİCİK

Prof. Dr. Süphan KARAYTUĞ

Doç. Dr. Mehmet Tahir ALP

İmza


Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 20.08.2014 tarih ve 2014.18.../519... sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜK KASLAN
Enstitü Müdürü


Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

AKGÖL LAGÜNÜ (SİLİFKE/MERSİN) SU KALİTESİ ve ALG FLORASININ BELİRLENMESİ

Yunus Emre FAKIOĞLU

ÖZ

Çalışma alanını oluşturan Akgöl Lagünü, Göksu Deltası üzerinde bulunmakta (Silifke-Mersin) ve RAMSAR (Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanlar Hakkında Sözleşme) listesinde yer almaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir bir yönetim açısından Akgöl'ün kontrol altında tutulup izlenmesi önemlidir. Bu amaçla Akgöl'ün fiziko-kimyasal özellikleri ile birlikte alg florasının kompozisyonu incelenmiş ve sonuçlar çeşitli indekslerle karşılaştırılarak sulak alanın mevcut trofik statüsü belirlenmeye çalışılmıştır.

Yapılan çalışmada Akgöl'ün; pH değerleri bakımından IV. sınıf, çözünmüş oksijen bakımından farklı bölgelerde I. ve II. sınıf su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Askıda katı madde değerleri ötrofikasyonun kontrol değerini (5 mg/l) oldukça aştığı ve elektriksel iletkenlik değerlerinin su kaynaklarını koruma değer aralığının (150-500 μ s/cm) üzerinde olduğu bulunmuştur. Toplam alkalinitenin EPA'nın belirttiği (20 mg CaCO₃/l) sınır değerinin altına düşmediği, toplam sertlik değerleri bakımından çok sert su özelliğinde olduğu tespit edilmiştir. Toplam çözünmüş katı madde değerlerine göre; 1., 2., 3. ve 4. istasyonlar III. sınıf, 5. ve 6. istasyonlarının IV. sınıf su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre ortofosfat içeriğinin alg gelişimini destekleyecek düzeyin (0,01mg/l) altında kaldığı, nitrit azotu değerlerinin tüm istasyonlarda III. sınıf su kalitesi özelliği gösterdiği, TN/TP oranlarına göre 3. istasyonda azot, 1. istasyonda fosforun sınırlayıcı element oldukları tespit edilmiştir. Sonuçlar TSI (Tropik Durum İndeksi) açısından değerlendirildiğinde gölün trofik statüsünün secchi diskine göre hipertrofik; klorofil-*a* 'ya göre mezotrofik ve toplam fosfora göre ise ötrofik özellikte olduğu belirlenmiştir.

Çalışma süresince alg florasına ait toplam 74 takson belirlenmiştir ve bu taksonlardan hiçbirisi diğer taksonlar üzerinde önemli bir baskınlık oluşturacak sayısal çoğunluğa ulaşamamıştır.

Anahtar Kelimeler: Akgöl, Sulak Alan, Alg, Trofik İndeks, Su Kalitesi, Göksu Deltası

Danışman: Doç. Dr. Mehmet Tahir ALP, Mersin Üniversitesi, Su Ürünleri Ana Bilim Dalı

DETERMINATION OF ALGAL FLORA AND WATER QUALITY OF AKGÖL LAGOON (SİLİFKE/MERSİN)

Yunus Emre FAKIOĞLU

ABSTRACT

Akgöl Lagoon is located at Göksu Delta (Silifke/Mersin) and listed under RAMSAR (The Convention on Wetlands of International Importance). Therefore it is important to control and monitor Akgöl for its sustainable management. For this purpose physico-chemical properties together with composition of algal flora of Akgöl was investigated and the trophic status of the wetland was defined by comparing with various indexes.

The results led us to define that Akgöl has the water quality of IV. class in terms of pH, I. and II. classes in different parts in terms of dissolved oxygen. Suspended solid materials values were found much over the eutrophication control limit (5 mg/l) and conductivity values were over the range of water resources protection values(150-500 µs/cm). It was found that the total alkaline did not below the limit (20 mg CaCO₃/l) defined by EPA, and the lake was in the state of very hard water in terms of total hardness values. According to values of total dissolved solids stations 1-4 had III. class, and stations 5 and 6 had IV. class water qualities. Orthophosphate content of the lake water was below the level (0,01mg/l) to support algal development, and according to the TN/TP ratios it was defined that nitrogen in the station III, and the phosphore in the station I were the limiting elements. When the results were evaluated in terms of the TSI (Trophic Status Index), it was defined that the trophic status of the lake was hyper trophic according to secchi disk, mesotrophic according to chlorophyll-*a*, and finally eutrophic according to the total phosphorus.

Taxonomic examination of the algal samples were revealed 74 taxa, and in terms of numbers of individuals none of these taxa reached to the numerical values to presents a significant dominancy.

Key Words: Akgöl, Wetlands, Algae, Trophic Index, Water Quality, Göksu Delta

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet Tahir ALP, Fisheries Faculty, Mersin University

TEŞEKKÜR

Çalışmada, Akgöl Lagünü'nün trofik statüsünü belirlemek amacıyla Nisan 2013 - Mart 2014 tarihleri arasında alg kompozisyonu ve su kalitesi açısından araştırılmıştır. İçerisinde yer aldığım uluslararası ekip tarafından 2013 yılında yayınlanan çalışmaya kadar Akgöl'de kapsamlı bir alg flora çalışmasına rastlanılmamıştır. Biyoçeşitlilik açısından Akgöl sulak alanı için Türkiye alg florasına 70 yeni kayıt kazandırılmış olup, ilk kez Akgöl'ün algleri fonksiyonel grupları açısından bu proje ile değerlendirilmiştir. Gerçekleştirilen bu proje ile Akgöl'ün trofik durumu belirlenmiştir.

Gerçekleştirilen araştırma ile alandaki literatür eksikliği azalmakla kalmayıp, aynı zamanda bu sistemlerin genel yapısının anlaşılmasına katkı sağlanmıştır. Bu çalışma ile RAMSAR koruma alanı olan Akgöl'ün, limnolojik açıdan irdelenmiş olması, sürdürülebilirliğinin sağlanması için önemli bir basamak oluşturmuştur.

Bu çalışma 113Y021 nolu "Akgöl Lagünü (Silifke/Mersin) Su Kalitesi ve Alg Florasının Belirlenmesi" başlıklı proje kapsamında TÜBİTAK-ÇAYDAG tarafından desteklenmiştir.

Bu tez çalışmasını altyapı olanakları ile destekleyen Mersin Üniversitesi ve Su Ürünleri Fakültesi yönetimine, MEİTAM (Mersin Üniversitesi İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma ve Uygulama Merkezi) yönetici ve uzman personeline, çalışmamın çeşitli aşamalarında katkılarını esirgemeyen başta değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. M. Tahir ALP'e ve Prof. Dr. Bülent ŞEN olmak üzere, Dr. Özgür ÖZBAY' a, Dr. M. A. Turan KOÇER'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca yüksek lisansım boyunca bana yardımlarından dolayı MEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü yönetici ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Bu süreç sonunda Akgöl sulak alanının alg florası ve trofik durumu genel hatlarıyla belirlenmiştir. Katkısı olan herkese şahsım adına teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. GÖKSU DELTASI RAMSAR ALANI	5
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM	18
3.1. ÇALIŞMA ALANI	18
3.2. GÖKSU DELTASI'NDA TARIMSAL ARAZİ KULLANIMI.....	20
3.3. ARAŞTIRMA ALANININ COĞRAFİK ve İKLİMSEL ÖZELLİKLERİ	23
3.4. İSTASYONLARIN TANIMLANMASI.....	24
3.5. ÖRNEKLERİN ALINMASI VE ANALİZLERE HAZIRLANMASI	26
3.6. ÖRNEKLERİN FİZİKSEL ve KİMYASAL ANALİZLERİ.....	27
3.6.1. Fiziksel Analizler	27
3.6.2. Kimyasal Analizler.....	28
3.6.3. Planktonik Alg Örnekleri.....	30
3.6.4. Alglerin Teşhisi.....	31
3.7. VERİ DEĞERLENDİRME ve İSTATİSTİKSEL ANALİZ	31
3.8. FİTOPLANKTONUN FONKSİYONEL GRUPLARI.....	32
3.9. TROFİK DURUM İNDEKSİ	41
4. BULGULAR	43
4.1. SU KALİTE PARAMETRELERİ	43
4.1.1. Sıcaklık	43
4.1.2. pH.....	44
4.1.3. Çözünmüş Oksijen	45
4.1.4. Tuzluluk.....	46
4.1.5. Elektriksel İletkenlik	47
4.1.6. Toplam Çözünmüş Katı Madde	48
4.1.7. Toplam Sertlik	49
4.1.8. Toplam Alkalinite	50
4.1.9. Askıda Katı Madde	51

4.1.10. Secchi Diski Derinliği	52
4.1.11. Klorofil-a	53
4.1.12. Kimyasal Oksijen İhtiyacı	55
4.1.13. Nitrit Azotu	56
4.1.14. Toplam Azot	57
4.1.15. Toplam Fosfor	58
4.1.16. Ortofosfat	59
4.2. KORELASYON ANALİZİ	61
4.3. İSTASYONLARIN KÜMELENMESİ	71
4.4. AKGÖL'ÜN ALG FLORASI ve FONKSİYONEL GRUPLANDIRILMASI	73
5. TARTIŞMA	93
5.1. SICAKLIK	93
5.2. pH	93
5.3. ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN	94
5.4. TUZLULUK	94
5.5. ELEKTRİKSEL İLETKENLİK	95
5.6. TOPLAM ÇÖZÜNMÜŞ KATI MADDE	96
5.7. TOPLAM SERTLİK	96
5.8. TOPLAM ALKALİNİTE	97
5.9. ASKIDA KATI MADDE	98
5.10. SECCHİ DİSKİ DERİNLİĞİ	99
5.11. KLOOROFİL-a	100
5.12. KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI	101
5.13. NİTRİT AZOTU	102
5.14. TOPLAM AZOT	103
5.15. TOPLAM FOSFOR	104
5.16. ORTOFOSFAT	106
5.17. TN/TP ORANI	107
5.18. TROFİK DURUM İNDEKSİ	108
5.19. ALG FLORASI ve FONKSİYONEL GRUPLARI	108
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	111
KAYNAKLAR	115
ÖZGEÇMİŞ VE ESERLER LİSTESİ	126

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. Su kalite parametrelerinin sınıflandırılması ve limit düzeyleri.....	10
Çizelge 3.1. Akgöl ve Paradeniz su bütçeleri	20
Çizelge 3.2. Göksu Deltası'nda gübre tüketiminin Türkiye gübre tüketimi ile karşılaştırması	22
Çizelge 3.3. Göksu Deltası'nda tarımsal arazi kullanımı.....	23
Çizelge 3.4. Örneklemeye yapılan istasyonlar ve koordinatları	24
Çizelge 3.5. Analizlerde kullanılan cihazlar	26
Çizelge 3.6. Göl tiplerine göre fitoplanktonun fonksiyonel grupları.....	33
Çizelge 3.7. Carlson'un trofik durum indeks (TSI) tablosu	42
Çizelge 4.1. İstasyonlara göre sıcaklık değerlerinin dağılımı (⁰ C).....	43
Çizelge 4.2. İstasyonlara göre pH değerlerinin dağılımı.....	44
Çizelge 4.3. İstasyonlara göre çözünmüş oksijen değerleri (mg/l).....	45
Çizelge 4.4. İstasyonlara göre tuzluluk değerleri (ppt).....	46
Çizelge 4.5. İstasyonlara göre elektrik iletkenliği değerleri (µs/cm).....	47
Çizelge 4.6. İstasyonlara göre toplam çözünmüş katı madde değerleri (g/l)	48
Çizelge 4.7. İstasyonlara göre toplam sertlik değerlerinin dağılımı (mgCaCO ₃ /l)	49
Çizelge 4.8. İstasyonlara göre toplam alkalinite değerleri (mg CaCO ₃ /l).....	51
Çizelge 4.9. İstasyonlara göre askıda katı madde değerleri (mg/l).....	52
Çizelge 4.10. İstasyonlara göre secchi diski derinliği değerleri (cm).....	53
Çizelge 4.11. İstasyonlara göre klorofil- <i>a</i> değerlerinin dağılımı (µg/l).....	54
Çizelge 4.12. İstasyonlara göre kimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin dağılımı (mg/l)	55
Çizelge 4.13. İstasyonlara göre nitrit azotu değerlerinin dağılımı (mg/l)	56
Çizelge 4.14. İstasyonlara göre toplam azot değerleri (mg/l)	57
Çizelge 4.15. İstasyonlara göre toplam fosfor değerleri (mg/l)	58
Çizelge 4.16. İstasyonlara göre ortofosfat değerleri (mg/l)	59
Çizelge 4.17. İstasyon 1'de izlenen değişkenler arasındaki istatistiksel olarak önemli ilişkiler	61
Çizelge 4.18. İstasyon 2'de izlenen değişkenler arasındaki istatistiksel olarak önemli ilişkiler	62
Çizelge 4.19. İstasyon 3'te izlenen değişkenler arasındaki istatistiksel olarak önemli ilişkiler	63
Çizelge 4.20. İstasyon 4'te izlenen değişkenler arasındaki istatistiksel olarak önemli ilişkiler	64
Çizelge 4.21. İstasyon 5'te izlenen değişkenler arasındaki istatistiksel olarak önemli ilişkiler	65
Çizelge 4.22. İstasyon 6'da izlenen değişkenler arasındaki istatistiksel olarak önemli ilişkiler	66
Çizelge 4.23. Temel bileşen analiz sonuçları özeti.....	72
Çizelge 4.24. Akgöl alg taksonları ve fonksiyonel grupları.....	75
Çizelge 5.1. TN/TP oranı	108
Çizelge 5.2. Akgöl trofik durum indeks değerleri	108

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Göksu Deltası Ramsar Koruma Alanı	7
Şekil 3.1. Göksu Deltası.....	18
Şekil 3.2. Akdeniz bölgesine ait yağışlar	23
Şekil 3.3. Örnekleme yapılan istasyonların dağılımı	24
Şekil 3.4. İstasyon 1	25
Şekil 3.5. İstasyon 2	25
Şekil 3.6. İstasyon 3	25
Şekil 3.7. İstasyon 4	25
Şekil 3.8. İstasyon 5	25
Şekil 3.9. İstasyon 6	25
Şekil 4.1. Sıcaklık değerlerinin aylara göre dağılımı.....	43
Şekil 4.2. pH değerlerinin aylara göre dağılımı.....	44
Şekil 4.3. Çözünmüş oksijen değerlerinin aylara göre dağılımı.....	45
Şekil 4.4. Tuzluluk değerlerinin aylara göre dağılımı	47
Şekil 4.5. Elektriksel iletkenlik değerlerinin aylara göre dağılımı	48
Şekil 4.6. TDS değerlerinin aylara göre dağılımı	49
Şekil 4.7. Toplam sertlik değerlerinin aylara göre dağılımı.....	50
Şekil 4.8. Toplam alkalinite değerlerinin aylara göre dağılımı	51
Şekil 4.9. AKM değerlerinin aylara göre dağılımı	52
Şekil 4.10. Secchi diski derinliğinin aylara göre dağılımı	53
Şekil 4.11. Klorofil- <i>a</i> değerlerinin aylara göre dağılımı	54
Şekil 4.12. KOİ değerlerinin aylara göre dağılımı	56
Şekil 4.13. Nitrit azotu değerlerinin aylara göre dağılımı.....	57
Şekil 4.14. Toplam azot değerlerinin aylara göre dağılımı	58
Şekil 4.15. Toplam fosfor değerlerinin aylara göre dağılımı	59
Şekil 4.16. Ortofosfat değerlerinin aylara göre dağılımı	60
Şekil 4.17. Örnekleme noktaları arasındaki benzerlik/uzaklığı gösteren kümeleme analizi diyagramı	71
Şekil 4.18. Değişkenlerle örnekleme noktaları arasındaki ilişki diyagramı.....	73
Şekil 4.19. SEM fotoğrafları; (a-c) <i>Achnantheidium minutissimum</i> , (d) <i>Amphora copulata</i> , (e) <i>Amphora pediculus</i>	84
Şekil 4.20. SEM fotoğrafları; (a) <i>Cocconeis pediculus</i> , (b) <i>Cocconeis placentula</i> , (c-d) <i>Cyclotella meneghiniana</i>	85
Şekil 4.21. SEM fotoğrafları; (a) <i>Cymbella affinis</i> , (b,c) <i>Encyonopsis microcephala</i> , (d) <i>Diatoma vulgare</i> var. <i>breve</i>	86
Şekil 4.22. SEM fotoğrafları (a-b); (a) <i>Gomphonema pumilum</i> , (b) <i>Gyrosigma attenuatum</i> , (c, d) <i>Mastogloia smithii</i>	86
Şekil 4.23. SEM fotoğrafları; (a) <i>Navicula antonii</i> , (b) <i>Navicula capitatoradiata</i> , (c) <i>Navicula cari</i> , (d) <i>Tryblionella apiculata</i>	87
Şekil 4.24. SEM fotoğrafları (a-b); (a) <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> , (b – d) <i>Rhopalodia gibba</i>	87
Şekil 4.25. SEM fotoğrafları (a,d); (a) <i>Nitzschia dissipata</i> , (b) <i>Nitzschia sigmoidea</i> , (c, d) <i>Pleurosigma elongatum</i>	88
Şekil 4.26. (a,b) <i>Planktothrix agardhii</i> , (b) <i>Phormidium hamelii</i> , (d-f) <i>Oscillatoria planctonica</i>	89
Şekil 4.27. (a) <i>Merismopedia elegans</i> , (b-d) <i>Jaaginema pseudogeminatum</i>	90

Şekil 4.28. (a) <i>Cosmarium laeve</i> , (b) <i>Cosmarium margaritatum</i> , (c) <i>Cosmarium venustum</i> , (d-f) <i>Oedogonium microgonium</i> , (g) <i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>cornutum</i> , (h) <i>Monoraphidium</i> <i>irregulare</i>	91
Şekil 4.29. (a) <i>Gloeocystis major</i> , (b) <i>Kirchneriella obesa</i> , (c) <i>Scenedesmus</i> <i>obliquus</i> , (d) <i>Desmodesmus pannonicus</i> , (e) <i>Acutodesmus</i> <i>dimorphus</i> , (f) <i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i>	92

KISALTMALAR

T	: Sıcaklık
S	: Tuzluluk
ÇO	: Çözünmüş Oksijen
TDS	: Toplam Çözünmüş Katı Madde
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
AKM	: Askıda Katı Madde
Eİ	: Elektriksel İletkenlik
SD	: Secchi Diski Derinliği
NO₂	: Nitrit Azotu
OP	: Ortofosfat
TN	: Toplam Azot
TP	: Toplam Fosfor
Kl-a	: Klorofil -a
TA	: Toplam Alkalinite
TS	: Toplam Sertlik
SKKY	: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
EPA	: Çevre Koruma Ajansı(Environmental Protection Agency)
RAMSAR	: Uluslararası Öne Sahip Sulak Alanlar Hakkında Sözleşme
EUCC	: Avrupa Kıyı Koruma Birliği (The Coastal and Marine Union)
ÖÇKKB	: Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı
TSI	: Trofik Durum İndeksi

1. GİRİŞ

Yeryüzünün %71'i sularla kaplıdır. Dünyadaki suyun %97'si okyanuslarda, geriye kalan %3'lük su rezervinin %2,997'si donmuş halde buzullar içerisinde veya çok derin akiferlerde bulunmaktadır. %0,003'lük dilim ise göller, akarsular ve yeraltı sularını oluşturmaktadır. İnsanlar tarafından kullanılabilir haldeki suyun bu denli az olması, bugün dünyadaki en değerli nesne olmasının ana nedenidir [Bhandari, 2003].

Gelişmekte olan ülkelerde endüstriyel büyüme ve nüfus artışına bağlı olarak pek çok çevre sorunu ortaya çıkmaktadır. Bu çevre sorunlarından en önemlisi su kirliliğidir. Su kaynaklarının yanlış kullanımı, insan kaynaklı kirlilik etkenleri gibi çeşitli nedenlerden dolayı sağlıklı, temiz ve içilebilir su kaynakları giderek azalmaktadır. Bu kaynaklarımızın içinde özellikle içme suyu, sulama ve rekreasyon amaçlı kullanılan göllerin su kalitesinin bozulması, günümüzde üzerinde önemle durulan bir sorun haline gelmiştir. Evsel ve endüstriyel atık su deşarjları, zirai amaçlı kullanılan gübre ve tarım ilaçları, rekreasyon aktiviteleri, septik sızıntılar göl suyu kalitesinin bozulmasına neden olan başlıca kirletici kaynaklardır [Elmanama vd., 2006; Elmacı vd., 2008; Ünlü, vd., 2008].

Dünya nüfusunun hızla arttığı göz önünde tutulursa insanoğlunun yiyecek kaynaklarını bilinçli bir şekilde kullanması ve yeni besin kaynakları yaratma sorunları ile karşı karşıya kalacaktır [Egemen ve Sunlu 1999]. Su kalitesi; türlerin bileşimini, verimliliğini, bolluk durumlarını ve sucul türlerin fizyolojik durumlarını etkilemektedir. Göller sürekli alıcı ortam özelliği gösterdiği için çevre kirliliğinden birinci derecede etkilenirler. Çeşitli nedenlerle yüzey sularının su kalitesinin bozulması, göllerdeki besleyici element dinamiği ve su kalitesi araştırmalarına her geçen gün daha fazla önem kazandırmaktadır. Bu nedenle, göllerdeki besleyici element dinamiği ve su kalitesi üzerine de birçok araştırma yapılmaktadır [Tepe ve Mutlu 2004; Taş 2006].

Ülkemizdeki 1.345.000 ha'lık iç su alanının yaklaşık %32'ini (425.000 ha) DSİ rezervuarları oluşturmaktadır. Baraj gölleri ve göletlerden oluşan bu rezervuarların bilinen inşa amaçlarına ilaveten yeni gelir kaynakları oluşturmak, göçleri önlemek ve deniz kaynaklarından uzak yöre insanların taze ve kaliteli protein ihtiyacını karşılamak vb. gibi yan faydaları da bulunmaktadır. Su ürünleri

yetiştiriciliği; sağlıklı beslenme, doğal balık stoklarına olan av baskısının azaltılması, istihdam, döviz girdisi ve kırsal kalkınmaya katkı sağlaması gibi yönlerden önemli bir üretim sektörüdür. Bu nedenle dünya hayvansal gıda üretim sektörleri arasında en hızlı büyüyen sektör konumundadır [Tüfek ve Yalçın, 2007].

Su kaynaklarının yönetiminin, dolayısıyla kalite analizinin havza bazında yapılması uygun bulunmaktadır. Bu bağlamda, su kalitesinin (niteliğinin), su miktarı (niceliği) ile eş zamanlı izlenmesi ve yönetilmesi daha doğru olmaktadır. Böylelikle kirlilik değerleri hem konsantrasyon (kütle/hacim), hem de yük (kütle/zaman) cinsinden ortaya konabilir. Bu iki bilgi bir taraftan özellikle göllere gelen ve birikebilen konservatif (bozunmayan) maddelerin projeksiyonu ile ilgili daha sağlıklı kestirimler yapılmasına imkan verirken, diğer taraftan problemin daha iyi ortaya konmasına hizmet edebilir.

Türkiye'nin su havzalarında su kalitesi denildiği zaman genelde antropojenik bir bozulmadan söz edilmektedir. Bu bozulmanın başlıca nedenleri arasında;

- Kentsel kanalizasyon sularının ve endüstriyel atık suların arıtılmadan veya kısmen arıtılarak yüzey sularına deşarj edilmeleri,
- Tarım ilacı ve kimyasal gübre kalıntılarının yüzey sularına ve yer altı suyu akiferlerine karışması,
- Düzensiz katı atık depo alanlarından kaynaklanan sızıntı sularının yer altı sularını kirletmesi,
- Muhtelif antropojenik faaliyetler (ulaşım, rekreatif faaliyetler, ormansızlaştırma, yanlış arazi kullanımları, kazalar, gaz emisyonları vb.) sayılabilir.

Ülkemizde su kalitesi, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)'nin Kıta İçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılması'na göre, 4 temel kalite sınıfı (I-IV), 45 parametre ile tanımlanmıştır. Söz konusu 45 parametrelilik tanımlama özetle; pH, oksijen, askıda ve çözünmüş katı madde, nitrat, fosfor, amonyum, fekal koliform ve ağır metalleri içermektedir. I. sınıf sular (yüksek kaliteli su); herhangi bir arıtma işlemine tabi tutulmadan, sadece dezenfeksiyon yapılarak içme ve kullanma amaçlı faydalanabilen sulardır. II. sınıf sular (az kirlenmiş su); ancak bir arıtma işlemi sonrası içme ve kullanma suyu için kullanılabilir. III. sınıf sular (kirli su) içme ve

kullanma amacı dışında gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılabilen sulardır. IV. sınıf sular (çok kirlenmiş su) sınıf III için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan üst kalite sınıfına iyileştirilerek kullanılacak sulardır [Anonim, 2008].

İçinde barındırdığı tüm canlılar, ekolojik dengedeki yeri ve insanlar için bu kadar önemli olan göllerin kirliliğinin belirli zaman aralıklarıyla araştırılarak kirlenme durumunun tespit edilmesi önemli bir konudur. Literatürde son yıllarda akarsu ve göllerin su kalitesinin belirlenmesi adına yapılan birçok çalışmada çok değişkenli istatistiksel yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir [Şengörür ve İsa, 2001; Boyacıoğlu vd., 2005; Boyacıoğlu, 2006; Shrestha ve Kazama, 2007; Ragno vd., 2007; İşcen vd., 2008; 2009].

Ülkemizde, iç sularda yapılan su kalitesi belirleme çalışmaları genellikle sadece fiziko-kimyasal analiz yöntemlerine dayanmaktadır [Kazancı ve Dügel,2000]. Su kalite incelemelerinin yalnızca fiziko-kimyasal analiz yöntemleri ile yapılması yaklaşımı, tek başına su kalitesinde meydana gelen değişimlerin ortaya çıkarılması için yeterli görülmemektedir. Su kalitesinin tayini için biyolojik yaklaşım, fiziko-kimyasal analizleri tamamlayıcı olarak geliştirilmiştir. İster insan kaynaklı isterse doğal olsun, birçok organizma yaşadıkları ortamdaki değişikliklere oldukça duyarlıdır. Sucul organizmaların değişimler karşısındaki reaksiyonları belirlendiğinde, mevcut su ortamının kalitesi de belirlenmiş olur. Bu nedenle bir göl veya akarsuda kalite izleme çalışmalarının planlanması yapılırken, fiziko-kimyasal parametrelerin yanı sıra biyolojik parametrelere de yer verilmelidir [Ilioppoulou-Georgudaki vd., 2003].

Suların izlenmesinde mevcut durumun belirlenmesi amacıyla iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan birisi biyoindikatörler kullanmak, diğeri ise fiziko-kimyasal yöntemler uygulamaktır. Biyoindikatör kullanımı, çevresel değişimlerin canlı grubu üzerine etkilerini gösterdiğinden trofik durumun değerlendirmesinde çok önemlidir ve her iki metodun birlikte kullanılarak, sonuçların birlikte incelenmesi önerilmektedir [Cox, 1991]. Göllerdeki fitoplankton toplulukları sudaki fiziko-kimyasal değişimlere bağlı çeşitlilik gösterir. Göllerde su sıcaklığı, pH ve çözülmüş oksijen gibi su kalite parametrelerindeki değişimlere bağlı olarak veya kirlilik

nedeniyle bazı türlerde azalma gözlenirken bazı türlerin sayısında artışlar meydana gelir. Örneğin; diatomlar kış ve ilkbaharda suda nitrat, fosfor ve silikat arttığı zaman çoğalırlar. Buna karşılık yeşil alg ve desmidler yazın, fosfat ve nitrat azaldığı zaman artar [Tanyolaç, 2009]. Bu nedenle göllerin trofik durumunun belirlenmesinde fitoplankton topluluklarının tür kompozisyonu ve sayısı önemli bir göstergedir.

Biyoindikatör olarak fitoplankton topluluklarının veya diğer sucul organizmaların kullanılması çok eski zamanlara dayanır. Saprobik ve trofik indikatör türler bir çok çalışmanın konusu olmuştur [Thunmark, 1945; Nygaard, 1949; Lepistö ve Rosenström, 1998]. Çeşitli sayısal indisler geliştirilmiştir [Thunmark, 1945; Nygaard, 1949]. Pankin (1941, 1945) tarafından alg topluluklarının sınıflandırılması için kullanılan bazı yaklaşımlar da genel bir kabul görmemiştir. Bu durum fitoplankton topluluklarının dinamik özellikleri, tatlı su ekosisteminin habitat çeşitliliği ve fitocoğrafik farklılıklardan kaynaklanmaktadır [Padisak vd., 2006].

Fitoplankton toplulukları her yıl önemli değişimler etkisindedir. Mevsimsel süksasyon olarak anılan rekabet alanı her yıl değişmektedir [Sommer, 1986]. Her bir türün çok sayıda nesli sucul ekosisteme katılmaktadır. Bu işlem rekabet baskısıyla ve eğer koşullarda değişme olmazsa bir veya birkaç türün baskın olduğu toplulukların seçimiyle sonuçlanır. Koşullardaki değişimler yüksek kompozisyonel çeşitliliğin oluşumuna yol açar [Scheffer vd., 2003].

Göllerin morfolojik özellikleri ve temel çevresel değişkenlerin kombinasyonu ile oluşan mevsimsel döngüler mevsimsel süksasyonun belirli periyotlarında “en iyi adapte olmuş” türlerin baskın olmasını sağlar. Bu durumda, fitoplankton topluluğu kavramı durağan koşullarda topluluk gelişimiyle yakın ilişkilidir. Detaylı bazı çalışmalar durağan durum fitoplankton topluluklarının nadiren geliştiğini ancak eğer gelişirse de belirli fonksiyonel gruplarla ilişkili K-seçimli türlerden oluştuklarını göstermiştir [Naselli-Flores vd., 2003].

1900’lü yıllarda Avrupa’da su kaynaklarının izlenmesinde çok farklı yöntemler kullanılmıştır. Ancak ekolojik kaliteyi kapsayan bir direktife ihtiyaç duyulması nedeniyle Su Çerçeve Direktifi hazırlanmıştır. Sucul ekosistemlerin korunması ve iyileştirilmesi, sürdürülebilir su kullanımının sağlanmasını hedefleyen Su Çerçeve Direktifi 1997’de teklif edilmiş ve 2000’de Avrupa Birliği tarafından kabul edilmiştir [Anonymous, 2000]. Su Çerçeve Direktifi, geniş bir kavrama

sahiptir ve Avrupa'nın yüzey ve yeraltı suları için sürdürülebilir yönetim stratejileri geliştirmeyi amaçlamaktadır. Direktifte suların ekolojik durumunun belirlenmesinde canlılar kullanılmaktadır. Su Çerçeve Direktifi'nde fitoplankton toplulukları, yüzey sularının ekolojik durumunun değerlendirilmesi için önerilen 5 gruptan biridir [Padisak vd., 2006].

Direktifin en önemli hedefi 2015 yılına kadar Avrupa'daki suların en azından iyi ekolojik kaliteye getirilmesidir. Avrupa Birliği ülkeleri Su Çerçeve Yönetmeliği'ne uymak amacıyla fitoplankton toplulukları ve/veya indikatör gruplara ilişkin çeşitli yaklaşımlar oluşturmaya başlamışlardır. Bu amaçla birçok ulusal veya uluslararası proje yürütülmektedir.

Göksu havzasının ana akarsuyunu Göksu Nehri oluşturmaktadır. Akdeniz bölgesinde Seyhan ve Ceyhan Nehirlerinden sonra Akdeniz'e dökülen akarsuların en önemlisidir. Geyik dağlarının sularından beslenen, Taşeli yaylalarından geçen Göksu Nehri'nin drenaj alanı 10400 km², uzunluğu 260 km ve ortalama akımı 3671 hm³/yıl dır. Göksu Nehri'ne; Hadim ilçesi kuzeydoğusundan Ilısu, Mut ilçesi kuzeyinde Pirinçsuyu, Mut ilçesi yakınlarında Ermenek Çayı ve Mut ilçesinin güneyinde Kurtsuyu kolları katılır. Göksu Nehri havzasında oluşan yağış ve yüzey akışları sonucunda erezyonla oluşan sedimenti taşıyarak mansapta eğilimin azaldığı kısımlarda, Akdeniz kıyısında birikerek "Göksu Deltası Alüvyon Ovasını, Aşağı Göksu Ovasını" oluşturmuştur. Nehir, Göksu Deltası'nı ikiye bölerek denize ulaşmaktadır [DSİ, 2008].

1.1. GÖKSU DELTASI RAMSAR ALANI

Göksu Deltası, Mersin ilinin Silifke ilçesinin güneyinde, Göksu Nehri'nin getirdiği alüvyonların oluşturduğu Türkiye'nin Akdeniz kıyısındaki en önemli deltalarından biridir. Göksu Deltası, Çukurova Deltası'ndan sonra Türkiye'nin Akdeniz kıyılarındaki en büyük ikinci deltasıdır. Deltada tatlı su gölü olan 1200 ha büyüklüğündeki Akgöl ve 400 ha büyüklüğündeki Paradeniz Lagünü ile irili ufaklı birçok tatlı ve tuzlu su gölü yer almaktadır. Ayrıca geniş sazlıklar, tatlı ve tuzlu su bataklıkları, tarım alanları, denizle göller arasındaki kumul sistemleri bulunmaktadır. Avrupa Kıyı Koruma Birliği (EUCC) Göksu Deltası'nı, kumul jeomorfolojisi ve

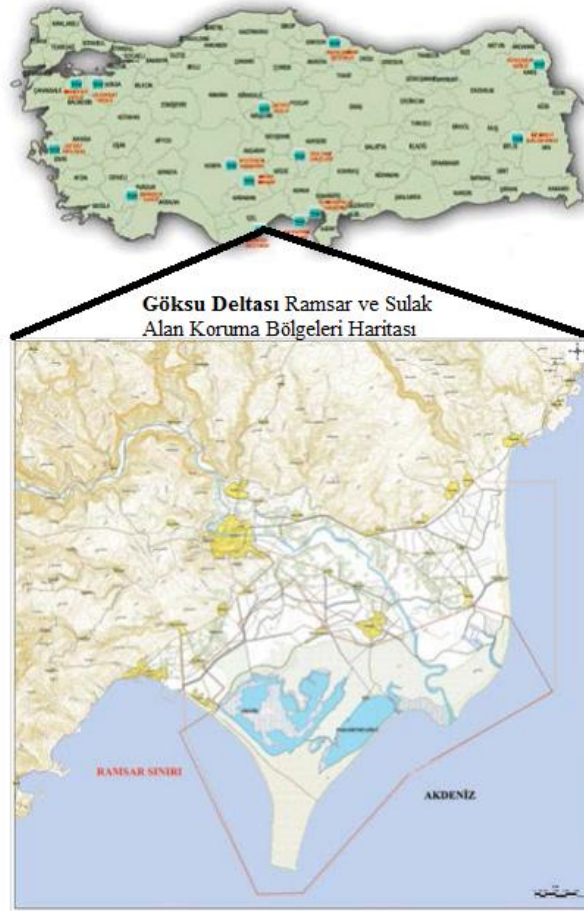
doğa koruma açısından Doğu Akdeniz kıyılarında bulunan en önemli alanlardan biri olarak belirlemiştir [Anonim, 2009].

Göksu Deltası, toprak yapısı ve iklim özellikleri nedeniyle, buğday, arpa gibi kara iklimi bitkilerinin, yanı sıra yerfıstığı, turunçgiller, turfanda sebzeler gibi sıcak iklim bitkilerinin yetişmesine olanak vererek çok zengin tarımsal yapı oluşturur. Bunun yanında dalyanlar hem deniz hem de karasal tatlı su kaynaklarından etkilenirken, besince zengin sığ su kütlelerine sahip oldukları için birçok türden balık ve diğer organizmaların beslendiği, geliştiği ve yaşamının en az bir devresini bu bölgede geçirdiği korunaklı alanlardır. Bu nedenlerden dolayı dalyanlar gerek biyolojik gerekse ekonomik açıdan oldukça önemlidir. Akgöl'de avlanan dört tür balıktan tuzluluğa toleranslı iki göçmen balık türü olan; Yılan Balığı (*Anguilla anguilla*, Linnaeus, 1758) ve Hasfekal (*Mugil cephalus*, Linnaeus, 1758) Paradeniz Lagünü'ne geçerken, iki tatlı su türü olan Sazan (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758) ve Karabalık (*Clarias lazera*, Valenciennes, 1840) bu lagüne yumurtalarını bırakmaktadır. Balık türleri olarak Deniz Levreği (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1781), Çipura (*Sparus aurata* L.), Sinagrid (*Dentex dentex*, Linnaeus, 1758), Sivriburun (*Cantharus lineatus*, Montagu, 1818), Karagöz (*Diplodus vulgaris*, Geoffroy Saint-Hilaire, 1817), Melenurya (*Oblada melanura*, Linnaeus, 1758), Sargos (*Diplodus sargus*, Linnaeus, 1758), Çizgili Mercan (*Lithognathus mormyrus*, Linnaeus, 1758), Mercan (*Pagrus pagrus*, Linnaeus) avlanmaktadır. Ayrıca bir başka sucül organizma olan Mavi Yengeçler (*Callinectes sapidus*, Rathbun, 1896) Akgöl ve Paradeniz'de yaşamlarını sürdürmektedir. Göksu Deltası, özellikle sulak alan kuşları için önemli bir göç yolu ve konaklama alanı olmakla beraber bazı nesli tehlikede kuş türleri için üreme noktalarından birisidir [Anonim, 2009].

Göksu Deltası 1989 yılında Paradeniz ve Akgöl'ü içine alan 4350 ha alan Orman Bakanlığı Milli Parklar Av Yaban Hayatı Genel Müdürlüğü tarafından Av ve Yaban Hayatı Koruma Sahası olarak ilan edilmiştir [Anonim, 2009].

Göksu Deltası'nın sahip olduğu doğal, tarihi, kültürel ve sosyal değerler dikkate alınarak 2 Mart 1990 tarih ve 20449 sayılı resmi gazetede yayımlanan Bakanlar Kurulu kararı ile Özel Çevre Koruma Bölgesi olarak ilan edilmiştir. 1994 yılında 6.850ha bölümü 17.5.1994 tarih ve 21937 sayılı resmi gazetede yayımlanan "Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanlar

Hakkında Sözleşme” (RAMSAR) listesine dahil edilmiş ve 17.5.2005 tarih ve 25818 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Göksu Deltası Ramsar Koruma Alanı (Çağırnkaya ve Meriç, 2013)

Özel Çevre Koruma Bölgesinin bir kısmı 12.02.1996 tarih ve 2380 sayılı Adana Kültür ve Tabiat varlıklarını Koruma Kurulunun kararı ile Birinci Derece Doğal Sit Alanı ilan edilmiştir [Anonim, 2009].

Ayrıca, dünyanın en önemli kuş göçü yolu üzerinde bulunan Göksu Deltası, Akdeniz'in doğal özelliklerini koruyabilmiş en önemli sulak alanlarından biri olarak, Ramsar listesinde yer alan ulusal 450 kuş türünden 332'si Göksu Deltası'nda yaşamaktadır. Bu kuş türlerinin 12'si yok olma tehlikesinde iken 140'ı ulusal, 106'sı uluslararası öneme sahiptir. Delta bu türlere yaşama, üreme, beslenme ve konaklama imkanı sağlamaktadır. Bunlardan en önemlileri bölgenin simgesi haline gelen saz horozu, yaz ördeği, cüce karabatak, tepeli pelikan, dik kuyruk, ala kaz, deniz kartalı,

şah kartalı turaç, toy ve ada martısıdır. Koruma altında bulunan deniz canlılarından *C. sapidus* Rathbun, 1896, *Caretta caretta* Linnaeus, 1758, *Chelonia mydas*, Linnaeus, 1758 *Monachus monachus*, Hermann, 1779, ve *Epinephelus aeneus* Geoffroy Saint-Hilaire, 1817, delta bölgesinde yaşayan diğer türlerdir. Ayrıca, yörede 8'i endemik, 32'si nadir toplam 441 bitki türü tanımlanmaktadır [Keçer ve Duman, 2007].

Türkiye tatlı su kaynakları açısından zengin bir ülke değildir. Aksine gerekli önlemler alınmaz ise gelecekte su sıkıntısı çeken bir ülke durumunda olması kaçınılmazdır. Ülkenin su sıkıntısına düşmesinde; su kaynaklarını kontrol etme güçlüğü, yağış ve su kaynaklarının dengesiz dağılımı, su havzasına dayalı bütünleştirilmiş su yönetiminin uzun vadeli planlaması yerine kısa vadeli bölgesel ayrı planlar vasıtasıyla su kaynaklarından yararlanılmasıdır. Kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı 1.600 m³'tür. Diğer ülkeler ve dünya ortalamasıyla kıyaslısak, Türkiye kişi başına kullanılabilir su miktarı bakımından su azlığı çeken ülkeler arasında görülebilir. Dolayısıyla Türkiye'nin gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli su bırakabilmesi için kaynakların çok iyi korunup, akılcı kullanılması gerekmektedir [Gürer, 2007].

Bir sucul sistemin verimliliğinin belirlenmesi o sistemin işlevsel olarak değerlendirilmesi açısından oldukça önemlidir. Sularda besin zincirinin ilk halkasını oluşturan algler bu sistemlerde verimliliğin belirlenmesinde anahtar organizma görevini üstlenirler. Genel anlamda algler sulardaki birincil üreticiler olup kendileri üzerinden beslenen organizmaların temel besinlerini oluştururlar ve sucul ortamlarda bentik ve demersal olarak yaşarlar. Özellikle diatomeler hem deniz hem de tatlı sularda bentik alglerin önemli bir bileşeni olarak tanımlanır ve genel olarak biomonitörler olarak kullanılırlar. Çok önemli bir iç su potansiyeline sahip olan ülkemizde hem akarsularımızdan hem de göllerimizden daha etkin bir şekilde yararlanmak ancak onların besleme kapasitelerinin belirlenmesi ile mümkün olacaktır. Bu nedenle ülkemiz iç sularındaki bentik ve planktonik alglerin incelendiği çalışmaların sayısı her geçen gün artmaktadır. Bu çalışmaların bir kısmı akarsuların alg florasını belirlemeye yönelik olurken, bir kısmı da göl, gölet, baraj göllerimiz ve lagünlerimizin alg floralarının belirlendiği çalışmalardır. [Çetinkaya, 1991; Açıkgöz vd., 2000; Akbulut ve Akbulut (Emir), 2000; Çetin vd., 2003; Mumcu vd., 2009].

Bir göl ekosisteminin limnolojik özelliklerinin tam olarak anlaşılabilmesi fiziko-kimyasal analizlerin yanı sıra biyolojik özelliklerinin de eş zamanlı olarak izlenmesi gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda Mersin ilinin Silifke ilçesindeki Göksu Deltası üzerinde bulunan ve RAMSAR listesinde yer alan Akgöl'ün fiziko-kimyasal özellikleri ile birlikte bu sistemlerin planktonik alg florasının kompozisyonu araştırılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

Özellikle son yıllarda ülkemizde su kaynaklarında yaygınlaşan kirlenmeler nedeniyle, su kalitesinin belirlenmesi ve sürekli izlenmesi gereği de ortaya çıkmıştır. Ayrıca bu olgu, doğal sulardaki mevcut su ürünlerinden ve ülkemizde gün geçtikçe yaygınlaşan düzenli su ürünleri yetiştiriciliğinden istenilen düzeyde verim alınması açısından da büyük önem arz etmektedir [Şen ve Koçer, 2003].

Bu kirlilik problemlerinin giderilmesi amacıyla su kalite parametreleri için çevre koruma örgütleri ve hükümetler tarafından limitler ve sınıflandırmalar getirilmiştir. Ülkemizde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilen kıta içi su kaynaklarının kalite kriterleri [Anonim, 2004] ile Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı tarafından belirtilen limitler [EPA, 1986] Çizelge 2.1.'de verilmiştir. Çizelge 2.1. Su kalite parametrelerinin sınıflandırılması ve limit düzeyleri [EPA,1986; Anonim, 2004]

Su Kalite Parametreleri	Su kalite sınıfları (SKKY)				EPA
	I.	II.	III.	IV.	
Sıcaklık (°C)	25	25	30	>30	-
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	>6, >9	6,5-9
Çözünmüş Oksijen (mg/l)	8	6	3	3	>5
Amonyum (mg/l)	0,2	1	2	2	-
Nitrit (mg/l)	0,002	0,01	0,05	>0,05	<1
Nitrat (mg/l)	5	10	20	>20	<10
Toplam Fosfor (mg/l)	0,02	0,16	0,65	>0,65	-
KOİ (mg/l)	25	50	70	>70	-
Toplam Alkalinite (mg CaCO ₃ /l)	-	-	-	-	>20
Askıda Katı Madde (mg/l)	-	-	-	-	25-80
Toplam Çözünmüş Madde (mg/l)	500	1500	5000	5000	

Dünyadaki göllerin ekolojik ve limnolojik özellikleri ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Yaptığımız araştırmaya benzerlik gösteren bazı çalışmalara ait özetler aşağıda verilmiştir.

Başbüyük [1992], tarafından yapılan çalışmada, Göksu Deltası, Akgöl ve Paradeniz Lagünü'nde tarımsal arazilerden bırakılan sulama sularının taşıdığı çeşitli kirlilik yükleri ve türlerinin, özellikle lagünlerde ötrofikasyona neden olduğu ortaya konmuştur. Çalışmada aynı zamanda fosforlu bileşiklerden ve deltadaki konutlardan kaynaklanan evsel atık suların lagünlerde oluşturduğu kirlilik yükleri belirlenmiştir.

Kuru ve Ergene [1994], Akgöl ve Paradeniz Lagünü'nde yaşayan *M. cephalus* Linnaeus, 1758, *Liza ramada* Risso, 1827 ve *D. labrax* Linnaeus, 1781'in büyümeleriyle ilgili olarak yaş kompozisyonları, yaş-boy, yaş-ağırlık ve boy-ağırlık ilişkileri ile kondisyon faktörleri üzerine bir çalışma yapmıştır.

Aldonat [1995], HEC-1 modeli ile yukarı Göksu nehir havzasının parametre tahmini isimli yüksek lisans tezinde, havzanın yağış hesaplarını yapmış ve HEC-1 modelinin parametrisasyon hesapları kısmını kullanarak hidrolik parametreleri ortaya koymuştur.

Çetinkaya [1996], tarafından yapılan çalışmada Göksu Deltası'nın tarım alanlarında bir yılda 9.408.918 kg pestisit kullanıldığı ve bu pestisitlerin önemli bir miktarının organofosforlu bileşiklerin oluşturduğu belirtilmiştir.

Ayaş ve Kolankaya [1996], tarafından yapılan çalışmada Göksu Deltası'ndaki değişik çevrelerde ve organizmalarda Hg^{2+} , Pb^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{6+} birikimi araştırılmış ve Göksu Deltası'ndaki su, sediment ve toprak örneklerinde yüksek 6 düzeyde Hg^{2+} ve Pb^{2+} tespit edilmiştir. Nikel konsantrasyonu ise su, sediment ve topraklarda yüksek düzeyde bulunurken, organizmada birikmediği tespit edilmiştir.

Menengiç [1998], Göksu deltasındaki yeraltı suyu kirliliği isimli yüksek lisans tezinde, yaz aylarında biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinin ve elektriksel iletkenliğin fazla olduğunu gözlemlemiştir. Drenaj kanallarından elde ettiği yüksek amonyum azotu değerleri ile Akgöl'ün ötrofik göl sınıfında olduğunu ve Akgöl ile deniz suyunun etkisi altında kalan Paradeniz Lagünü'nde de ötrofikasyon olayının meydana geldiğini ortaya koymuştur.

Ergene ve Kuru [1998], Göksu Deltasında yer alan Akgöl ve Paradeniz lagünlerinden yakalanan 142 levreğin (*D. labrax* Linnaeus, 1781) mide içeriklerini inceleyerek beslenme karakterleri hakkında bir çalışma yapmışlardır.

Ergene [1999a], yapmış olduğu çalışmada, Akgöl ve Paradeniz Lagünü'nden yakalanan 235 *L. ramada* (Risso, 1826)'nın tüm dişi ve erkek bireylerinin yaş

gruplarına göre yaş-boy, yaş-ağırlık ve boy-ağırlık ilişkileri ve kondisyon faktörü değerlerini saptamıştır.

Ergene [1999b], Göksu Deltası'ndaki Akgöl ve Paradeniz Lagünü'nden yakalanan 415 levrek (*D. labrax* Linnaeus, 1781) balığının tüm dişi ve erkek bireylerinin yıllık ve oransal boy ile ağırlık artışını incelemiştir.

Ergene [1999c], Göksu Deltası, Akgöl-Paradeniz Dalyanında *M. cephalus* L., 1758'un üreme özellikleri üzerine bir araştırma yapmıştır.

Ergene ve Kuru [1999], yapmış oldukları bir çalışmada, Akgöl ve Paradeniz Lagünü'nde yakalanan topan kefallerinin (*M. cephalus* L., 1758) büyüme özelliklerini araştırmışlardır.

Ergene ve Saraymen [1999], 1996- 1997 yılları arasında Göksu Irmağı'nda, drenaj kanallarında ve Akgöl'de yaşayan *Capoeta capoeta* Heckel, 1843, *Leuciscus cephalus* Linnaeus, 1758 ve *C. lazera* Valenciennes, 1840'nın kas ve karaciğer dokularında Cu ve Zn'nin birikim düzeylerini araştırmışlardır.

Ergene [2000], Göksu Deltası, Akgöl ve Paradeniz Lagünü'nde yaşayan ekonomik öneme sahip *L. Ramada* Risso, 1826'nın üreme karakteristiğinin belirlenmesi için yapmış olduğu çalışmada yumurta çapı, cinsi olgunluk yaşı ve oranı hesaplanmıştır.

Albay ve Akçaalan [2003], Ekim 1999-Kasım 2000 tarihleri arasında yürüttükleri araştırmada, derin ve hipertrofik Ömerli Barajı'nda denge durumunda M (*Microcystis aeruginosa*), C (*Asterionella formosa*) ve P (*Fragilaria crotonensis*) fonksiyonel gruplarının bulunduğunu tespit etmişlerdir. Ömerli Barajı İstanbul nüfusunun % 48'inin içme suyu ihtiyacını karşılayan en büyük barajdır. Baraj gölünün yüzey alanı 23,5 km², drenaj alanı 621 km² ve hacmi 2,2 x10⁶ m³'dür. Ömerli Barajı'na evsel ve endüstriyel atıkların yoğun olarak ulaştığı ve bu nedenle barajda yaz sonundan sonbahar ortasına kadar toksik siyanobakterilerin aşırı çoğaldığı bildirilmiştir.

Kumbur vd. [2004], tarafından yapılan çalışmada, Göksu Deltası Özel Çevre Koruma Bölgesinde akarsu, göl ve drenaj kanallarının su kalitesinin belirlenmeye çalışılmıştır. Proje kapsamında pH, çözünmüş oksijen, kimyasal oksijen ihtiyacı, askıda katı madde, toplam iletkenlik, tuzluluk, nitrit azotu, nitrat azotu ve fosfat fosforu parametreleri analiz edilmiştir. Çalışma sonunda sıcaklık 9.7–32.3 °C, pH

7.18–8.21, ÇO 2.38- 7.82 mg/l, tuzluluk 0.0-14.0 ppt, iletkenlik 338-23300 µS/cm, KOİ 10-300 mg/l, AKM 4-763 mg/l, nitrit azotu 0.0-16.0 mg/l, nitrat azotu 0.4-4.3 mg/l, fosfat fosforu 0.02-0.52 mg/l arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Sarmento vd. [2006], Kivu Gölü'nün fitoplankton ekolojisi üzerine yaptıkları çalışmada, ortalama yıllık Kl-a değerinin 2,2 mg/m³ olduğunu, öfotik zondaki düşük nutrient değerlerine göre gölün oligotrofik sınıfa girdiğini ve diyatomeelerin göldeki baskın grup olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca gölde teşhis edilen fitoplanktonun fonksiyonel gruplarına göre gölün oligotrofik ile ötrofik sınıflar arasında yer aldığını, buna karşın baskın diyatome türlerine (*Urosolenia* sp., *Nitzschia bacata* ve *Fragilaria danica*) göre gölün oligotrofik olduğunu belirlemişlerdir.

Ordu ve Demir [2006], Ergene Havzası'nın (Tekirdağ-Edirne) su kalitesinin yıllara göre değişimini inceleyerek su kalitesi bakımından sınıflandırmış ve günümüzde su kaynakları ile ilgili sorunların bölgesel hatta havza bazında yapılacak çalışmalarla ele alınması gerektiğini bildirmiştir.

Padisak vd. [2006], Balaton Gölü'nde ekolojik durumun tahmininde fitoplankton fonksiyonel grupları kullanılarak bir Q indeksi tanımlamışlardır. Q indeksi, klasik biyokütleyle dayalı sınıflandırmalara göre bir kategori düşük bir ekolojik durum göstermiştir. Q indeksinin ekolojik durum tahmininde kantitatif kütle değişkenlerine göre (biyokütle veya Kl-a) daha gerçekçi sonuçlar verdiğini saptamışlardır. Yine aynı çalışmada Avusturya-Macaristan sınırında büyük sığ bir göl olan ve alanı 300 km², ortalama derinliği 1,3 m Fertö Gölü'nün mesotrofik karakterde ve yüksek düzeyde tuzlu, alkali ve bulanık olduğunu saptamışlardır. Ayrıca suyun N ve P derişiminin oldukça yüksek olduğunu ve pelajik bölgede yüksek bulanıklık nedeniyle fitoplankton gelişimi için ışığın genellikle sınırlı olduğunu tespit etmişlerdir. Gölde kolonial mavi-yeşil algler (*Aphanocapsa*, *Aphanotheca*; kod X3), çoğunlukla asılı halde bulunan ancak zaman zaman hızla dibe inen meroplanktonik türler (*Surirella peisonis*, *Campylodiscus clypeus* ve uzun zincirli *Fragilaria construens*; kod MP), iyi bir yüzme kabiliyeti sağlayan ince bir müsilaj kılıfa sahip yeşil algler (*Oocystis* spp., *Planktosphaeria gelatinosa*, *Coenochloris* sp., *Labocystis planktonica*; kod F) uzun ve ince yapıları ile bazı Chlorococcales türlerinin (*Monoraphidium* ve *Koliella* spp.; kod X1, X3) bulunduğu rapor edilmiştir.

Ergene vd. [2007], Göksu Deltası'nda Akgöl ve Paradeniz Lagünü'nden elde edilen 3 balık türünde eritrosit çekirdeğindeki anomalileri araştırmışlardır. Araştırma sonucunda oluşan olumsuzlukların tarımsal ve insan kaynaklı atıklardan kaynaklandığını belirtmiştir.

Tuğrul vd. [2007], Doğu Akdeniz'e dökülen Göksu, Lamas, Berdan, Seyhan, Ceyhan ve kentsel atıksu kaynaklarından 2003-2006 yılları arasında mevsimsel su örnekleri almışlar ve besin tuzları, BOI_5 , KOI , PAH (poliaromatik hidrokarbonlar), toplam civa, fekal koliform ölçümlerini yapmışlardır. Sonuç olarak Göksu nehir sularının kirletilmiş durumda olduğunu bildirmişlerdir.

Türkoğlu vd. [2007], Ekim-2004 ile Mayıs 2005 tarihleri arasında Kilikya'daki büyük akarsuların iyonik bileşimini ve su kalitesini incelemek amacı ile Göksu, Lamas, Efrenk, Berdan ve Seyhan nehirlerinin pH, elektriksel iletkenlik, alkalinite ve toplam sertliğe ek olarak Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , PO_4^{3-} , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ ve K^+ içerikleri açısından incelenmiştir. Sonuç olarak Göksu Nehri; alkali özellikte ve sertlik buna paralel olarak yüksek çıkmıştır. Elektriksel iletkenlik düşük ölçülürken, deltada ise bu değer yüksek çıkmıştır. Temel katyon içerikleri bakımından normal değerlerde bulunurken, amonyum, nitrat ve fosfat içerikleri değişkenlik göstermekte ve Göksu Deltasında bu değerler tarım arazilerinde kullanılan gübrelerden dolayı yüksek bulunmuştur.

Özsoy vd. [2008], Göksu, Lamas, Efrenk, Tarsus and Seyhan nehirlerinin su kalite özelliklerini araştırarak bunları su kalitesi standartları ile karşılaştırmışlardır. Göksu Nehrindeki fosfat, amonyum ve nitrat miktarları yüksek bulunmuştur. Fosfat miktarındaki değişimin tarım arazilerinde yoğun gübre kullanımından kaynaklandığı bildirmişlerdir.

Makhlough [2008], fitoplanktonun kommunité yapısına ve fiziko-kimyasal analizlere dayanarak Mengkuang Rezervuarı'nın su kalite karakteristiklerini araştırmıştır. Rezervuarda çözünmüş oksijen değerlerini 3,25-9,20 mg/l, KOI değerlerini 2-54 mg/l, pH değerlerini 4,5-9,44, $Eİ$ değerlerini 40-70 $\mu S/cm$, seki diski derinliği değerlerini 1,15-3,1 m, $Kl-a$ değerlerini 0,03-19,36 mg/m^3 , OP değerlerini 0-0,07 mg/l, amonyak azotu değerlerini 0-0,32 mg/l ve nitrat azotu değerlerini 0-0,13 mg/l olarak belirlemiştir. Toplam 128 fitoplankton türü teşhis ettiğini, Chlorophyta'nın baskın bölüm olduğunu, en baskın türlerin sırasıyla *Staurastrum*

apiculatum, *Staurastrum paradoxum*, *Glenodinium lenticula* ve *Lyngbya* sp. olduğunu bildirmiştir. Kl-a ve seki diski derinliği değerlerini kullanarak Carlson'un trofik durum indeksini hesaplamış ve rezervuarın mezotrofik duruma yakın olduğunu, ayrıca N/P oranı değerlerinin de rezervuarın mezotrofik olduğunu doğruladığını rapor etmiştir. Rezervuarda, akuatik ekosistemlerde istenmeyen koku, tat ve kirlilik indikatörü olan *Anabaena*, *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Nostoc*, *Dinobryon*, *Chroococcus*, *Staurastrum paradoxum* ve *Mallomonas* gibi alglerin kaydedildiğini belirlemiştir.

Demir vd. [2008], Mogan Gölü'nde yaptıkları bir çalışmada gölün sığ olması ve karışımlar nedeniyle Secchi derinliğinin trofik düzeyi tam olarak göstermediğini tespit etmişlerdir. Kl-a derişiminin ise fitoplanktonu oluşturan topluluklar hakkında bilgi vermediğini, bu nedenle fitoplankton topluluk yapısının belirlenmesi amacıyla fonksiyonel grupların kullanılabilceği ve gölde yapılacak herhangi bir rehabilitasyon çalışmasının sonuçlarının fonksiyonel grupların incelenerek araştırılabileceğini belirtmişlerdir.

Fernandez vd. [2009], Paso de las Piedras Rezervuarı'nın limnolojik özellikleri ve trofik durumu üzerine yaptıkları çalışmada, toplam 183 fitoplankton taksonu teşhis ettiklerini, en yüksek fitoplankton bolluğunu Şubat 2005'de 368.037×10^3 hücre/ml ve en düşük fitoplankton bolluğunu ise Ekim 2004'de 1.133×10^3 hücre/ml olarak belirlediklerini, mavi-yeşil alglerin özellikle *Anabaena circinalis* ve *Microcystis natans*'ın Aralık 2004 ve Mayıs 2005 arasında baskın olduklarını bildirmişlerdir. Araştırmacılar rezervuardaki ortalama Kl-a konsantrasyonunu $28,7 \text{ mg/m}^3$ olarak belirlemişler, fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerin mevsimsel değişimlerinin baraj alanındaki çevresel ve hidrolojik şartlardan kaynaklandığını, göldeki istasyonlar arasındaki varyasyonların göle giren iki ana akarsuya ait su kalite özelliklerinin sonucu olarak meydana geldiğini tespit etmişlerdir. N:P oranlarına göre gölde maksimum algal biyomas için azot veya fosforun sınırlayıcı bir faktör olmadığını, fitoplankton komunitasındaki varyasyonların ve fitoplanktonun aşırı artışının nutrient rekabetinden daha çok, çevresel ve hidrolojik şartlar tarafından sınırlandırıldığını belirlemişlerdir. Ayrıca trofik sınıflandırma sistemine göre toplam fosfor değerleri açısından rezervuarın

hipertrofik, klorofil ve bulanıklık değerleri açısından gölün ötrofik kategori içerisinde bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Seçkin vd. [2010], Göksu Deltası'nın da dahil olduğu Silifke sahil şeridi boyunca yer altı su kaynaklarının su kalitesini araştırmışlardır. Akgöl, Paradeniz gölü ve Akdeniz'e yakın yer altı sularında Cl^- , Na^+ ve Elektriksel iletkenlik değerlerinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Soylu ve Gönüoğlu [2010]'un Liman Gölü'nde Ocak 2002 ve Aralık 2003 tarihleri arasında yürüttükleri bir araştırmada, 17 fonksiyonel grup (B, D, N, P, S1, S2, SN, X1, Y, E, F, G, J, L0, M, W1 ve W2) tespit etmişlerdir. S1, F ve L0 grubu türlerinin yaygın olarak bulunduğu belirtilen çalışmada fonksiyonel grupların kullanımının farklı bölgelerdeki pelajik toplulukların tür hareketliliğini anlamada önemli bir bilgi sağladığını bildirmişlerdir. Liman Gölü, Kızılırmak Deltası içerisinde yer alan Bafra İlçesine 10-20 km uzaklıktaki bir göldür. Gölün yüzey alanı 270 ha'dır.

Demirel vd. [2011], Göksu Deltası'nda su kirliliğini belirlemek için 2006-2008 yılları arasında mevsimsel olarak bir çalışma yaparak su kalitesi bakımından Coğrafi Bilgi Sistemi oluşturmuşlardır. Yapılan analizler sonucunda bazı kirleticilerin ulusal su kalite standartlarının üzerinde çıktığını ve kirletici kaynakları olarak tarımsal aktiviteler ve gübrelemeler olduğunu belirtmişlerdir.

Roselli vd. [2013], Korission Lagünü (Yunanistan) ile Akgöl ve Paradeniz'inde içerisinde yer aldığı Göksu Deltası'nda bazı su kalite parametreleri ve plankton çeşitliliği üzerine çalışma yapmışlardır. Lagünlerdeki fitoplankton çeşitliliğinin farklı nutrient düzeyi, jeografikal pozisyonu ve alanın kullanımı ile ilgi olduğunu bildirmişlerdir.

Varol [2013], Batman Baraj Gölü'nün trofik durumunu belirlemek için yaptığı çalışmada, TP değeri bakımından ötrofik, Kl-a ve SD değerlerine göre mezotrofik sınıfa girdiği, TN/TP oranına göre ise fitoplankton gelişimini azot ve fosforun birlikte sınırladığını bildirmiştir.

Demir vd. [2014], Mogan Gölü'nün fitoplankton fonksiyonel gruplarını Q indeksine göre değerlendirmiştir. Plankton biyoması 0,75-10,12 mg/l arasında değişim gösterirken, gölde toplam 76 tür belirlenirken, baskın olan fonksiyonel grupları X2 (*Chlamydomonas*), Lo (*Merismopedia*, *Peridinium*, *Chroococcus*), F (*Botryococcus*,

Sphaerocystis, *Oocystis*, *Planktosphaeria*), S1 (*Phormidium*, *Planktothrix*), M (*Microcystis*) ve F (*Botryococcus*, *Oocystis*) olarak bildirmişlerdir.

Literatür araştırmalarında Göksu Deltasında ve Akgöl Lagünü'nde birincil üreticiler olan ve besin zincirinin en altında yer alan fitoplankton üzerine çalışmalarına rastlanmamıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. ÇALIŞMA ALANI

Göksu Deltası, Orta Torosların eteğinde bulunan Mersin il merkezinin yaklaşık 80 km batısında, Akdeniz'e dökülen Göksu Irmağı'nın taşıdığı alüvyonlarca oluşmuştur. İdari olarak Mersin iline bağlı Silifke ilçesi ve Taşucu beldesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Göksu Deltası 36°15' ve 36°25' kuzey enlemleri ile 33°55' ve 34°05' doğu boylamları arasında 15000 ha genişlikte bir alanı kaplamaktadır.

Göksu Deltası, Göksu Nehir havzasından taşınan tortular tarafından oluşturulmuş olup süreç halen devam etmektedir. Göksu Nehrinin taşıyıp çökeltilmiş olduğu kil, silt, kum ve çakıl boyutlu sedimanların karışımından oluşan kanal çökelleri, taşkın ovası çökelleri, plaj kumları ve kumullardan oluşmaktadır. Göksu Deltası'nda yükseltiler (0–5 m) ve eğim en fazla %15 olarak saptanmıştır. Morfolojik yapı bölge içerisinde çok fazla çeşitlilik göstermemesine rağmen kum tepelerinin oluşturduğu dalgalanmalar denize kadar ulaşmaktadır.

Göksu Nehri'nin denize döküldüğü yerin batısında biri lagün olmak üzere iki büyük sulak alan yer almaktadır. Bunlardan biri denizle irtibatlı ve kum setiyle denizden ayrılan, 400 ha'lık Paradeniz Lagünü'dür. Diğer ise daha çok tatlı su gölü karakteri taşıyan 1.200 ha'lık alana sahip Akgöl'dür. Diğer önemli sürekli göller ise, bir dolgu lagünü olan ve Akgöl ile Paradeniz arasında yer alan Kuğu gölü, Paradeniz'in doğusundaki aşırı tuzlu Arapalanı Gölü'dür (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Göksu Deltası

Gel-git olayına bağlı olarak tuzluluk oranları değişen bu göllerde, ortalama olarak tuzluluk Paradeniz’de %19, Akgöl’de %1-2 civarındadır. Akgöl’ün ortalama derinliği 0,5-1 m’dir. Göksu Deltası ekolojik olarak ötrofik (bol besinli) bir sulak alandır. Delta, irili ufaklı birçok göl, lagün ve bunların çevresinde yer alan geniş sazlık, çayrılık, step ve tarım alanları ile kumullardan oluşmaktadır. 0–5 m arasında yükseltilere sahip olan deltanın doğu ve batı kesimlerinde kıyıya paralel uzanan kum tepeleri yer almaktadır. Deltanın en tipik özelliklerinden biri de İncekum Burnu’dur. İncekum Burnu’nun tipik şekli, doğrudan gelen ve nehir tortusunu sürükleyen kıyı akıntısıyla, Taşucu Körfezi’nde oluşan güneybatıya doğru zayıf ikinci bir akıntının bileşkesiyle ortaya çıkmıştır [Anonim, 2007].

Bölgede yer alana sazlıklar, bataklıklar ve göllerin toplamı 2130 hektardır. Yine doğal özelliklerini büyük ölçüde koruyan kumsalların ve tuzlu steplerin büyüklüğü 5.300 hektarı bulmaktadır. Akdeniz Bölgesi’nde doğal yapısını koruyabilmiş ender alanlardan biri olan Göksu Deltası, uygun iklim koşulları yanında farklı habitatları iç içe barındırması nedeniyle çok sayıdaki su kuşuna üreme, beslenme, kışlama ve konaklama olanağı sağlamaktadır. Özellikle kış aylarında İç Anadolu Bölgesi’ndeki sulak alanların donması sonucu pek çok su kuşu kışı geçirmek için deltaya gelmektedir [Anonim, 2007].

Sulama (drenaj kanalları) projesinin yürürlüğe girmesinden önce Akgöl zaman zaman kuruyan çok tuzlu bir göldü, tuz üretiminin gerçekleştirildiği yerd, kum tepeleri ile denizle bağlantısı vardı. Paradeniz her zaman denizle doğrudan alakalı ve temiz kumlu bir tabana sahiptir. Akgöl ve Paradeniz’e drenaj kanalları ile tatlı su gelmiş ve Akgöl 1973’deki kuraklık döneminde drenaj suları kesildiğinde bir tatlı su gölü halinde kalmıştır. Akgöl ve Paradeniz’i birbirine bağlayan kanal Akgöl’deki su seviyesini düşük tutacak ve su akışını Paradeniz’e doğru olmasını sağlayacak niteliktedir [Anonim, 2007].

Drenaj suyu Akgöl’e sulama sistemine bağlı iki kanaldan ve sulanmayan araziye kurutan birkaç küçük kanaldan girer ve Paradeniz’e doğru akar. Yerüstü suyu yıl boyunca hareket halindedir. Akgöl’deki su seviyesi sulamanın en yüksek olduğu dönemde (Haziran- Ekim) en yüksek olup ve oldukça istikrarlıdır. Kış boyunca su seviyesi yağışa bağlı olarak 0.4-1,20 m kadar değişim gösterir. Akgöl’ün deltanın

havzası ile ilişkisi yoktur ve Göksu nehrinin akışından bağımsızdır [Anonim, 2007]. Akgöl ve Paradeniz'in su bütçeleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Akgöl ve Paradeniz su bütçeleri [Anonim, 2009]

Akgöl Su Bütçesi		Paradeniz su bütçesi	
Su girişleri	%	Su girişleri	%
Yağmur	18	Yağmur	12
Drenaj kanallarından gelen su	82	Drenaj kanallarından gelen su	38
Yeraltı suyu	0	Akgöl'den giriş	50
Su çıkışları	%	Yeraltı suyu	0
Buharlaşma	71	Su çıkışları	%
Paradeniz'e akış	29	Buharlaşma	41
		Denize akış	59

Drenaj kanalları, Akgöl için önemli bir su girdisi oluşturmaktadır. En önemli su çıkışı buharlaşma olarak görülmektedir. Ayrıca yaz aylarında aşırı buharlaşma ile su seviyesi düşmesi ile Paradeniz'den de su girişi olmaktadır.

Akgöl'ün kuzeyinde bulunan ve bir zamanlar açık olan tatlı su sazlıkları, tamamen bitkilerle kaplı hale dönüşmüş ve bunun sonucunda da günümüzde ilkbaharın bitimi ile birlikte kurumaya başlamıştır. Bunlar çevrelerindeki çeltik tarlaların su kullanımının artmasıyla birlikte su ihtiva etmektedirler [Menengiç, 1998].

3.2. GÖKSU DELTASI'NDA TARIMSAL ARAZİ KULLANIMI

Su havzalarındaki yüzeysel suların kirlilik düzeyinin incelenmesi ve bu inceleme sonuçlarına göre su kalite sınıflarının belirlenmesi amacıyla 1980 yılından bu yana Çevre Bakanlığı'nca havza projeleri yürütülmektedir. Yapılan çalışmalar göstermektedir ki kıta içi su kaynaklarımızdan göllerimiz, nehirlerimiz ve yeraltı sularımız, evsel ve endüstriyel atıklar ile sürekli olarak kirlenmektedir. Göksu Deltası genelinde ise tarımsal faaliyetlerin yoğunluğu nedeniyle yeraltı ve yüzey suları kirlenmektedir. Göksu Deltası'nda su kirliliğini oluşturan etmenlerin başında kanalizasyon sularıyla kontrolsüz tarımsal faaliyetler, gübreleme ve ilaçlama gelmektedir. İnsanlar tarımsal üretimde gün geçtikçe daha fazla gübre ve pestisit kullanmaları toprakta nitrat ve pestisit birikmesine yol açmaktadır. Suyun etkisiyle bu kalıntılar zamanla yeraltı ve yüzey sularına ulaşmaktadır [Anonim, 2008].

Tarımsal alanlarda uygulanan gübrenin belli bir kısmı bitkiler tarafından kullanılmaktadır. Kullanılmayan kısmı ise akarsulara, içme sularına, yeraltı sularına ve çevreye yayılmakta, insan, bitki ve hayvan sağlığını tehdit etmektedir. Üretimi arttırmak amacıyla artan gübre ihtiyacı ve dolayısıyla gübre üretim sektörlerindeki artış, bu sektörlerden çevreye yayılan atık sular da dikkate alındığında, sorunun ne kadar ciddi boyutlarda olduğu görülmektedir. Gübre üretiminde azotlu gübreler büyük bir bölümü oluşturmakta, bu gübreleri üreten tesislerin atık sularında amonyum azotu ve nitrat azotu yönetmelikte belirtilen miktarların çok üstünde bulunmaktadır. Bu durum, azotlu gübrelerin çok yoğun bir şekilde kullanılmaları nedeniyle fazla miktarda üretilmelerinden ve kimyasal yapılarından ileri gelmektedir. Gübre ve çevre ilişkisi açısından hayvansal gübrelerin etkisi de dikkate alınmalıdır [Anonim, 2007].

Göksu Deltası'nda en önemli alan kullanımını tarım faaliyetleri oluşturmaktadır. Tarım, deltada yaşayanların %80'den fazlasının gelir kaynağıdır. Deltada Akdeniz ikliminin bütün ürünleri yetiştirilebilmektedir. Tarıma elverişli alanlarda iki tip tarım yapılmakta olup; bunlar sebze ve meyve üretiminin yapıldığı alanlar ile pamuk ve buğday tarımının yapıldığı alanlardır. Doğal su kaynakları bakımından oldukça zengin olan yörede sulu tarım oldukça gelişmiştir. Sulu tarımın yapıldığı kıyı şeridinde tahıl ürünleri yanında, yoğun olarak pamuk, susam, yerbıstığı, turuncgiller ve sebze yetiştirilmektedir. Toplamda 10.180 hektarında tarım yapılan alanın 3.230 hektarında çeltik (tüm tarımın %3,3) ve 2.790 hektarında ise buğday (tüm tarımın %9,7) ekimi yapılmaktadır. Kıyı kesimler ile yüksek kesimler arasında geçit teşkil eden bölgelerde ise, zeytincilik ve bağcılık yaygınlaşmıştır. Seracılığın yaygın olduğu alanda meyve yetiştiriciliği önemli bir yer tutar ve ova bağcılığı ile turfanda üzüm yetiştirilir [Anonim, 2009].

Deltada 1999 yılında yapılan bir çalışmada 102 çeşit pestisitten etkili madde olarak 84.356 kg/l pestisit kullanıldığı belirlenmiştir. Hektara düşen ilaç miktarı etkili madde olarak 9,9 kg/l bulunmuştur. Türkiye ortalaması ise 0,5 kg/l/ha dır. Hektara düşen etkili madde olarak ilaç miktarı bazı Avrupa ülkelerinde ise; İspanya'da 2,6 kg, Fransa ve Almanya'da 4,4 kg, İtalya'da 7,6 kg dır. Deltada pestisit grubundan en fazla etili madde olarak 39.330 kg ile yazlık yağlar kullanılmıştır. Bunu 20.263 kg insektisitler ve 10.432 kg ile fungusitler takip

etmektedirler. En az olarak da 378 kg ile mollusisitler ve 772 kg ile nematisit ve toprak fumigantları kullanılmıştır [Anonim, 2009].

ÖÇKKB analizleri neticesinde bölge toprakları aşırı derecede kireçli ve pH'larının alkali karakterde olduğu belirlenmiştir. Bu topraklarda pH'nın yüksek olmasından dolayı iz elementlerinin (Fe, Mn, Zn vb) alınabilirliği düşük olacağından bazı bitkilerde mikro element noksanlıkları ileri derecede olabilecektir [Arslan, 2002].

Gübreler ve pestisitler içinde bulunan bazı parametreler yüzey ve yeraltı suyunda rastlanan kirleticilerin kaynağını oluşturmaktadır [Anonim, 2009]. Deltada yüzey ve yeraltı sularının kalitesini olumsuz yönde etkileyen aktiviteler olarak karşımıza tarımsal arazi kullanımına bağlı olarak bilinçsiz ve aşırı gübre ve pestisit kullanımı ile özellikle ikinci konut olarak adlandırılan yerleşimlerden kaynaklanan atık su deşarjları ve gelişigüzel bırakılan atıklar çıkmaktadır. Göksu Deltası'nda gübre tüketiminin Türkiye ile karşılaştırması Çizelge 3.2'de ve tarımsal arazi kullanımı Çizelge 3.3'te ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çizelge 3.2. Göksu Deltası'nda gübre tüketiminin Türkiye gübre tüketimi ile karşılaştırması [Karaca, 2006].

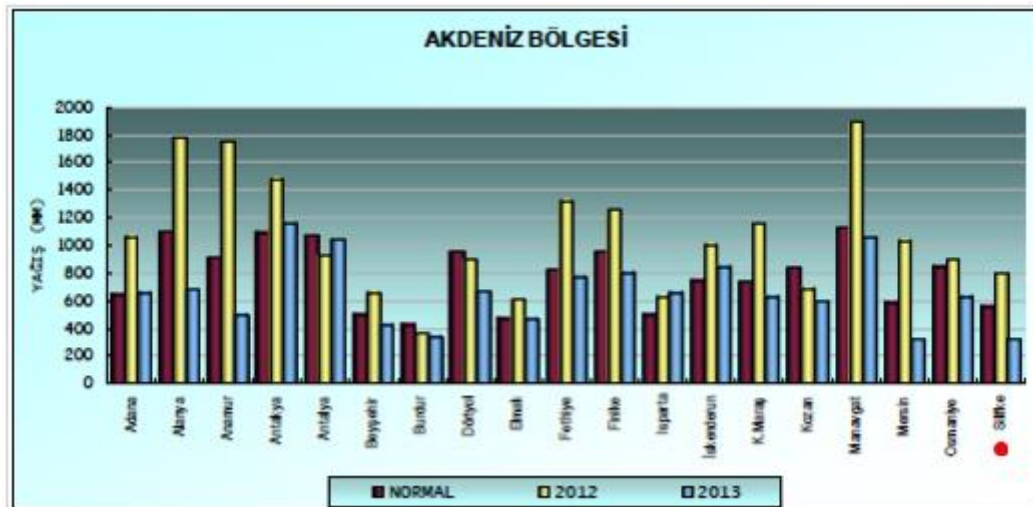
	Gübre Çeşidi	Tüketilen Miktar (ton)	Tüketim Oranı (%)
TÜRKİYE	Kompoze	588.507	26,66
	Azotlu	1.053.274	47,72
	Fosforlu	480.461	21,77
	Potasyumlu	84.957	3,85
	TOPLAM	2.207.209	100,00
GÖKSU DELTASI	Kompoze	3.372,21	76,27
	Azotlu	924,24	20,91
	Fosforlu	1,92	0,04
	Potasyumlu	122,88	2,78
	TOPLAM	4.421,25	100,00

Çizelge 3.3. Göksu Deltası'nda tarımsal arazi kullanımı [Demirel, 2007].

Yerleşim	Tarım (da)	Sera (da)	Çeltik (da)
Esenbel	4.414	0	0
Olukbaşı	7.179	0	0
Kapızlı (Kuşören)	1.109	0	0
Sazbaşı	0	47.15	0
Altinkum	8.608	0	0
Arkarası	6.252	190.65	520
Çavuşbucağı	3.602	16,10	447
Kum	0	0	0
Bahçe	2.674	22,95	0
Burunucu	4.598	8,20	1.411
Çeltikçi	3.044	3,50	0
Gülümüşalı	3.488	12,15	724
Kurtuluş	26.391	106,00	9.948
Sökün	7.825	14,30	115
Ulugöz	3.635	16,80	0

3.3. ARAŞTIRMA ALANININ COĞRAFİK VE İKLİMSEL ÖZELLİKLERİ

Silifke ilçesi %89'u dağlık, %11'i ovalık olmak üzere 2943 km²'lik yüzölçümü ile il yüzölçümünün %18'ini kapsamaktadır. Kıyı kesiminde tipik Akdeniz ikliminin hakim olduğu ilçede yazlar sıcak ve kurak; kışlar ılık ve yağışlıdır. Sahilden iç kesimlere doğru yükseldikçe iklim değişmekte, yazlar serin; kışlar ise soğuk ve kar yağışlı geçmektedir. 2013 Yılı yağış ortalaması 625 mm, normal 774 mm, geçen yıl yağışı ise 1032 mm'dir. Yağışlarda normaline göre % 19 geçen yıl yağışına göre ise % 39 azalma gözlenmiştir (Şekil 3.2) [Anonim, 2013].



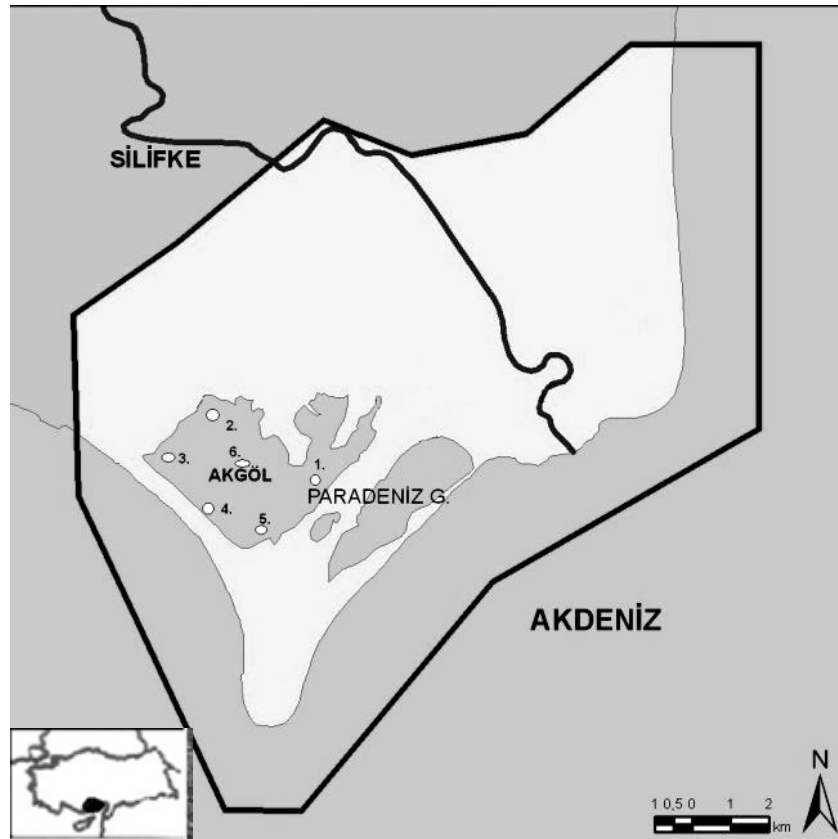
Şekil 3.2. Akdeniz bölgesine ait yağışlar (Anonim, 2013)

3.4. İSTASYONLARIN TANIMLANMASI

Çalışma alanı olarak gölün su kalitesini ve planktonik alg florasının kompozisyonunu belirlemek üzere toplam 6 istasyon belirlenmiş ve bu istasyonlar koordinatlarıyla birlikte Çizelge 3.4 ile Şekil 3.3’de, çalışma alanlarının görüntüleri ise Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6, Şekil 3.7, Şekil 3.8 ve Şekil 3.9’da verilmiştir.

Çizelge 3.4. Örnekleme yapılan istasyonlar ve koordinatları

İstasyon	Lokasyon	Koordinatlar
İstasyon 1	Akgöl-Paradeniz Su kanalı	36°18'21.2"K 33°58'26.01"D
İstasyon 2	Akgöl Drenaj Kanal girişi	36°18'41.10"K 33°57'1.05"D
İstasyon 3	Akgöl Drenaj Kanal girişi	36°18'14.8"K 33°55'54.91"D
İstasyon 4	Akgöl Kuş gözlem evi	36°17'3.44"K 33°56'23.86"D
İstasyon 5	Akgöl İncekum burnu	36°17'3.42"K 33°57'8.28"D
İstasyon 6	Akgöl Açıksu	36°17'3.53"K 33°57'12.40"D



Şekil 3.3. Örnekleme yapılan istasyonların dağılımı



Şekil 3.4. İstasyon 1



Şekil 3.5. İstasyon 2



Şekil 3.6. İstasyon 3



Şekil 3.7. İstasyon 4



Şekil 3.8. İstasyon 5



Şekil 3.9. İstasyon 6

3.5. ÖRNEKLERİN ALINMASI VE ANALİZLERE HAZIRLANMASI

Su örnekleri, Nisan 2013 Mart 2014 tarihleri arasında aylık dönemlerde yapılmıştır. Örneklemeler, araziye çıkmadan önce laboratuvarında herhangi bir temizlik maddesi kullanılmadan temizlenen ve distile su ile durulanan 1,5 litrelik her istasyon için 2 adet olmak üzere polietilen şişelere yüzeyden dibe doğru, şişelerde hava boşluğu kalmayacak şekilde suya daldırılarak alınmıştır. Şişelerin üzerlerine alınma tarihi ve örnekleme noktası etiketlenmiştir. Örneklerle koruma amacıyla herhangi bir kimyasal madde eklenmeden, Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Kalitesi Laboratuvarına kadar soğutucular içerisinde ve mümkün olduğunca ışık geçirmeyecek şekilde taşınmıştır.

Laboratuvara getirilen örneklerin 1 litre hacmi 0,45µm gözenek açıklığına sahip Whatman marka GF/C cam mikrofiber filtre kağıdı kullanılarak süzme işleminden geçirilmiştir. Filtre edilen suyun bir kısmı, temiz bir şişeye alınarak kapağı kapatılıp daha sonra bazı su kalitesi analizi işlemlerinin yapılabilmesi için tarih ve örnekleme noktası bilgileriyle etiketlenerek buzdolabında saklanmıştır.

Filtre edilen su örneklerinde toplam sertlik, toplam alkalinite, nitrit azotu, ortofosfat fosforu analizlerine filtrasyon işlemi tamamlandıktan hemen sonra başlanmıştır.

Geriye kalan filtre edilmemiş su örnekleri ise kimyasal oksijen ihtiyacı, toplam fosfor ve toplam azot analizi için buzdolabında saklanmış ve örneklemeden sonraki 24-32 saat içerisinde analizleri yapılmıştır. Analizlerde kullanılan cihazlar Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.5. Analizlerde kullanılan cihazlar

Cihaz Adı	Marka – Model
Çözünmüş oksijen (ÇO):	Hydrolab DS5 Multiparameter,
pH:	Hydrolab DS5 Multiparameter,
Sıcaklık (T):	Hydrolab DS5 Multiparameter,
Elektriksel iletkenlik (Eİ):	Hydrolab DS5 Multiparameter,
Tuzluluk (S):	Hydrolab DS5 Multiparameter,
Filtre kağıdı :	Whatman GF/C cam mikrofiber filtre
UV-Vis Spektrofotometresi:	Analytik Jena-Specord 210 Plus
Alan Emisyonlu Taramalı	
Elektron Mikroskobu (Fe-Sem):	Zeiss / Supra 55
Spektrofotometre:	Shimadzu - UV-VIS Mini 1240
Işık mikroskobu	Olympus BX53
Mikro dalga fırın:	CEM marka MarsX model

3.6. ÖRNEKLERİN FİZİKSEL VE KİMYASAL ANALİZLERİ

3.6.1. Fiziksel Analizler

Çözünmüş oksijen (mg/l), pH, sıcaklık(°C), elektriksel iletkenlik(µS/cm), tuzluluk (ppt), Klorofil-*a* (µg/l) ve toplam çözünmüş katı madde (g/l) sondalı çoklu ölçer ile secchi diski derinliği ise secchi diski yardımıyla arazide yerinde ölçülmüştür.

Askıda katı madde (AKM)

AKM analizi standart metotlara göre su örneklerinin 500 ml'si, önceden 105°C de etüvde kurutularak sabit tartımları alınan filtre kağıtlarından süzölmüştür. Süzme işleminden sonra filtre kağıtları sabit tartıma gelene kadar (tartım ağırlıkları arasındaki fark %4 den daha az olana kadar) 105°C'ye ayarlı etüvde bekletilmiştir. Elde edilen değerler aşağıdaki formölde yerine konularak AKM (mg/l) miktarları hesaplanmıştır [APHA, 1998].

$$AKM (mg/l) = \frac{(A - B) \times 1000}{V_ö}$$

A: Süzme sonrası ağırlık (mg)

B: Filtre ağırlığı (dara) (mg)

V_ö: Süzölen örnek miktarı (ml)

3.6.2. Kimyasal Analizler

Toplam Alkalinite (TA)

Toplam alkalinite tayininde titrimetrik yöntem kullanılmıştır. Süzölmüş su örneğinden 100 ml alınarak içerisinde birkaç damla metil oranj ($C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$) damlatıldıktan sonra, 0,1N lik sülfürik asit (H_2SO_4) ile renk kırmızı olana kadar titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan asit sarfiyatı kaydedilmiş ve aşağıdaki formölde yerine konarak hesaplanmıştır [APHA, 1998].

$$\text{Toplam Alkalinite (mg CaCO}_3\text{/l)} = \frac{AxNx50000}{V_ö}$$

A: Asit Sarfiyatı (ml)

N: Asitin normalitesi

$V_ö$: Örnek miktarı (ml)

Toplam Sertlik (TS)

Toplam sertlik, EDTA (Etilen Diamin Tetra Asetik Asit) ($C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8.2H_2O$) titrimetrik metot yardımıyla belirlenmiştir [APHA, 1998]. Süzölmüş 100 ml su örneğinin üzerine 5 ml tampon çözeltisi (amonyum klorür (NH_4Cl) ve amonyak solüsyon karışımı) ve birkaç damla indikatör olarak EBT (Eriochrome Black T ($C_{20}H_{12}N_3NaO_7S$)) eklenerek solüsyonun şarap kırmızısı renkten maviye dönene kadar EDTA ile titre edilerek sarfiyat kaydedilmiş ve aşağıdaki formölde değerler yerlerine konularak belirlenmiştir.

$$\text{Toplam sertlik (mg CaCO}_3\text{/l)} = \frac{AxBx1000}{V_ö}$$

A: EDTA sarfiyatı (ml)

B: EDTA faktörü (1 ml EDTA içerisindeki eşdeğer mg $CaCO_3$)

$V_ö$: Örnek miktarı (ml)

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

Su örneklerinin KOİ değeri (mg/l) kolorimetrik metoda uygun olarak belirlenmiştir. Yapılan analizde, 2,5 ml süzölmemiş su örnekleri üzerine 1,5 ml yakma reaktifi (potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$), sülfürik asit (H_2SO_4) ve civa sülfat

(HgSO₄) karışımları ile 3,5 ml sülfürik asit (H₂SO₄) ve gümüş sülfat (AgSO₄) karışımı eklenerek yüksek sıcaklık (150⁰C) etkisinde bırakılmıştır. Ardından oda sıcaklığına gelene kadar bekletilmiştir. Örneklerin absorbansı köre (blank) karşı ve uygun matrisler içerisindeki standartlar ile beraber 600 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuştur [APHA, 1998].

Nitrit Azotu (NO₂)

Kolorimetrik metoda göre nitrit azotunun asidik koşullarda, sülfanilamid (C₆H₈N₂O₂S) ve NED (N-(1 naphthyl)-etilendiamin dihidroklorid) (C₁₂H₁₆C₁₂N₂) ile reaksiyona girerek kırmızımsı-mor azo boyası oluşturma prensibine göre belirlenir. Süzölmüş 25 ml su örnekleri üzerine 0,5 ml sülfanilamid ve 0,5 ml NED eklendikten sonra spektrofotometrede köre (blank) karşı 543 nm dalga boyunda okunmuştur. Örneğin içerdiği nitrit azot düzeyi (mg/l) hazırlanan standartlara göre belirlenmiştir [APHA, 1998].

Toplam Azot (TN)

Toplam azot analizinde 50 ml süzölmemiş su örnekleri alınarak içerisinde 5 ml yakma solüsyonu (sodyum hidroksit (NaOH), potasyum peroksidi sülfat (KO₆S) ve borik asit (H₃BO₃) karışımı) ilave edilmiş ve mikro dalga fırında 150⁰C de 1 saat boyunca yakılmıştır (Valderrama, 1981, APHA, 1998). Yakılan su örnekleri daha sonra nitrat azotu metoduna göre köre (blank) karşı 220 ve 275 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuştur. Örneğin içerdiği toplam azot düzeyi (mg/l) hazırlanan uygun matrisler içerisindeki standartlara göre belirlenmiştir.

Ortofosfat (OP)

Ortofosfat düzeylerinin belirlenmesinde, askorbik asit yönteminden yararlanılmıştır. Yöntem, asidik ortamda askorbik asidin amonyum molibdat ve potasyum antimonil tartarat ile reaksiyona girmesi sonucu oluşan mavi renkli fosfomolibdik asidin spektrofotometrik olarak ölçülmesidir (APHA, 1998). Alınan 25 ml süzölmüş su örnekleri kör (blank) ve uygun matrisler içerisinde hazırlanmış standartlarla beraber 4 ml kombine reaktif (Sülfürik asit (H₂SO₄), Potasyum antimonil tartarat (K(SbO)C₄H₄O₆.1/2H₂O), amonyum molibdat

$((\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O})$ ve askorbik asit ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) ile renklendirilmiş ve spektrofotometrede 880 nm dalga boyunda okunarak ortofosfat düzeyi (mg/l) ölçülmüştür.

Toplam Fosfor (TP)

Toplam fosfor için 50ml süzülmemiş su örneklerinden alınarak içerisine 5 ml yakma solüsyonu (sodyum hidroksit (NaOH), potasyum persülfat ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) ve borik asit (H_3BO_3)) eklenmiş ve mikro dalga fırında 150°C de 1 saat boyunca yakılmıştır [Valderrama, 1981; APHA, 1998]. Yakılan su örnekleri daha sonra ortofosfat için uygulanan askorbik asit metoduna uygun olarak hazırlanarak, köre (blank) karşı ve uygun matrisler içerisinde hazırlanmış standartlarla beraber spektrofotometrede 880 nm dalga boyunda okunarak toplam fosfor (mg/l) belirlenmiştir.

3.6.3. Planktonik Alg Örnekleri

Kalitatif planktonik alg örnekleri, örnekleme noktalarından 55 mikron göz açıklığına sahip plankton kepçesinin tekne üzerindeyken atılıp çekilmesiyle toplanmıştır. Çekim işlemi, her istasyondan en az üç kez yapılmıştır. Plankton kepçenin haznesinde toplanan birikinti, hazne musluğu açılarak 100 ml hacimli geniş ağızlı polipropilen bir şişeye boşaltılmıştır.

Kalitatif olarak örneklenen diyatomelerin teşhisinin yapılabilmesi ve daha uzun süreli incelenebilmesi için sürekli preparatlar hazırlanmıştır. Bu amaçla, 50 ml hacimli erlenlere 10 ml örnek ve 5'er ml konsantre sülfürik ve nitrik asit eklenmiştir. Daha sonra erlenler yakma tablası üzerinde en az 1 saat kaynatılmıştır. Örnekler soğuduktan sonra, üzerine distile su eklenmiş ve früstüllerin çökmesi için beklenmiş, solüsyonun pH değeri indikatör şerit kullanılarak kontrol edilmiş, supernatan kısmı pipetlenerek atılmıştır. Solüsyonun pH değeri nötr oluncaya kadar, su ekleme, çöktürme ile pipetleme ve deşarj işlemlerine devam edilmiştir. Solüsyon nötralize olduğunda, supernatan son kez atılmış ve erlende kalan yaklaşık 10 ml süspansiyon kapaklı bir tüpe alınarak preparat hazırlama için saklanmıştır. Tüplerdeki diyatome süspansiyonunun tabanından bir damla alınıp, lamel üzerine damlatılmış ve kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan diyatome früstülleri üzerine entellan konulmuş, lam ile kapatılmış ve yapışması sağlanmıştır. Preparatta hava kabarcığı

bırakmamak için yapıştırma işleminden sonra lamelin üzerine hafifçe baskı uygulanmıştır [Round, 1953; APHA, 1998; Stevenson, 1999].

3.6.4. Alglerin Teşhisi

Kalitatif örnekleme ile toplanarak sürekli preparatları hazırlanan planktonik diatomelerin ve diatome dışındaki alglerin teşhisi için DIC ataçmanlı Olympus BX 53 model dikey mikroskop, fotoğraflarının çekilmesi için aynı mikroskoba monte edilmiş Nikon marka kamera kullanılmıştır.

Alg teşhislerinde Foged [1981, 1982, 1985], Hartley [1996], Heering [1914], Huber – Pestalozzi [1938, 1955, 1982], Hustedt [1985], John vd. [2002], Komarek ve Anagnostidis [2005], Korshikov [1987], Krammer ve Lange – Bertalot [1986, 1988, 1991a, 1991b], Lemmerman vd. [1915], Lund ve Lund [1995], Pascher [1927], Patrick ve Reimer [1966, 1975], Prescott [1973,1975], Round [1960], Wehr. ve Sheath [2003] ve West ve West [1912] kitaplarından yararlanılmıştır. Ayrıca teşhis edilen türler, AlgaeBASE (2014) veri tabanından da kontrol edilmiştir.

3.7. VERİ DEĞERLENDİRME VE İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Veriler MS Office Excel kullanılarak kaydedilmiş, grafikler ve tablolar aynı yazılım ile oluşturulmuştur. İstatistiksel analizlerden önce ESD metoduyla (extreme studentized deviate) veri setinden uç değerler (outlier) uzaklaştırılmıştır. Örnekleme noktalarında su kalitesi değişkenleri arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon analiziyle belirlenmiştir. İstatistiksel analizler için öncelikle Shapiro-Wilk W testiyle verilerin normal dağılım gösterip göstermediği belirlenmiştir.

Herhangi bir parametrenin alansal (örnekleme noktaları arasındaki farklılık) varyasyonun istatistiksel olarak önemli olup olmadığı dağılım testleriyle belirlenmiştir. Örnekleme noktaları ve zaman serisi verileri tekrar kabul edilerek normal dağılım gösterenler değişkenler için oneway ANOVA ve normal dağılım göstermeyenler için Wilcoxon/Kruskal Wallis testleri uygulanmış, ortalamaların karşılaştırmaları Tukey HSD testiyle yapılmıştır.

Örnekleme noktaları arasındaki uzaklık/yakınlığın gösterilmesi için kümeleme analizi kullanılmıştır. Kümeleme analizinde normalize edilmemiş veriler

tekli bağlantı (single linkage) kullanılarak uzaklık (1-Pearson koerlasyon katsayısı) ile gösterilmiştir.

Gölde su kalitesi değişkenleri ortalama değerleri arasındaki ilişkilerin tahmin edilmesinde öncelikle Detrended Canonical Analysis (DCA) ile modelleme metodu seçilmiştir. DCA modelinde en uzun eksenin uzunluğu veri setindeki beta çeşitliliğinin tahminini sağlamış ve en uzun eksen <1.2 sd olduğundan çok değişkenli model olarak lineer indirect gradient analiz metodu olan Temel Bileşen Analizi (PCA) kullanılmıştır. Veri setinde var olan sıfır/sıfıra yakın değerlerinin logaritmik dönüştürme işleminde hataya neden olmaması için ($\log(a \times y + b)$) dönüştürmesi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık seviyesi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

3.8. FİTOPLANKTONUN FONKSİYONEL GRUPLARI

Fitoplanktonu, taksonomik sınıflandırmanın dışında su kütlelerindeki fonksiyonlarına göre fonksiyonel gruplar altında toplamak, son yıllarda geliştirilen bir yaklaşımdır. Bu grupları temsil eden türlerin, göl ortamında çeşitli biyolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerin (karışım tabakasının derinliği, ışık, sıcaklık, P, N, Si, C, CO₂ ve grazing (otlama) baskısı gibi) farklı kombinasyonları için gereksinim sınırları az-çok belirlenmiştir. Reynolds vd. [2002] tarafından geliştirilen bu tasarıdaki bazı belirsizlikleri ve eksiklikleri Padisak vd. [2009] gidererek, fonksiyonel sınıflandırmanın uygulanmasını daha kolay bir hale getirmişlerdir. Bu fonksiyonel gruplar, habitatlar, bu grupları temsil eden türler ve türlerin hassasiyetleri Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Göl tiplerine göre fitoplanktonun fonksiyonel grupları [Padisak vd., 2009]

Grup	Habitat	Tipik Temsilcileri	Hassasiyetleri
A	Temiz, derin, tabanı fakir göller	<i>Urosolenia</i> spp., <i>Rhizosolenia</i> spp., <i>Brachysira vitrea</i> , <i>Acanthoceras</i> spp., <i>Thalassiosira</i> spp., <i>Cyclotella comensis</i> , <i>C. glomerata</i> , <i>C. baicalensis</i> , <i>C. ornata</i> , <i>C. minuta</i> , <i>C. rhomboideo-elliptica</i> , <i>C. wuethrichiana</i> , <i>C. stylorum</i> , <i>Cyclotella</i> sp., <i>Cyclostephanos</i> spp.	pH artışı
B	Mezotrofik küçük- ve-orta büyüklükteki göller	<i>Aulacoseira subarctica</i> , <i>A. islandica</i> , <i>A. hergozii</i> , <i>Stephanodiscus neoastraea</i> , <i>S. rotula</i> , <i>S. meyerii</i> , <i>S. minutulus</i> , <i>Cyclotella bodanica</i> , <i>C. comta</i> , <i>C. operculata</i> , <i>C. kuetzingiana</i> , <i>C. ocellata</i> , <i>Cyclotella/Discostella stelligera</i> , küçük <i>Cyclotella</i> spp.	Tabakalaşmanın başlangıcı
C	Ötrofik küçük- ve-orta büyüklükteki göller	<i>Asterionella formosa</i> , <i>Asterionella</i> sp., <i>Aulacoseira ambigua</i> , <i>A. ambigua</i> var. <i>ambigua</i> f. <i>spiralis</i> , <i>A. distans</i> , <i>Stephanodiscus</i> , <i>S. rotula</i> , <i>Cyclotella meneghiniana</i> , <i>C. ocellata</i>	Tabakalaşmanın başlangıcı
D	Sığ bulanık sular (nehirler de dahil)	<i>Synedra/Ulnaria acus</i> , <i>Synedra ulna</i> , <i>S. delicatissima</i> , <i>S. nana</i> , <i>Synedra</i> sp., <i>Nitzschia acicularis</i> , <i>N. agnita</i> , <i>Nitzschia</i> spp., <i>Fragilaria/Synedra rumpens</i> , <i>Encyonema silesiacum</i> , <i>Stephanodiscus hantzschii</i> , <i>Skeletonema potamos</i> , <i>S. subsalsum</i> , <i>Actinocyclus normannii</i>	
N	2-3 m kalınlığında sürekli veya yarı-sürekli karışan tabaka. Ortalama derinliği bu aralıkta veya daha büyük olan sığ göllerde veya karışım kriterinin yerine getirildiği tabakalaşmış göllerin epilimnionunda bu ilişki temsil edilebilir.	<i>Tabellaria</i> , <i>Cosmarium</i> spp., <i>Staurodesmus</i> spp., <i>Xanthidium</i> spp., <i>Pleurotaenium</i> spp.; <i>Teilingia</i> spp. ve <i>Spondylosium</i> spp. gibi planktonik <i>Staurastrum</i> türleri	

Çizelge 3.6. Devamı

NA	Daha alçak enlemlerdeki oligo-mesotrofik, atelomiktik çevreler	<i>Cosmarium</i> , <i>Staurodesmus</i> , <i>Staurastrum</i> gibi küçük desmidler	Destratifikasyon
P	N grubuna benzemekte fakat daha yüksek trofik durumlardaki habitat	<i>Fragilaria crotonensis</i> , <i>Fragilaria</i> spp., <i>Aulocoseira granulata</i> , <i>A. granulata</i> f. <i>curvata</i> , <i>A. granulata</i> var. <i>angustissima</i> , <i>Melosira lineata</i> , <i>Melosira</i> sp., <i>Staurastrum chaetoceras</i> , <i>S. pingue</i> , <i>S. planctonicum</i> , <i>S. gracile</i> , <i>Staurastrum</i> sp., <i>Closterium aciculare</i> , <i>C. acutum</i> , <i>C. acutum</i> var. <i>variabile</i> , <i>C. gracile</i> , <i>C. parvulum</i> , <i>C. pronum</i> , <i>C. navicula</i> , <i>Closterium</i> sp., <i>Closteriopsis acicularis</i> , <i>Spirotaenia condensata</i>	
MP	Sık sık karışan, inorganik maddelerce bulanık sığ göller	<i>Surirella</i> spp., <i>Campylodiscus</i> spp., <i>Fragilaria construens</i> , <i>Ulnaria ulna</i> , <i>Cocconeis</i> sp., <i>Gomphonema angustatum</i> , <i>Navicula cuspidata</i> , <i>Pleurosigma</i> sp., <i>Nitzschia sigmoidea</i> , <i>Eunotia incisa</i> , <i>Ulothrix</i> , <i>Ulothrichales</i> , <i>Lyngbya</i> sp., <i>Oscillatoria sancta</i> , <i>Oscillatoria</i> spp., <i>Pseudanabaena galeata</i> , <i>P. catenata</i> , <i>Cylindrospermum</i> cf. <i>muscicola</i> , <i>Chlorococcum infusorium</i> , <i>Achnanthes microcephala</i> , <i>Achnanthes</i> sp., <i>Desmidium laticeps</i> var. <i>quadrangulare</i>	
T	Sürekli karışan tabakalar. Işık artan düzeyde sınırlayıcı baskı oluşturmakta ve yazın derin göllerin temiz epilimnionunu kapsayan optik olarak derin, karışan çevreler.	<i>Geminella</i> spp., <i>Mougeotia</i> spp., <i>Tribonema</i> spp., <i>Planctonema lauterbornii</i> , <i>Mesotaenium chlamydosporum</i> , <i>Mesotaenium</i> sp.	

Çizelge 3.6. Devamı

T_C	Ötrofik durgun sular veya emergent makrofitli yavaş akan nehirler	<i>Oscillatoria</i> spp., <i>Phormidium</i> spp., <i>Lyngbya</i> spp., <i>Rivularia</i> spp., <i>Leptolyngbya</i> cf. <i>notata</i> , <i>Gloeocapsa punctata</i> gibi epifitik Cyanophyta üyeleri	
T_D	Mezotrofik durgun sular veya emergent makrofitli yavaş akan nehirler	Epifitik ve metafitik desmidler, filamentli yeşil algler ve sedimentte bulunan diyatomeler	
T_B	Çoğunlukla akarsu çevreleri	<i>Didymosphaenia geminata</i> , <i>Gomphonema</i> spp., <i>Fragilaria</i> spp., <i>Achnanthes</i> spp., <i>Surirella</i> spp., <i>Nitzschia</i> ve <i>Navicula</i> cinslerine ait birkaç tür, Pennales, <i>Gomphonema parvulum</i> , <i>Melosira varians</i> gibi epilitik diyatomeler	
S1	Bulanık, karışan çevreler. Bu grup sadece gölgeli yerlere adapte olmuş Cyanophyta üyelerini kapsar.	<i>Planktothrix agardhii</i> , <i>Planktothrix</i> sp., <i>Geitlerinema unigranulatum</i> , <i>G. amphibium</i> , <i>Geitlerinema</i> sp., <i>Limnothrix redekei</i> , <i>L. planctonica</i> , <i>L. amphigranulata</i> , <i>Pseudanabaena limnetica</i> , <i>Pseudoanabaena</i> sp., <i>Planktolyngbya limnetica</i> , <i>P. circumcreta</i> , <i>Planktolyngbya</i> spp., <i>Lyngbya</i> sp., <i>Jaaginema subtilissimum</i> , <i>Jaaginema quadripunctulatum</i> , <i>Limnothrichoideae</i> , <i>Phormidium</i> sp., <i>Isocystis pallida</i> , <i>Leptolyngbya tenue</i> , <i>L. antarctica</i> , <i>L. fragilis</i>	
S2	Sıg, sıcak ve oldukça alkalın sular	<i>Spirulina</i> spp., <i>Arthrospira platensis</i>	
S_N	Sıcak, karışan çevreler	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> , <i>C. catemaco</i> , <i>C. philippinensis</i> , <i>Cylindrospermopsis</i> sp., <i>Anabaena minutissima</i> , <i>Raphidiopsis mediterranea</i> , <i>Raphidiopsis/Cylindrospermopsis</i> , <i>Raphidiopsis</i> sp.	
Z	Oligotrofik göllerin metalimnionu veya daha üst hipolimnionu	<i>Synechococcus</i> spp., <i>Cyanobium</i> spp. gibi tek hücreli prokaryot pikoplankton	
Z_{MX}	Derin, subalpin oligotrofik göller	<i>Synechococcus</i> spp., <i>Ceratium hirundinella</i>	
X3	Sıg, iyi karışan oligotrofik çevreler	<i>Koliella</i> spp., <i>Chrysococcus</i> spp., <i>Chlorella</i> spp., <i>Chromulina</i> spp., <i>Ochromonas</i> spp., <i>Chrysidalis</i> sp., <i>Schroederia antillarum</i> , <i>S. setigera</i>	

Çizelge 3.6. Devamı

X2	Sığ, mezo-ötrofik çevreler	<i>Plagioselmis/Rhodomonas</i> , <i>Chrysochromulina</i> sp., <i>Carteria complanata</i> , <i>Chlamydomonas depressa</i> , <i>C. microsphaera</i> , <i>C. passiva</i> , <i>C. cf. muriella</i> , <i>C. planctogloea</i> , <i>C. sordida</i> , <i>Chlamydomonas</i> spp., <i>Pedimonas</i> sp., <i>Pteromonas variabilis</i> , <i>Pyramimonas tetraerhynchus</i> , <i>Spermatozoopsis exultans</i> , <i>Monas</i> , <i>Spermatozoopsis</i> sp., <i>Scourfeldia cordiformis</i> , <i>Katablepharis</i> , <i>Kephyrion</i> , <i>Pseudopedinella</i> , <i>Chrysolykos</i> , <i>Coccomonas</i> sp., <i>Ochromonas</i> sp., <i>Chroomonas</i> sp., <i>Cryptomonas pyrenoidifera</i> , <i>Cryptomonas brasiliensis</i>	
X1	Sığ, ötrofik-hipertrofik çevreler	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Chlorella homosphaera</i> , <i>Chlorella</i> sp., <i>Ankyra</i> spp., <i>Monoraphidium contortum</i> , <i>M. convolutum</i> , <i>M. griffithii</i> , <i>M. minutum</i> , <i>M. circinale</i> , <i>M. pseudomirabile</i> , <i>M. dybowskii</i> , <i>M. pseudobraunii</i> , <i>M. tortile</i> , <i>M. arcuatum</i> , <i>M. pusillum</i> , <i>M. cf. nanum</i> , <i>Monoraphidium</i> spp., <i>Chlorolobium</i> sp., <i>Didymocystis bicellularis</i> , <i>Ankistrodesmus</i> spp., <i>Pseudodidymocystis fina</i> , <i>Keryochlamys styriaca</i> , <i>Ochromonas cf. viridis</i> , <i>Choricystis minor</i> , <i>Choricystis cylindrata</i> , <i>Schroederia</i> sp., <i>Schroedriella setigera</i>	
X_{Ph}	Küçük, hatta geçici, iyi ışık alan, kalsiyumca zengin, alkalın göller	<i>Phacotus lenticularis</i> , <i>Phacotus</i> sp.	

Çizelge 3.6. Devamı

Y	Çoğunlukla büyük cryptomonadları ve küçük dinoflagellatları kapsayan bu grup, grazing baskısı az olan hemen hemen tüm lentik ekosistemlerde yaşamak için o habitatı temsil eden türlerin yeteneğini yansıtan habitatların geniş bir aralığına işaret eder.	<i>Cryptomonas</i> spp., <i>Glenodinium</i> spp., <i>Gymnodinium</i> spp., <i>Teleaulax</i> sp., <i>Komma caudata</i>	
E	Genellikle küçük, sığ, tabanı fakir göller veya heterotrofik havuzlar	<i>Dinobyron</i> spp., <i>Mallomonas</i> spp., <i>Salpingoeca</i> sp., <i>Epipyxis</i> sp., <i>Erkenia</i> , silisli Chrysophyceae üyeleri	
F	Temiz, derin bir şekilde karışan mezo-ötrofik göller	<i>Botryococcus braunii</i> , <i>B. terribilis</i> , <i>B. protuberans</i> , <i>B. neglectus</i> , <i>Botryococcus</i> , <i>Oocystis lacustris</i> , <i>O. parva</i> , <i>O. borgei</i> , <i>O. marina</i> , <i>Oocystis</i> spp., <i>Kirchneriella pseudoaperta</i> , <i>K. pinguis</i> , <i>K. lunaris</i> , <i>K. obesa</i> , <i>Kirchneriella</i> sp., <i>Coenochloris/Sphaerocystis</i> spp., <i>Pseudospaerocystis lacustris</i> , <i>Lobocystis planctonica</i> , <i>Dictyosphaerium</i> spp., <i>Eutetramorus</i> spp., <i>Nephroclamys</i> spp., <i>Nephrocystium</i> sp., <i>Willea wilhelmii</i> , <i>Elakatothrix</i> spp., <i>Eremosphaera tanganykae</i> , <i>Planktosphaeria gelatinosa</i> , <i>Micractinium pusillum</i> , <i>Treubaria triappendiculata</i> , <i>Fusola viridis</i> , <i>Coenococcus</i> , <i>Strombidium</i> sp., <i>Dimorphococcus</i> spp.	
G	Durgun su sütunlarındaki besince zengin şartlar; küçük ötrofik göller ve büyük nehirlerle beslenen havzalar ve toplama rezervuarlarındaki çok stabil bölgeler	<i>Eudorina</i> spp., <i>Volvox</i> spp., <i>Pandorina</i> spp., <i>Carteria</i> sp.	

Çizelge 3.6. Devamı

J	Sığ, karışan, besince zengin sistemler (bir çok düşük eğimli nehirleri de kapsar)	<i>Pediastrum</i> spp., <i>Coelastrum</i> spp., <i>Scenedesmus</i> spp., <i>Golenkinia</i> spp., <i>Actinastrum</i> spp., <i>Goniochlorys mutica</i> , <i>Crucigenia</i> spp., <i>Tetraedron</i> spp., <i>Tetrastrum</i> spp.	
K	Sığ, besince zengin su sütunları	Cyanophyta'nın <i>Aphanocapsa</i> , <i>Aphanothece</i> ve <i>Cyanodictyon</i> cinsleri, <i>Synechococcus nidulans</i> , <i>Synechococcus elongatus</i> , <i>S. elegans</i> , <i>Synechococcus</i> sp., <i>Synechocystis</i> spp., <i>Chlorella minutissima</i>	
H1	Ötrofik, düşük azot içerikli hem tabaklaşmış hem de sığ göller	<i>Anabaena flos-aquae</i> , <i>Anabaena affinis</i> , <i>A. circinalis</i> , <i>A. crassa</i> , <i>A. flos-aquae</i> , <i>A. planctonica</i> , <i>A. perturbata</i> , <i>A. schermetievi</i> , <i>A. solitaria</i> , <i>A. sphaerica</i> , <i>A. spiroides</i> , <i>A. viguieri</i> , <i>Anabaena</i> spp., <i>Anabaenopsis arnoldii</i> , <i>A. cunningtonii</i> , <i>A. elenkinii</i> , <i>A. tanganykae</i> , <i>Anabaenopsis</i> sp., <i>Aulosira</i> sp., <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>A. klebahnii</i> , <i>A. issatschenkoi</i> , <i>A. ovalisporum</i> , <i>A.aphanizomenoides/Anabaena aphanizomenoides</i> , <i>Aphanizomenon</i> spp.	
H2	Oligo-mezotrofik, derin, tabakalaşan göller veya iyi ışık şartlarına sahip mezotrofik sığ göller	<i>Anabaena lemmermannii</i> <i>Gloeotrichia echinulata</i>	
U	Üst tabakalarda besin kaynaklarının tükendiği fakat daha karanlık derin tabakalarda bulunduğu, tabakalaşan oligotrofik ve mezotrofik göller	<i>Uroglena</i> spp.	

Çizelge 3.6. Devamı

Lo	Derin ve sığ, oligotrofik-ötrofik, orta-geniş göller	<i>Peridinium cinctum</i> , <i>P. gatunense</i> , <i>P. incospicuum</i> , <i>P. umbonatum</i> , <i>P. williei</i> , <i>Peridinium volzii</i> , <i>Peridinium</i> spp., <i>Peridiniopsis durandi</i> , <i>P. elpatiewskyi</i> , <i>Gymnodinium uberrimum</i> , <i>G. helveticum</i> , <i>Ceratium hirundinella</i> , <i>Ceratium cornutum</i> , <i>Merismopedia glauca</i> , <i>M. minima</i> , <i>M. punctata</i> , <i>M. tenuissima</i> , <i>Merismopedia</i> spp., <i>Snowella lacustris</i> , <i>Woronichinia elorantae</i> , <i>W. naegeliana</i> , <i>Synechocystis aquatilis</i> , <i>Woronichinia</i> sp., <i>Chroococcus limneticus</i> , <i>C. turgidus</i> , <i>C. minutus</i> , <i>Chroococcus minor</i> , <i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> , <i>Coelosphaerium evidenter-marginatum</i> , <i>Coelosphaerium</i> sp., <i>Eucapsis minuta</i> , <i>Gomphosphaeria lacustris</i> , <i>Radiocystis fernandoi</i>	
Lm	Ötrofik-hipertrofik, küçük-orta büyüklükteki göller	<i>Microcystis</i> spp. ile birlikte bulunan <i>Ceratium hirundinella</i> , <i>C. furcoides</i> ; <i>Ceratium</i> ve <i>Microcystis</i> ile birlikte bulunan <i>Peridinium</i> cf. <i>cinctum</i> , <i>Gomphosphaeria</i> sp., <i>Coelomoron tropicalis</i>	
M	Ötrofik-hipertrofik, küçük-orta büyüklükteki su kütleleri	<i>Microcystis</i> türleri, <i>Sphaerocavum brasiliense</i>	
R	Derin oligotrofik-mezotrofik göllerin daha üst hipolimnionu veya metalimnionundaki tabaka altında	<i>Planktothrix rubescens</i> , <i>P. mougeotii</i>	
V	Ötrofik tabakalaşmış göllerin metalimnionunda veya meromiktik göllerin monimolimnionunda	<i>Chromatium</i> <i>Chlorobium</i>	
W1	Hayvan çiftliği veya lağımlardan gelen organik maddece zengin, küçük, geçici havuzlar	Dipten karışmayan Euglenoidler (<i>Euglena</i> spp., <i>Phacus</i> spp., <i>Lepocinclis</i> spp.); <i>Vacuolaria tropicalis</i> , <i>Gonium</i> spp.	
W2	Geçicici, mezo-ötrofik havuzlar, sığ göller	<i>Trachelomonas</i> spp. ve <i>Strombomonas</i> spp. gibi dipten karışan türler	

Çizelge 3.6. Devamı

Ws	Bitkisel maddelerin parçalanmasından ortaya çıkan organik maddece zengin (humik çevreler), asidik olmayan, geçici havuzlar	<i>Synura uvella</i> , <i>S. pettersonii</i>	
Wo	Birçok akuatik biyota için septik olan, ekstrem düzeyde organik maddece zengin nehirler ve havuzlar	<i>Chlamydomonas</i> , <i>Pyrobotrys</i> , <i>Chlorella</i> , <i>Polytoma</i> 'nın bazı türleri ve <i>Oscillatoria chlorina</i>	
Q	Küçük, asidik humik göller	<i>Gonyostomum</i> spp., <i>G. semen</i> , <i>Heterosigma</i> cf. <i>akashiwo</i>	

A grubu temiz su alglerini içerir. **B** grubu mezotrofik göllere ait Bacillariophyta üyelerini, **C** grubu ise ötrofik göllere ait Bacillariophyta üyelerini temsil eder. **D** grubunda yer alan Bacillariophyta üyeleri, çoğunlukla sığ ve bulanık sularda bulunurlar. **N** ve **P** grubu üyeleri karışımın fazla olduğu göllerde yer alırlar. **P** grubu türleri, **N** grubunda yer alan türlere göre trofik durumu daha yüksek sularda bulunurlar. **T** grubuna ait türler sürekli karışan, derin ve iyi ışık alan temiz göllerde, **S1** grubunda yer alan Cyanophyta üyeleri bulanık ve karışan sularda bulunurlar. **Z** grubu oligotrofik göllere ait Cyanophyta üyelerini içerir. **X3** grubuna ait türler sığ oligotrofik sularda, **X2** grubuna ait türler sığ mezotrofik-ötrofik sularda, **X1** grubuna ait türler ise sığ ötrofik-hipertrofik sularda bulunurlar. **Y** grubu üyeleri *Cryptomonas* türlerini ve küçük dinoflagellatları içerir. **E** grubu sığ ve küçük göllerde bulunan bazı Chrysophyceae üyelerini, **F** grubu mezotrofik-ötrofik göllere ait Chlorophyta üyelerini temsil eder. **G** grubunda yer alan Chlorophyta üyeleri besince zengin durgun sularda bulunurlar. **J** grubu sığ, besince zengin göllerde ve yavaş akan nehirlerde bulunan Chlorophyta üyelerini içerir. **K** grubu sığ ve besince zengin göllerde bulunan küçük hücreli Cyanophyta üyelerini temsil eder. **H1** grubu azotça fakir sığ ve tabakalaşmış ötrofik göllerde bulunan *Aphanizomenon* ve *Anabaena* türlerini kapsar. **H2** grubunda yer alan Cyanophyta üyeleri oligotrofik-mezotrofik göllerde bulunurlar. **Lo** grubu üyeleri oligotrofik-ötrofik göllerde, **L_M** ve **M** grubu ötrofik-hipertrofik göllerde yer alırlar. **R** grubu derin oligotrofik-mezotrofik göllerde bulunan *Planktothrix* üyelerini temsil eder.

3.9. TROFİK DURUM İNDEKSİ

Bir gölün trofik (beslenme) durumunun belirteci, gölün produktivitesidir. Produktiviteyi etkileyen/düzenleyen faktörler belirlenerek göller bir trofik durum sınıfına dahil edilebilir. Trofik durum kavramına göre göller, birinden diğere sürekli olarak ilerleyen bir trofik akış dizisi (oligotrofik-mezotrofik-ötrofik-hipertrofik) içerisinde yer alırlar. Göllerin trofik yapılarının belirlenmesinde klorofil-*a*, toplam fosfor ve seki diski derinliği en yaygın kullanılan değişkenlerdir. Carlson [1977], trofik durumu, belirli bir yer ve zamanda bir su kütleindeki canlı biyolojik materyalin toplam ağırlığı (biyomas) olarak ifade etmektedir. Bu araştırıcı, alg biyomasının ve biyoması etkileyen faktörlerin (klorofil-*a*, toplam fosfor ve seki diski derinliği) konsantrasyonunu logaritmik tabanlı hesaplamalarla 0-100 aralığında yer alan bir indekse dönüştürmüştür (Çizelge 3.7). Carlson'un trofik durum indeksini (TSI) hesaplamak için aşağıdaki üç eşitlik kullanılır.

$$\text{TSI (SD)} = 60 - 14.41 [\ln \text{ Seki diski (metre)}]$$

$$\text{TSI (CHL)} = 9.81 [\ln \text{ Klorofil-}a \text{ (}\mu\text{g/l)}] + 30.6$$

$$\text{TSI (TP)} = 14.42 [\ln \text{ Toplam fosfor (}\mu\text{g/l)}] + 4.15$$

Çizelge 3.7. Carlson'un trofik durum indeksi (TSI) tablosu [Carlson, 1977].

TSI	KI-a (µg/l)	Seki D. (m)	T. Fosfor (µg/l)	Niteliği	Su Temini	Balıkçılık ve Rekreasyon
<30	<0.95	>8	<6	Oligotrofi: Su berrak, hipolimnionda oksijen yıl boyunca bol	Su filtrelenmeden kullanma suyu amacıyla kullanılabilir	Salmon balıkçılığı baskın
30-40	0.95-2.6	8-4	6-12	Sığ göllerde hipolimnion anoksik olabilir		Yalnızca derin göllerde salmonid balıkçılığı
40-50	2.6-7.3	4-2	12-24	Mezotrofi: Su orta derecede berrak; yaz boyunca hipolimnionda anoksia oluşabilir	Demir, mangan, tat ve koku problemleri artar. Bulanıklıktan dolayı suyun filtrelenmesi gerekir.	Hipolimnetik anoksia salmonların kaybına neden olur
50-60	7.3-20	2-1	24-48	Ötrofi: Hipolimnion anoksik, makrofit problemi olabilir		Yalnızca sıcak su balıkları. Levrek baskın olabilir
70-80	20-56	0.5-1	48-96	Mavi-yeşil algler baskın, alg yığınları ve makrofit problemleri	Ağır tat ve koku problemleri	Makrofitler, alg yığınları ve düşük ışık geçirgenliği insanları yüzmeye ve tekne turlarından caydırabilir
70-80	56-155	0.25-0.5	96-192	Hipertrofi: Produktivite ışıkla sınırlanır. Yoğun alg ve makrofit gelişimi		
>80	>155	<0.25	192-384	Alg yığınları, az miktarda makrofit		Kaba balıklar baskın; yaz boyunca balık ölümleri meydana gelebilir

4. BULGULAR

4.1. SU KALİTE PARAMETRELERİ

4.1.1. Sıcaklık

Göllerde su sıcaklığı, mevsimlere, gölün coğrafik konumuna, derinliğine, yüzey alanına, içinde erimiş halde bulunan madensel tuzlara ve absorbe edilen güneş ışığına bağlı olarak değişebilir [Cirik ve Cirik 2008].

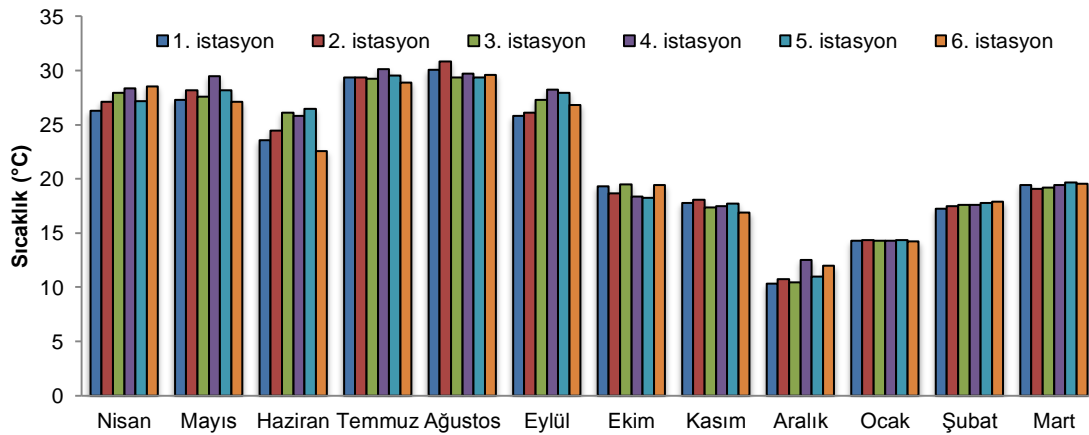
Yapılan ölçümler sonucu, sıcaklık parametrelerinin istasyonlardaki en düşük ve en yüksek (Min-Mak), ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerlerinin değişimi Çizelge 4.1’de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. İstasyonlara göre sıcaklık değerlerinin dağılımı ($^{\circ}$ C)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	10,4 - 30,1	21,8 \pm 6,3
2	10,8 - 30,9	22,1 \pm 6,5
3	10,5 - 29,4	22,2 \pm 6,5
4	12,5 - 30,2	22,6 \pm 6,6
5	11,0 - 29,6	22,3 \pm 6,5
6	12,0 - 29,6	22,0 \pm 6,1

Yapılan istatistiksel analiz sonucu ortalama T değerlerinin istasyonlar arasındaki değişiminin önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$) (Çizelge 4.1).

Su sıcaklık değerleri, en yüksek 30,87 $^{\circ}$ C ile Ağustos ayında 2. istasyonda, en düşük ise 10,35 $^{\circ}$ C ile Aralık ayında 1. istasyonda gerçekleşmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Sıcaklık değerlerinin aylara göre dağılımı

4.1.2. pH

Suyun asitlik özelliğinin bir göstergesi olan pH, canlı yaşamını etkileyen önemli faktörlerdendir. Herhangi bir şekilde kirletilmemiş olan göl sularında pH değeri 6–9 arasında değişir. Bir-çok balık türü pH 6.5-8.5 aralığında olan sularda iyi bir gelişim gösterirken [Arrignon, 1976; Dauba, 1981], pH'ı 10.8'den yüksek ve 5.0'dan düşük sular sazangiller (özellikle sazan) için öldürücü etki yaratmaktadır [Svobodá vd., 1993].

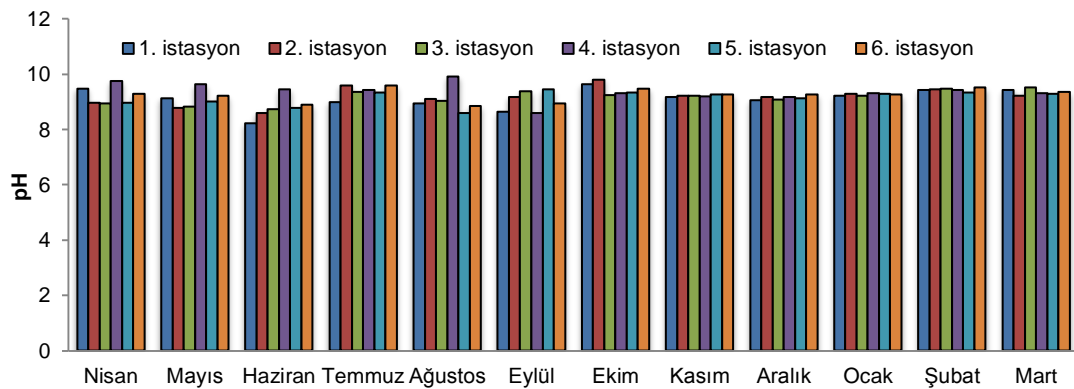
Yapılan ölçümler sonucu, pH parametrelerinin istasyonlarda ki en düşük ve en yüksek (Min-Mak), ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerleri Çizelge 4.2'de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. İstasyonlara göre pH değerlerinin dağılımı

İstasyon	Min-mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	8,6 – 9,6	9,2 \pm 0,3
2	8,6 – 9,8	9,2 \pm 0,3
3	8,7 – 9,5	9,2 \pm 0,3
4	9,2 – 9,9	9,4 \pm 0,2
5	8,6 – 9,4	9,1 \pm 0,3
6	8,9 – 9,6	9,2 \pm 0,2

pH değerleri, 8,23-9,92 aralığında değişim gösterirken, en düşük Haziran ayında 1. istasyonda, en yüksek pH değeri ise Ağustos ayında 4. istasyonda ölçülmüştür(Şekil 4.2).

Yapılan istatistiksel analiz sonucu pH değerleri bakımından istasyonlar arasında önemli bir farkın bulunmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$) (Çizelge 4.2).



Şekil 4.2. pH değerlerinin aylara göre dağılımı

4.1.3. Çözünmüş Oksijen

Çözünmüş oksijen konsantrasyonu suyun kirlenme derecesini, sudaki organik madde konsantrasyonunu ve suyun kendi kendini ne derece temizleyebileceğini ifade eder [Ünlü vd., 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].

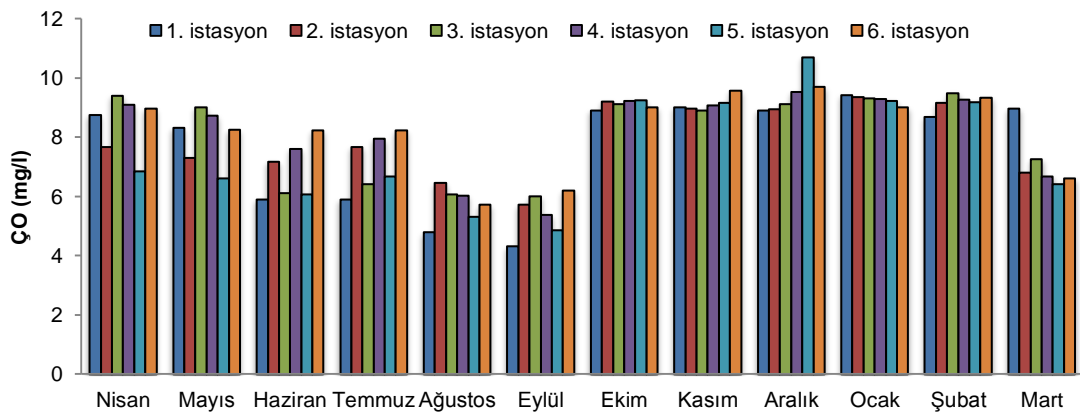
Yapılan ölçümler sonucu, ÇO parametrelerinin istasyonlardaki en düşük ve en yüksek (Min-Mak), ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerlerinin değişimi Çizelge 4.3’de, istasyonların aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.3’de; verilmiştir.

Çizelge 4.3. İstasyonlara göre çözünmüş oksijen değerleri (mg/l)

İstasyon	Min-mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	4,3 – 9,4	7,7 \pm 1,9
2	5,7 – 9,4	7,9 \pm 1,2
3	6,0 – 9,5	8,0 \pm 1,5
4	5,4 – 9,5	8,2 \pm 1,4
5	4,9 – 10,7	7,5 \pm 1,9
6	5,7 – 9,7	8,2 \pm 1,3

Yapılan istatistiksel analiz sonucu ÇO değerlerinin istasyonlardaki değişiminin önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$) (Çizelge 4.3).

Yapılan aylık ölçümler sonucunda ÇO değerleri, 4,31-10,7 mg/l aralığında değişirken, en düşük ölçüm Eylül ayında 1. istasyonda, en yüksek ise Aralık ayında 5. istasyonda gözlenmiştir(Şekil 4.3).



4.1.4. Tuzluluk

Tuzluluk suyun yoğunluğunu arttırdığı için, tuzlu su daha hafif olan yüzey tabakasının altında kalır. Böylece oluşan yoğunluk nedeniyle gölün tam olarak karışmasına karşı güçlü bir direnç oluşur. Bu yüzden, aynı sıcaklıktaki tatlı su göllerine göre, tabakalaşmanın bozulması için daha fazla rüzgar enerjisi gerekir [Goldman ve Horne, 1983].

Yapılan ölçümler sonucu, tuzluluk parametrelerinin istasyonlardaki en düşük ve en yüksek (Min-Mak), ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerlerinin değişimi Çizelge 4.4’de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.4’de verilmiştir.

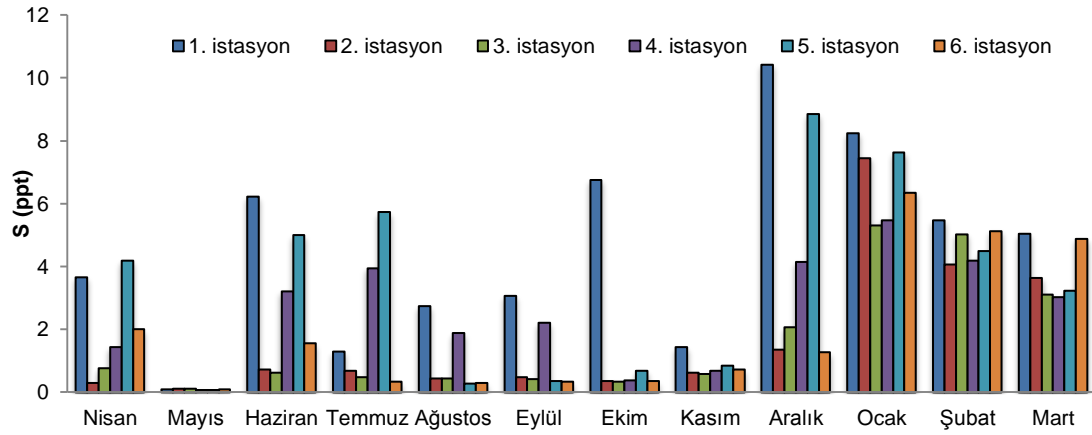
Çizelge 4.4. İstasyonlara göre tuzluluk değerleri (ppt)

İstasyon	Min-mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	0,1 – 10,4	4,5 \pm 3,1 ^a
2	0,1 – 4,1	1,2 \pm 1,4 ^b
3	0,1 – 5,3	1,6 \pm 1,9 ^b
4	0,1 – 5,5	2,6 \pm 1,7 ^{ab}
5	0,1 – 8,9	3,4 \pm 3,0 ^{ab}
6	0,1 - 6,4	1,9 \pm 2,2 ^{ab}

*a ve b harfleri istasyonlar arası farkı göstermektedir

Tuzluluk değerlerinin istasyonlardaki değişimi istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilirken, bu farklılık istasyon 1 ile istasyon 2 ve 3 arasında olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$) Buna karşın istasyonlar 4, 5 ve 6 orta tuzluluk değerleriyle karakterize olmuş ve diğer istasyonlara göre istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermemişlerdir ($p > 0,05$) (Çizelge 4.4).

Tuzluluk değerleri yıl boyunca en yüksek 10,42 ppt Aralık ayında 1. istasyonda en düşük ise 0,07 ppt ile Mayıs ayında 5. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Tuzluluk değerlerinin aylara göre dağılımı

4.1.5. Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenliğin birimi $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir. Elektriksel iletkenlik sıcaklığa, su içindeki çözülmüş maddelere ve iz haldeki çözelti içeriklerine bağlı olarak değişebilir. Suyun elektriksel iletkenliğin düşük olması nedeni ile hidrojeokimyada microsiemens (μS) birimi kullanılır. Saf su $25\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta $4,2 \times 10^{-2}\text{ }\mu\text{S}/\text{cm}$ elektriksel iletkenlik değerine sahiptir [WHO, 1993].

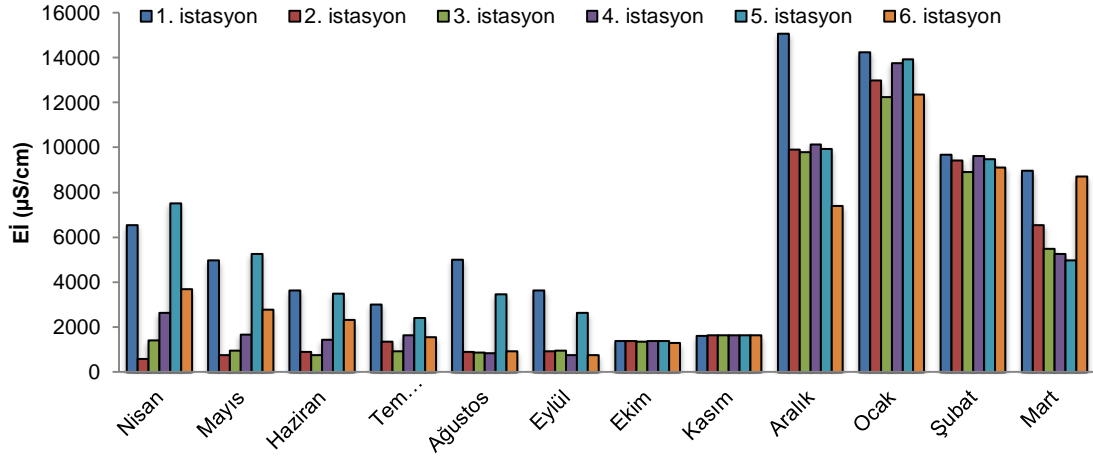
Yapılan ölçümler sonucu, Eİ parametrelerinin istasyonlardaki en düşük ve en yüksek (Min-Mak), ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerlerinin değişimi Çizelge 4.5'de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. İstasyonlara göre elektrik iletkenliği değerleri ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	1395 – 15062	6484 \pm 4594
2	595 - 12977	3944 \pm 4490
3	759 - 12258	3779 \pm 4210
4	759 – 13763	4237 \pm 4449
5	1379 – 13928	5516 \pm 3917
6	752 - 12365	4382 \pm 3946

İstatistiksel analizler sonucu elektriksel iletkenlik değerlerinin istasyonlar arasındaki farkının anlamsız olduğu tespit edilmiştir ($p > 0,05$) (Çizelge 4.5).

Yıl boyunca izlenen elektriksel iletkenlik değeri, en yüksek 15062 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ile Aralık ayında 1. istasyonda, en düşük 595 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ile Nisan ayında 2. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Elektriksel iletkenlik değerlerinin aylara göre dağılımı

4.1.6. Toplam Çözünmüş Katı Madde

Toplam çözünmüş katılar (TDS) doğal kaynaklardan, evsel ve endüstriyel atık sulardan ve tarımsal alanlardan kaynaklanır. Toplam çözünmüş katı madde miktarına katkıda bulunan başlıca iyonlar karbonat, bikarbonat, klorür, sülfat, nitrat, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve benzerleridir. Ayrıca silt, kil, organik yapıdaki küçük partiküller, inorganik maddeler, çözünebilen organik bileşikler, plankton ve diğer mikroskobik organizmalar TDS'yi oluştururlar [Anonim, 2004].

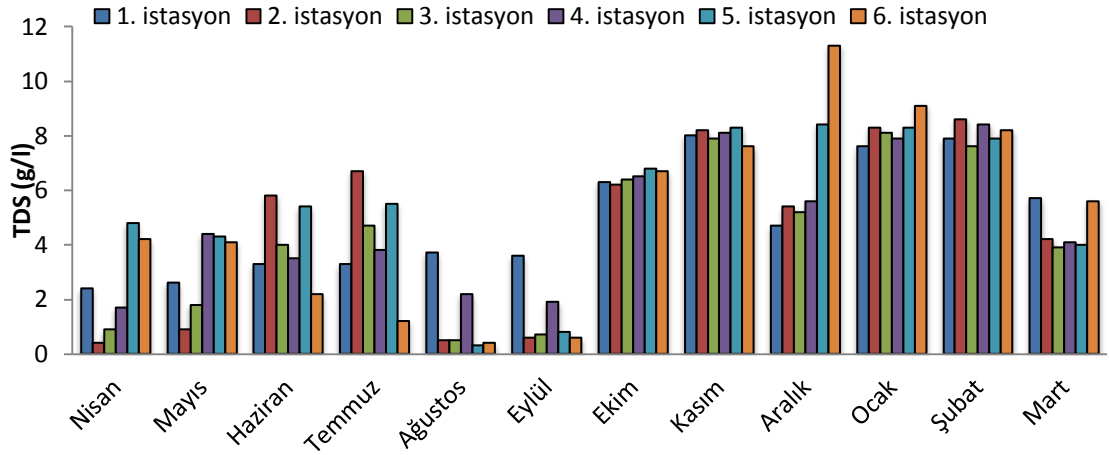
Yapılan ölçümler sonucu, TDS değerlerinin istasyonlardaki en düşük ve en yüksek (Min-Mak), ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerlerinin değişimi Çizelge 4.6'da, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. İstasyonlara göre toplam çözünmüş katı madde değerleri (g/l)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	2,4 – 8,0	4,9 \pm 2,1
2	0,4 – 8,6	4,7 \pm 3,2
3	0,5 – 8,1	4,3 \pm 2,8
4	1,7 – 8,4	4,8 \pm 2,4
5	0,3 – 8,4	5,4 \pm 2,8
6	0,4 – 11,3	5,1 \pm 3,6

TDS değerlerinin istasyonlar arasındaki değişiminin istatistiksel açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$)(Çizelge 4.6).

Yıl boyunca izlenen TDS değerleri, en yüksek 11,3 g/l ile Aralık ayında 6. istasyonda, en düşük 0,3 g/l ile Ağustos ayında 5. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. TDS değerlerinin aylara göre dağılımı

4.1.7. Toplam Sertlik

Suların içinde erimiş halde bulunan kalsiyum ve magnezyum tuzlarından kaynaklanan sertlik (acılık), suyun içme, endüstri ve hizmet alanında kullanımı için önemli bir kalite özelliğidir. Su ürünleri açısından sert sular uygun olmayıp su ortamında bulunabilecek zehirli maddelerin etkisini arttırmaktadır [Göksu, 2003].

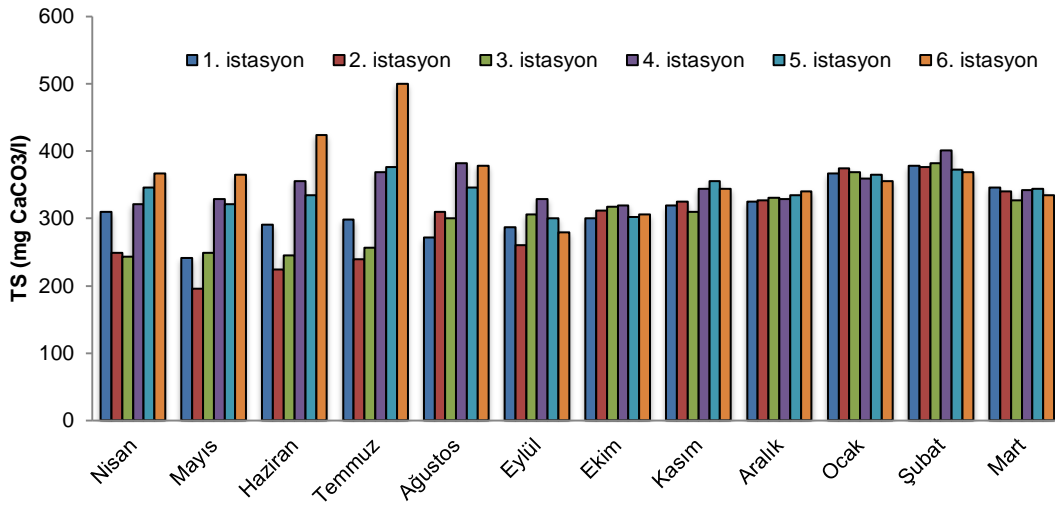
Yapılan ölçümler sonucu, toplam sertlik parametrelerinin istasyonlardaki en düşük ve en yüksek (Min-Mak), ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerlerinin değişimi Çizelge 4.7’de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. İstasyonlara göre toplam sertlik değerlerinin dağılımı (mg CaCO₃/l)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	241- 378	311 \pm 39 ^{ab}
2	196 – 376	294 \pm 59 ^b
3	243– 382	303 \pm 47 ^{ab}
4	319– 401	348 \pm 26 ^a
5	300 – 376	341 \pm 25 ^{ab}
6	306 – 378	351 \pm 22 ^a

İstatistiksel analizler sonucu toplam sertlik değerleri istasyonlar arasındaki değişimi anlamlı farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,05$). Bu farklılıkların 2. istasyon ile 4. ve 6. istasyonlar arasında olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). 1.,3. ve 5. istasyonların hem birbirine hem de diğer istasyonlara benzer olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$) (Çizelge 4.7).

Toplam sertlik, en yüksek 499,7 mg CaCO₃/l ile Temmuz ayında 6. istasyonda, en düşük 195,7 mg CaCO₃/l ile Mayıs ayında 2. istasyonda tespit edilmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Toplam sertlik değerlerinin aylara göre dağılımı

4.1.8. Toplam Alkalinite

Suyun toplam alkalinitesi titre edilebilir bazların toplam konsantrasyonlarının bir indeksidir. Doğal suların alkalinite değerleri 5 ile 500 mg/l CaCO₃ arasındadır ve su havzasının jeolojisi ile yakından ilişkilidir. Çoğu sulara karbonat (CO₃²⁻) ve bikarbonat (HCO₃⁻) sulara alkalilik verir [Boyd ve Tucker 1998].

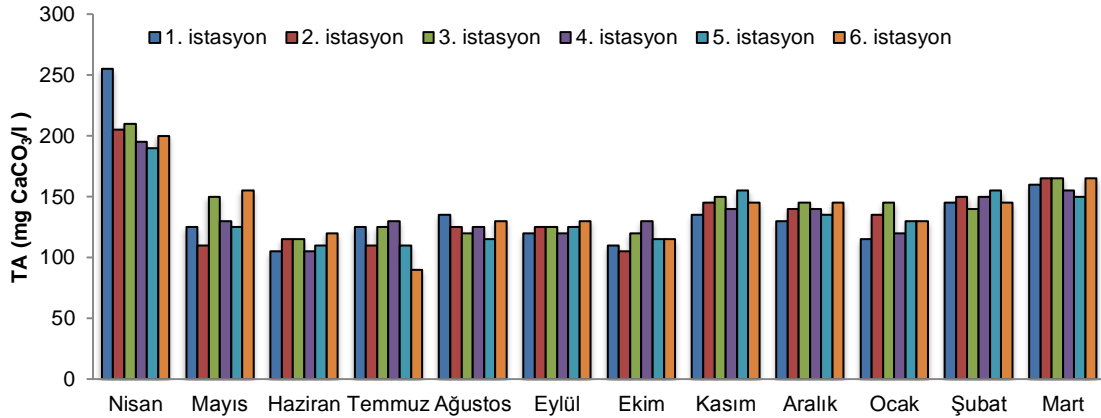
Yapılan ölçümler sonucu, toplam alkalinite parametrelerinin istasyonlardaki en düşük ve en yüksek (Min-Mak), ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerlerinin değişimi Çizelge 4.8'de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. İstasyonlara göre toplam alkalinite değerleri (mg CaCO₃/l)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama±Std Sap.
1	105 – 160	128 ± 16
2	105 – 205	136 ± 28
3	115 – 165	136 ± 16
4	105 – 155	131 ± 14
5	110 – 190	135 ± 24
6	90 – 165	134 ± 21

Toplam alkalinite değerlerinin istasyonlar arasındaki değişimi istatistiksel açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$)(Çizelge 4.8).

Yıl boyunca istasyonlarda belirlenen toplam alkalinite değerleri en düşük 90 mg CaCO₃/l ile Temmuz ayında 6. istasyonda, en yüksek değer 255 mg CaCO₃/l ile Nisan ayında 1. istasyonda kaydedilmiştir(Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Toplam alkalinite değerlerinin aylara göre dağılımı

4.1.9. Askıda Katı Madde

Suda bulunan askıda katı madde (AKM) miktarına etki eden faktörler fitoplankton yoğunluğu ve göle ulaşan sel sularıdır. AKM miktarının aşırı artması balıklarda solungaç gibi hassas dokuların zarar görmesine, yavru ve yumurta ölümlerine yol açmaktadır [Alabaster ve Lloyd, 1980].

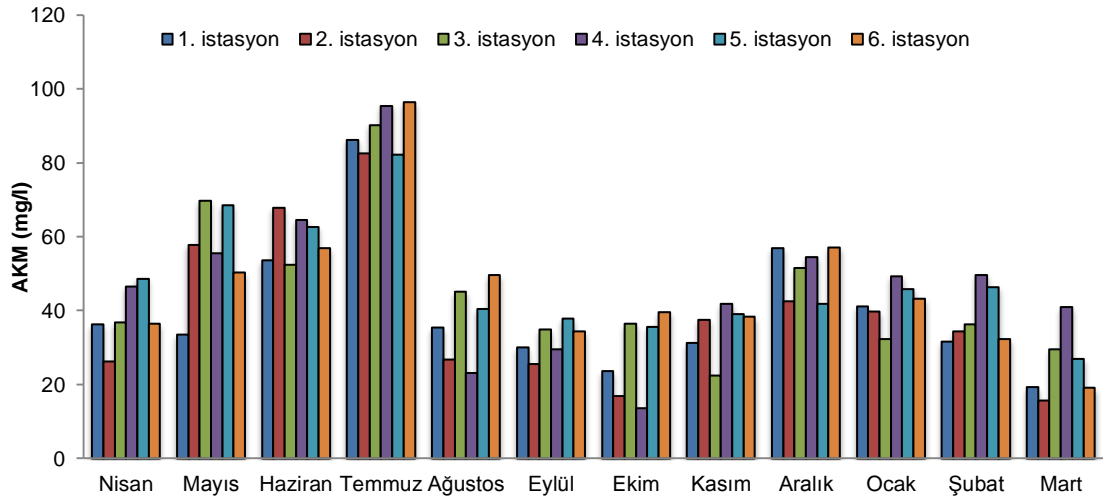
Yapılan ölçümler sonucu, AKM değerlerinin istasyonlarda ki en düşük ve en yüksek (Min-Mak), ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerlerinin değişimi Çizelge 4.9'da, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. İstasyonlara göre AKM değerleri (mg/l)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama±Std Sap.
1	19,3 – 56,9	35,7 ± 11,3
2	15,7 – 82,6	39,5 ± 20,5
3	22,5 – 69,8	40,7 ± 13,2
4	13,6 – 64,6	42,7 ± 15,2
5	27,0 – 82,2	48,0 ± 15,6
6	19,1 – 57,2	41,6 ± 11,4

İstatistiksel analizler sonucu askıda katı madde değerlerinin istasyonlar arasındaki farkının anlamsız olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$) (Çizelge 4.9).

Çalışma süresince AKM değerleri en yüksek 96,4 mg/l ile Temmuz ayında 6. istasyonda, en düşük 13,6 mg/l ile Ekim ayında 4. istasyonda kaydedilmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. AKM değerlerinin aylara göre dağılımı

4.1.10. Secchi Diski Derinliği

Seki diski (SD), suyun turbiditesini ve ışık geçirgenliğini ölçmede kullanılan en basit yöntemlerden biridir. Suyun ışık geçirme özelliği, akuatik ortamda beslenme zincirinin ilk halkasını oluşturan fitoplankton ve diğer su bitkileri tarafından kullanılan ışığın miktarı bakımından çok önemlidir [Cirik ve Cirik, 2008].

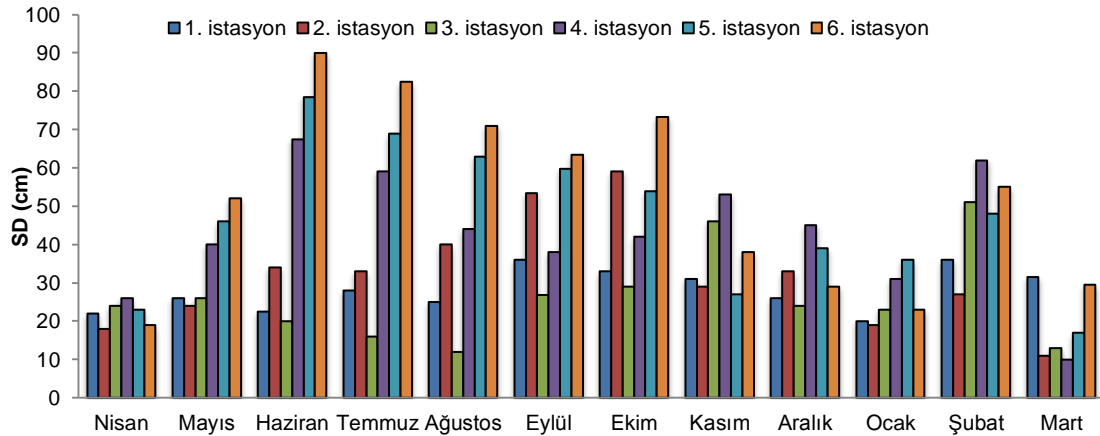
Yapılan ölçümler sonucu, SD derinliğinin istasyonlarda ki en düşük ve en yüksek (Min-Mak), ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerlerinin değişimi Çizelge 4.10'de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.10'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. İstasyonlara göre secchi diski derinliği değerleri (cm)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	20 – 36	28,1 \pm 5,4 ^{bc}
2	11 – 59	31,7 \pm 14,0 ^{bc}
3	12 – 51	25,9 \pm 11,9 ^c
4	10– 68	43,1 \pm 16,2 ^{abc}
5	17 – 79	46,7 \pm 19,1 ^{ab}
6	19 – 90	52,1 \pm 24,3 ^a

İstatistiksel analizler sonucu SD değerleri istasyonlar arasındaki değişiminin anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Buna göre 1 ve 2 nolu istasyonların 6 nolu istasyondan; 3 nolu istasyonun ise 5 ve 6 nolu istasyonlardan farklı olduğu ($p < 0,05$), diğer istasyonlar önemli düzeyde ayırt edilememiştir ($P > 0,05$) (Çizelge 4.10).

SD değerleri yıl boyunca en yüksek 90 cm ile Haziran ayında 6. istasyonda en düşük ise 10 cm ile Mart ayında 4. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Secchi diski derinliğinin aylara göre dağılımı

4.1.11. Klorofil-a

Sucul ekosistemlerde fitoplankton yoğunluğunun en iyi göstergelerinden bir tanesi klorofil-a miktarıdır [Odabaşı ve Büyükkateş 2009]. Klorofil-a birincil üretimi (primer produktivite) ve ötrofikasyon seviyelerini gösteren önemli su

parametrelerinden biridir. Bir rezervuarda herhangi bir zamanda ve herhangi bir noktada gözlenen klorofil-*a* konsantrasyon seviyeleri, göl suyu içerisindeki etkileşimler ve çok sayıda fiziksel, kimyasal ve biyolojik mekanizmaları içeren karmaşık olaylar sonucunda açığa çıkar [Wetzel, 1983].

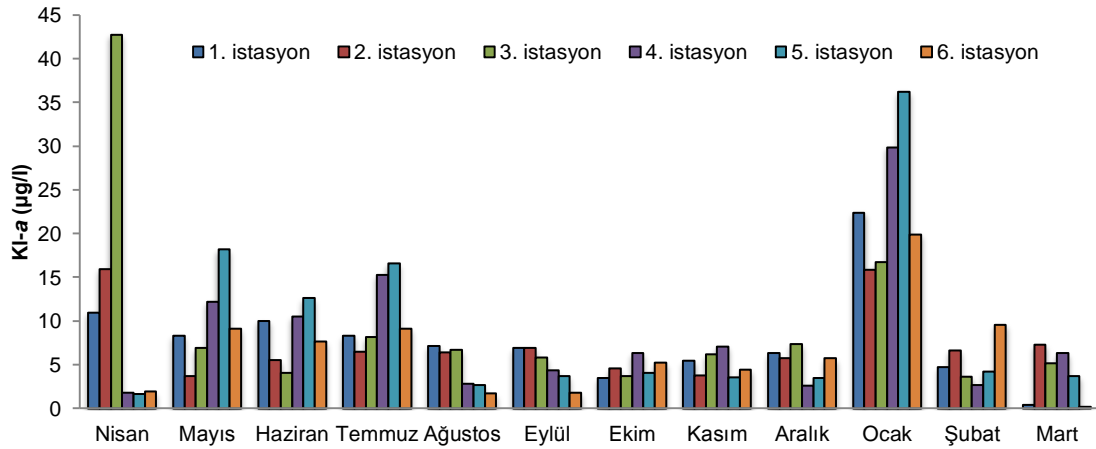
Yapılan ölçümler sonucu, Klorofil-*a* değerlerinin istasyonlarda ki en düşük ve en yüksek (Min-Mak), ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerlerinin değişimi Çizelge 4.11’de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. İstasyonlara göre klorofil-*a* değerlerinin dağılımı ($\mu\text{g/l}$)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	0,4 – 11	6,6 \pm 3,0
2	3,8 – 7,3	5,7 \pm 1,3
3	3,7 – 8,2	5,8 \pm 1,6
4	1,8 – 15,3	6,6 \pm 4,4
5	1,7 – 18,2	6,8 \pm 6,0
6	0,2 – 19,9	6,4 \pm 5,4

Klorofil-*a* değerlerinin istasyonlar arasındaki değişimi istatistiksel anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$)(Çizelge 4.11).

Klorofil-*a* değerleri çalışma süresince 0,22-42,73 $\mu\text{g/l}$ aralığında değişirken en düşük değer Mart ayında 6. istasyonda, en yüksek ise Nisan ayında 3. istasyonda saptanmıştır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Klorofil-*a* değerlerinin aylara göre dağılımı

4.1.12. Kimyasal Oksijen İhtiyacı

Özellikle kıyılarda ve karasal deşarj noktalarında kirliliğin bir göstergesi olan KOİ, doğal ve kirletici organik yükün kuvvetli kimyasal oksitleyicilerle parçalanması sırasında kullanılan oksijen miktarını ifade etmektedir. Sudaki organik maddenin asidik ortamda potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ile oksitlenmesi için tüketilen oksijen miktarına suyun “kimyasal oksijen ihtiyacı” denir [Yaramaz, 1992; Egemen ve Sunlu, 1999].

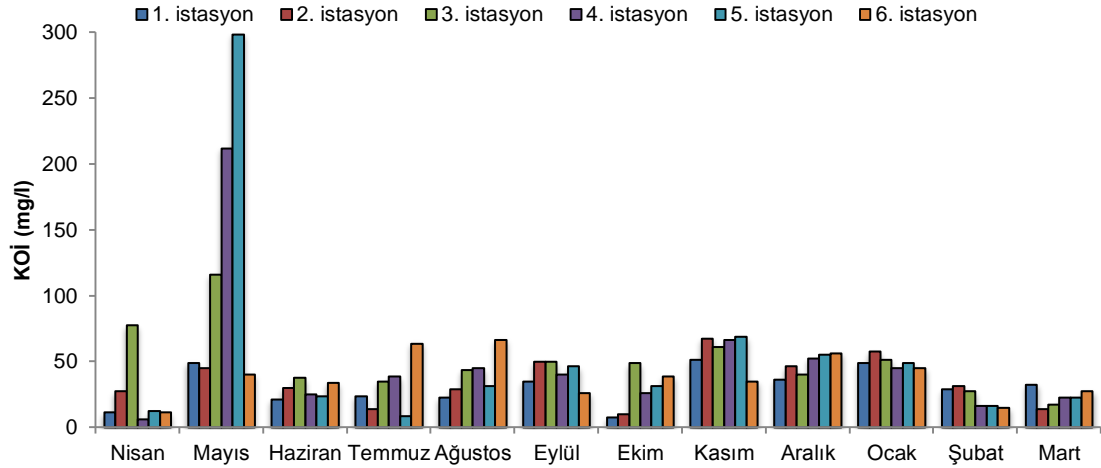
Yapılan ölçümler sonucu, KOİ değerlerinin istasyonlardaki en düşük ve en yüksek (Min-Mak), ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerlerinin değişimi Çizelge 4.12’de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. İstasyonlara göre KOİ değerlerinin dağılımı (mg/l)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	7,5 – 51,3	30,6 \pm 14,3
2	10 – 67,5	35,1 \pm 18,3
3	17,5 – 77,5	44,5 \pm 16,3
4	6,2 – 66,3	34,9 \pm 17,4
5	8,8 – 68,8	33,2 \pm 19,2
6	11,3– 66,3	38,2 \pm 17,5

KOİ değerlerinin istasyonlar arasındaki değişimi istatistiksel yönden önemsiz olduğu saptanmıştır ($p>0,05$)(Çizelge 4.12).

Yıl boyunca KOİ değerleri en yüksek Mayıs ayında 5. istasyonda, en düşük ise Nisan ayında 4. istasyonda gözlenmekle birlikte 6,25-298 mg/l olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. KOİ değerlerinin aylara göre dağılımı

4.1.13. Nitrit Azotu

Nitrit, amonyum azotunun gram negatif kemoototrofik aerobik bakteriler tarafından iki basamaklı oksidasyon olayı olan nitrifikasyon olayının orta ürünüdür. Ortamda birikim yapmaz ve ara ürün olduğundan hemen nitrata dönüşür [Boyd ve Tucker, 1998].

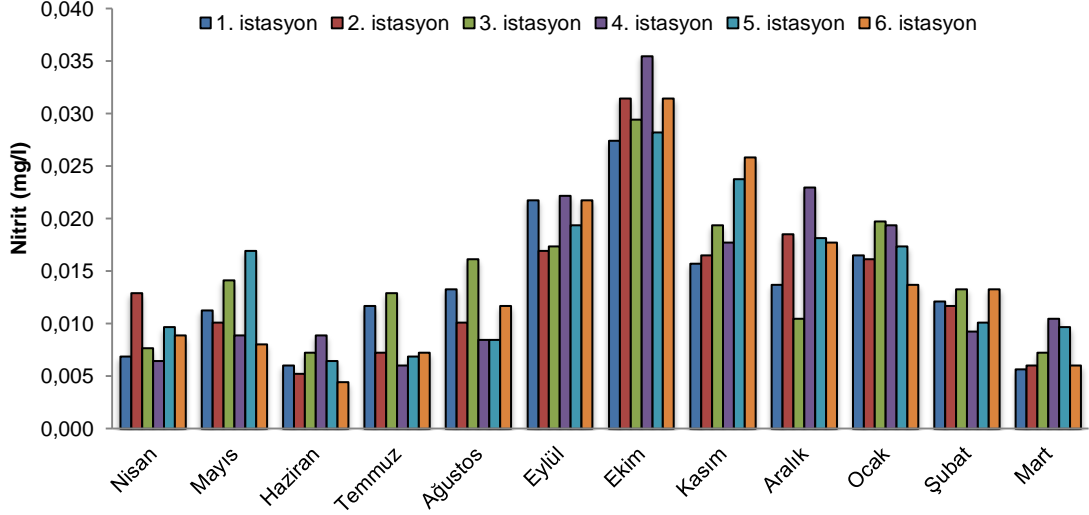
Yapılan ölçümler sonucu, Nitrit azotu (NO_2) değerlerinin istasyonlardaki en düşük ve en yüksek (Min-Mak), ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerlerinin değişimi Çizelge 4.13’de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. İstasyonlara göre nitrit azotu değerlerinin dağılımı (mg/l)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	0,006 – 0,027	0,014 \pm 0,006
2	0,005 – 0,019	0,012 \pm 0,005
3	0,007 – 0,029	0,015 \pm 0,006
4	0,006 – 0,036	0,015 \pm 0,009
5	0,006 – 0,028	0,015 \pm 0,007
6	0,004 – 0,031	0,014 \pm 0,008

NO_2 değerlerinin istasyonlar arasındaki değişimi istatistiksel anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$)(Çizelge 4.13).

NO₂ değerleri, en yüksek 0,036 mg/l ile 4. istasyonda Ekim ayında, en düşük 0,004 mg/l ile Haziran ayında 6. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Nitrit azotu değerlerinin aylara göre dağılımı

4.1.14. Toplam Azot

Toplam azot, göllerin trofik durum sınıflandırmasında yaygın olarak kullanılan değişkenlerden biridir. Farklı azot formlarının oransal konsantrasyonları suyun durumu hakkında kullanışlı bir göstergedir. Biyolojik analizlerden önce suyun azot içeriğinin belirlenmesi çok sık kullanılan bir uygulamadır [Tebbutt, 1998].

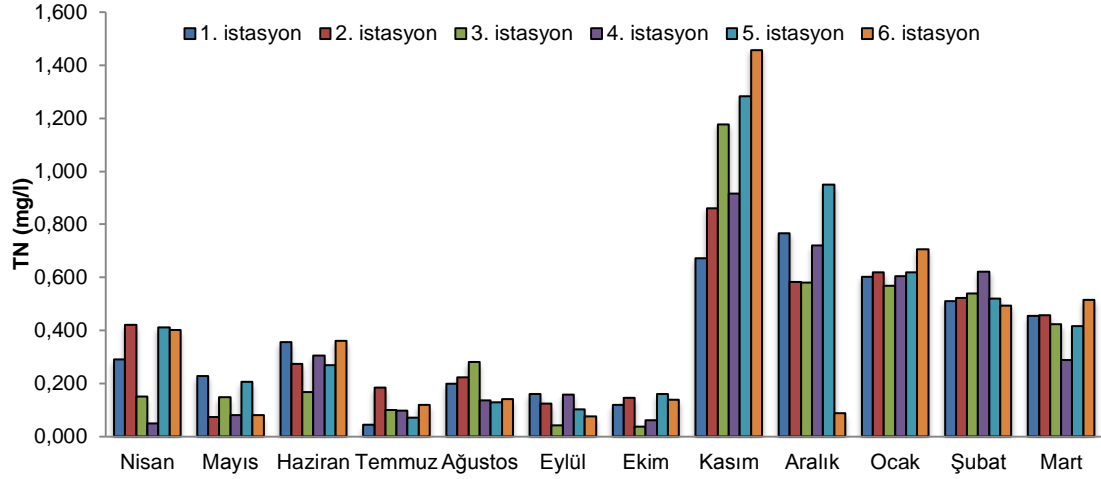
Yapılan ölçümler sonucu, Toplam Azot parametrelerinin istasyonlardaki en düşük ve en yüksek (Min-Mak), ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerlerinin değişimi Çizelge 4.14’de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. İstasyonlara göre toplam azot değerleri (mg/l)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	0,044 – 0,767	0,367 \pm 0,233
2	0,072 – 0,861	0,374 \pm 0,243
3	0,037 – 1,177	0,351 \pm 0,330
4	0,050 – 0,916	0,336 \pm 0,300
5	0,070 – 0,949	0,350 \pm 0,268
6	0,075 – 0,707	0,284 \pm 0,221

Toplam azot değerlerinin istasyonlar arasındaki değişiminin istatistiksel açıdan önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$) (Çizelge 4.14).

Toplam azot değerleri en yüksek 1,456 mg/l ile Kasım ayında 6. istasyonda ve en düşük ise 0,037 mg/l ile Ekim ayında 3. istasyonda tespit edilmiştir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Toplam azot değerlerinin aylara göre dağılımı

4.1.15. Toplam Fosfor

Fosfor, doğal suların verimliliğini etkileyen besleyici minerallerin en önemlisidir. Göllerde ve akarsularda çözülmüş inorganik fosfat, çözülmüş organik fosfat ve organik partiküler fosfat şeklinde bulunur [Schwörbel, 1987].

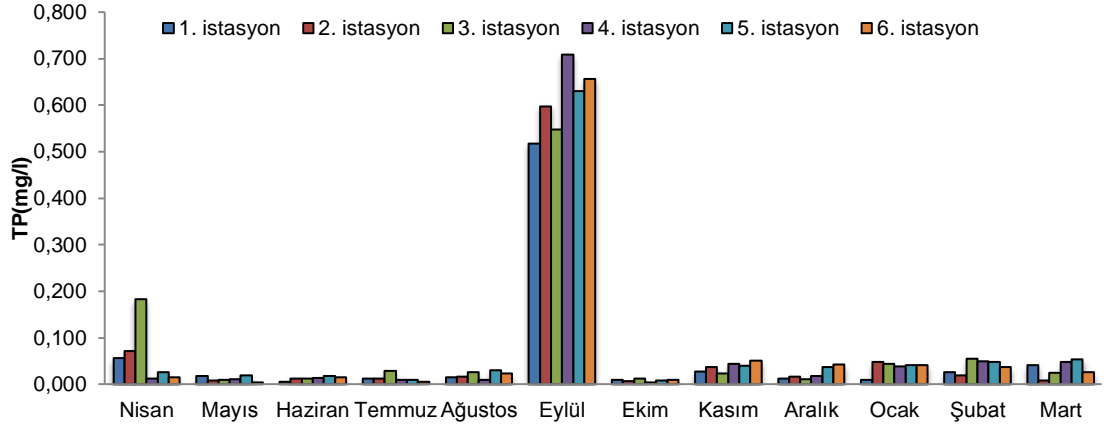
Yapılan ölçümler sonucu, Toplam Fosfor değerlerinin istasyonlardaki en düşük ve en yüksek (Min-Mak), ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerlerinin değişimi Çizelge 4.15’de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. İstasyonlara göre toplam fosfor değerleri (mg/l)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	0,005 – 0,041	0,017 \pm 0,011
2	0,006 – 0,071	0,023 \pm 0,020
3	0,009 – 0,183	0,039 \pm 0,050
4	0,004 – 0,049	0,023 \pm 0,018
5	0,008 – 0,053	0,030 \pm 0,015
6	0,003 – 0,051	0,024 \pm 0,016

Toplam fosfor değerlerinin istasyonlar arasındaki değişiminin istatistiksel anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$)(Çizelge 4.15).

Şekil 4.15 incelendiğinde toplam fosfor değerleri en yüksek 0,708 mg/l ile Eylül ayında 4. istasyonda, en düşük ise 0,003 mg/l ile Mayıs ayında 6. istasyonda tespit edilmiştir.



Şekil 4.15. Toplam fosfor değerlerinin aylara göre dağılımı

4.1.16. Ortofosfat

Göl sistemlerinde bir çok formu olan azotun aksine en belirgin inorganik fosfor formu orto-fosfattır (PO_4^{-3}). Tatlı sularda bulunan fosforun %90'ından fazlası organik fosfat olarak canlıların hücre içeriğinde bulunur [Wetzel, 1983]. Bütün organik fosfor bileşiklerinin temel yapıtaşını orto-fosfat anyonu oluşturur [Uslu ve Türkman, 1987].

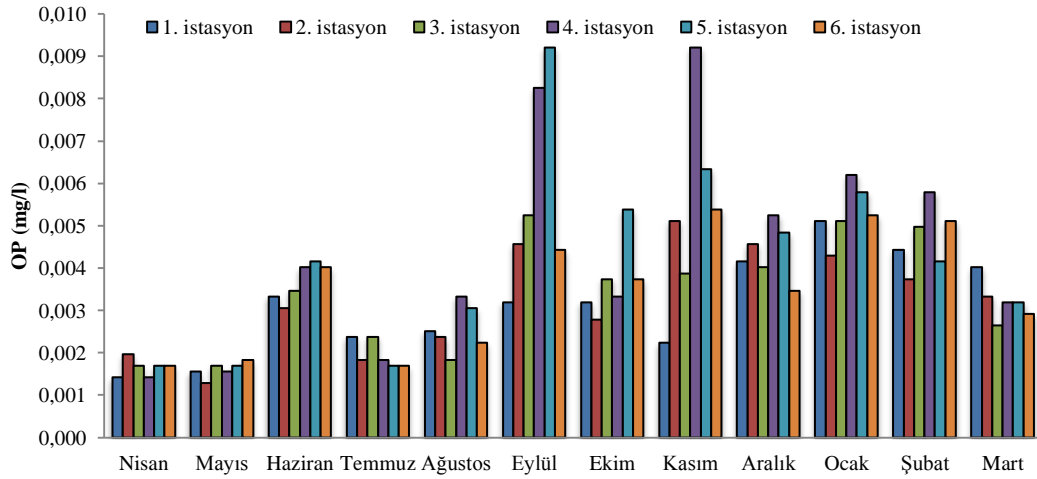
Yapılan ölçümler sonucu, Ortofosfat değerlerinin istasyonlardaki en düşük ve en yüksek (Min-Mak), ortalama (\pm standart sapma (Std. Sap.)) değerlerinin değişimi Çizelge 4.16'de, aylara göre değişim grafiği ise Şekil 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. İstasyonlara göre ortofosfat değerleri (mg/l)

İstasyon	Min-Mak	Ortalama \pm Std Sap.
1	0,001 – 0,005	0,003 \pm 0,001
2	0,001 – 0,005	0,003 \pm 0,001
3	0,002 – 0,005	0,003 \pm 0,001
4	0,001 – 0,009	0,004 \pm 0,003
5	0,002 – 0,009	0,004 \pm 0,002
6	0,002 – 0,005	0,003 \pm 0,001

Ortofosfat değerlerinin istasyonlar arasındaki değişiminin istatistiksel yönden önemsiz olduğu saptanmıştır ($p>0,05$)(Çizelge 4.16).

Yapılan analiz sonuçlarına göre, orto-fosfat değerleri 0,0014 ile 0,0092 mg/l arasında değişim göstermiş ve en düşük değer Mayıs ayında 2. istasyonda, en yüksek değer ise Kasım ayında 4. istasyonda ve Eylül ayında 5. istasyonda tespit edilmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Ortofosfat değerlerinin aylara göre dağılımı

4.2. KORELASYON ANALİZİ

İstasyonlard

Çizelge. 4.17. İstasyon 1’de izlenen değişkenler arasındaki istatistiksel olarak önemli ilişkiler ($P < 0,05$; Spearman korelasyonu)

	AKM	pH	T	ÇO	S	Eİ	TDS	TS	TA	SD	NO ₂	TN	OP	TP	KI- α	KOI
AKM										-0,75				-0,67	0,72	
pH				0,61												
T				-0,72	-0,76		-0,71	-0,80				-0,77	-0,71		0,62	
ÇO							0,60	0,74				0,65				
S								0,59					0,79			
Eİ												0,61				
TDS								0,67							-0,88	
TS												0,67	0,64			
TA														0,91		
SD															-0,75	
NO ₂																
TN																0,58
OP																
TP																
KI- α																
KOI																

aki su kalite izlenen değişkenler istatistiksel olarak aşağıda tablolarda (Çizelge 4.17, Çizelge 4.19, Çizelge 4.21 ve

parametrelerinde arasındaki önemli ilişkiler verilmiştir (Çizelge 4.18, Çizelge 4.20, Çizelge 4.22).

Çizelge. 4.18. İstasyon 2'de izlenen değişkenler arasındaki istatistiksel olarak önemli ilişkiler ($P < 0,05$; Spearman korelasyonu)

	AKM	pH	T	ÇO	S	Eİ	TDS	TS	TA	SD	NO ₂	TN	OP	TP	KI- α	KOI
AKM																
pH				0,58	0,64	0,63										
T				-0,68	-0,84	-0,62	-0,76					-0,71	-0,77			
ÇO					0,59	0,76						0,61				
S					0,81		0,65					0,67	0,68			
Eİ						0,71	0,87					0,71	0,60			
TDS												0,69		0,63		
TS																
TA										-0,67						
SD																
NO ₂													0,69	0,70		0,74
TN														0,69		
OP																0,62
TP																
KI- α																
KOI																

Çizelge. 4.19. İstasyon 3’de izlenen değişkenler arasındaki istatistiksel olarak önemli ilişkiler ($P < 0,05$; Spearman korelasyonu)

	AKM	pH	T	ÇO	S	Eİ	TDS	TS	TA	SD	NO ₂	TN	OP	TP	KI- α	KOI
AKM																
pH	-0,75															
T					-0,62	-0,82	-0,77	0,64				-0,68	-0,74			
ÇO						0,72										
S						0,74						0,71				
Eİ							0,62	0,78	0,62			0,62	0,59			
TDS								0,64								
TS													0,76			
TA																
SD																
NO ₂																
TN																
OP																
TP																
KI- α																
KOI																

Çizelge. 4.20. İstasyon 4’de izlenen değişkenler arasındaki istatistiksel olarak önemli ilişkiler ($P < 0,05$; Spearman korelasyonu)

	AKM	pH	T	ÇO	S	Eİ	TDS	TS	TA	SD	NO ₂	TN	OP	TP	KI-α	KOI
AKM																
pH			0,80				-0,69				-0,80	-0,63	-0,64			
T				-0,71		-0,59	-0,71				-0,72	-0,73	-0,67	-0,61		
ÇO						0,72	0,70									
S																
Eİ														0,71		
TDS												0,59				
TS																
TA																
SD																
NO ₂													0,59			
TN													0,82	0,72		
OP														0,65		
TP																
KI-α																
KOI																

Çizelge. 4.21. İstasyon 5'te izlenen değişkenler arasındaki istatistiksel olarak önemli ilişkiler ($P < 0,05$; Spearman korelasyonu)

	AKM	pH	T	ÇO	S	Eİ	TDS	TS	TA	SD	NO ₂	TN	OP	TP	KI-a	KOI
AKM																
pH																
T				-0,74			-0,80					-0,86	-0,62			
ÇO							0,89									
S																
Eİ												0,89				
TDS												0,61				
TS																
TA										-0,85		0,68		0,67		
SD												-0,67		-0,65		
NO ₂													0,64			0,66
TN														0,72		
OP																
TP																
KI-a																0,84
KOI																

Çizelge. 4.22. İstasyon 6'da izlenen değişkenler arasındaki istatistiksel olarak önemli ilişkiler ($P < 0,05$; Spearman korelasyonu)

	AKM	pH	T	ÇO	S	Eİ	TDS	TS	TA	SD	NO ₂	TN	OP	TP	KI-a	KOI
AKM																
pH																
T				-0,74			-0,91						-0,76	-0,73		
ÇO							0,87									
S						0,80	0,65									
Eİ							0,73			-0,64		0,88				
TDS										-0,59		0,69		0,70		
TS																
TA										-0,70						
SD																
NO ₂																
TN																
OP																
TP														0,66		
KI-a																
KOI																0,73

Korelasyon analizi, her istasyon kendi içerisinde değerlendirilmiş olup, su kalite parametrelerinin birbirleri ile ilişkileri ise şu şekilde yorumlanmıştır.

İstasyon 1;

- AKM değerleri; Kl-a ($r=0,72$) ile pozitif, SD ($r=-0,75$) ve TP ($r=-0,67$) ile negatif yönlü kuvvetli bir ilişki belirlenmiştir.
- pH değerleri sadece ÇO($r=0,61$) ile ilişkili olup bu ilişki pozitif yönlü ve kuvvetlidir.
- T değerleri ise ÇO ($r=-0,72$), S ($r=-0,76$), TS ($r=-0,80$), TDS ($-0,71$), TN($r=-0,77$) ve OP ($r=-0,71$) değerleri ile negatif iken Kl-a ($r=0,62$) ile pozitif yönlü kuvvetli bir ilişkide olduğu tespit edilmiştir.
- ÇO değerleri TS ($r=0,74$), TDS ($r=0,60$) ve TN ($r=0,65$) değerleri ile pozitif yönde ve kuvvetli bir ilişki içerisindedir.
- S değerlerinin TS ($r=0,59$) değerleri orta, OP ($r=0,79$) ile kuvvetli ve pozitif yönde ilişkili olduğu belirlenmiştir.
- Eİ değerleri TN($r=0,61$) ile pozitif yönlü kuvvetli bir ilişki içerisindedir.
- TDS değerleri TS ($r=0,67$) ile pozitif yönlü kuvvetli iken Kl-a ($r=-0,88$) ile zıt yönlü çok kuvvetli bir ilişki bulunmuştur.
- TS değerleri TN ($r=0,67$) ve OP ($r=0,64$) değerleri ile pozitif yönde ve kuvvetli ilişkidir.
- TA değerleri TP ($r=0,91$) ile pozitif yönlü çok kuvvetli bir ilişki içerisindedir.
- SD ile Kl-a ($r=-0,75$) arasında zıt yönlü kuvvetli bir ilişki tespit edilmiştir.
- TN değerlerinin, KOİ ($r=0,58$) ile pozitif yönde orta kuvvetli bir ilişki olduğu saptanmıştır ($p<0,05$)(Çizelge 4.17).

İstasyon 2;

- pH değerlerinin, ÇO ($r=0,58$) ile orta kuvvette iken Eİ ($r=0,64$) ve TDS ($r=0,63$) değerleri ile kuvvetli ve pozitif yönde bir ilişkisi olduğu saptanmıştır.
- T değerlerinin, S ($r=-0,59$) ile orta kuvvetli, ÇO ($r=-0,68$), TS ($r=-0,76$), TDS ($r=-0,62$), TN ($r=-0,71$) ve OP ($r=-0,77$) ile kuvvetli, Eİ ($r=-0,84$) ile çok kuvvetli zıt yönde bir ilişkisi tespit edilmiştir.

- ÇO değerlerinin, Eİ (r=0,59) ile orta kuvvette, TDS (r=0,76) değerleriyle ise kuvvetli bir ilişkisi olup bu ilişki pozitif yöndedir.
- S değerleri, Eİ (r=0,81) ile çok kuvvetli TS (r=0,65) ve TN (r=0,61) değerleri ile kuvvetli olmak üzere ilişkisi pozitif olarak bulunmuştur.
- Eİ değerleri, TS (r=0,87) ile çok kuvvetli, TDS (r=0,71), TN (r=0,67) ve OP (r=0,68) ile kuvvetli pozitif yönde bir ilişki içerisindedir.
- TS değerleri, TN (r=0,71) ve OP (r=0,60) değerleri ile ilişkisi kuvvetli olup pozitif yöndedir.
- TA değerleri, SD (r=-0,67) ile negatif yönde iken TP (r=0,63) ve TN (r=0,69) ile pozitif yönde kuvvetli bir ilişki içerisindedir.
- NO₂ değerlerinin OP (r=0,69), TP (r=0,70) ve KOİ (r=0,74) ile ilişkisi pozitif yönde kuvvetli bulunmuştur.
- TN değerlerinin, TP (r=0,69) ile pozitif yönde kuvvetli bir ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.
- OP değerlerinin, KOİ (r=0,62) ile pozitif yönde kuvvetli bir ilişki içerisinde olduğu saptanmıştır. (p<0,05)(Çizelge 4.18).

İstasyon 3,

- AKM değerleri pH (r=-0,75) ile negatif yönde kuvvetli bir ilişki içerisindedir.
- pH değerleri, TS (r=0,64) değerleri ile pozitif yönde ve kuvvetli bir ilişki içerisindedir.
- T değerleri, Tuzluluk (r=-0,62), TS (r=-0,77), TDS (r=-0,77), TN (r=-0,68) ve OP (r=-0,74) ile kuvvetli, Eİ (r=-0,82) ile çok kuvvetli ve zıt yönde ilişki göstermektedir.
- ÇO ile Eİ (r=0,72) arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki vardır.
- S değerleri ile Eİ (r=0,74) ve TN (r=0,71) değerleri arasında pozitif yönlü kuvvetli bir ilişki bulunmuştur.
- Eİ değerleri, OP (r=0,59) ile orta kuvvette, TA (r=0,62), TS (r=0,78), TDS (r=0,62) ve TN (r=0,62) arasında kuvvetli bir ilişki olup pozitif yöndedir.
- TS değerleri, OP (r=0,76) değerleri ile pozitif yönde ve kuvvetli bir ilişki içerisindedir.

- TDS ile TS ($r=0,67$) değerleri arasında kuvvetli ve pozitif yönde bir ilişki saptanmıştır. ($p<0,05$)(Çizelge 4.19).

İstasyon 4,

- pH değerleri T ($r=0,80$) ile çok kuvvetli pozitif, TN ($r=-0,63$), TDS ($r=-0,69$), OP ($r=-0,64$) kuvvetli ve NO₂ ($r=-0,80$) değerleri ile çok kuvvetli negatif yönde bir ilişki içerisinde dir.
- T değerleri, Eİ ($r=-0,59$) ile orta, ÇO ($r=-0,71$), TDS ($r=-0,71$), TN ($r=-0,73$), OP ($r=-0,67$), TP ($r=-0,61$) ve NO₂ ($r=-0,72$) değerleri ile kuvvetli ve negatif yönde bir ilişki içerisinde dir.
- ÇO değerleri Eİ ($r=0,72$) ve TDS ($r=0,70$) değerleri ile pozitif yönde ve kuvvetli bir ilişki içerisinde dir.
- Eİ ile TP ($r=0,71$) değerleri arasında pozitif yönde ve kuvvetli bir ilişki saptanmıştır.
- TDS ile TN ($r=0,59$) değerleri arasında pozitif yönde ve orta kuvvette bir ilişki belirlenmiştir.
- NO₂ değerlerinin OP ($r=0,59$) ile ilişkisi orta kuvvette ve pozitif yönde olmuştur.
- TN değerleri, TP ($r=0,72$) kuvvetli, OP ($r=0,82$) değerleri arasında çok kuvvetli ve pozitif yönde bir ilişki bulunmuştur.
- OP ile TP ($r=0,65$) arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki içerisinde dir. ($p<0,05$)(Çizelge 4.20).

İstasyon 5,

- T değerleri ile TN ($r=-0,86$) ve TDS ($r=-0,780$) ile çok kuvvetli, ÇO ($r=-0,74$), ve OP ($r=-0,62$) kuvvetli ve negatif yönde bir ilişki göstermektedir.
- ÇO değerlerinin, TDS ($r=0,89$) ile çok kuvvetli ve pozitif yönde bir ilişkisi olduğu saptanmıştır.
- Eİ değerleri ile TN ($r=0,89$) değerleri arasındaki ilişki pozitif yönde ve çok kuvvetlidir.
- TDS ile TN ($r=0,61$) değerleri arasında pozitif yönde ve kuvvetli bir ilişki belirlenmiştir.

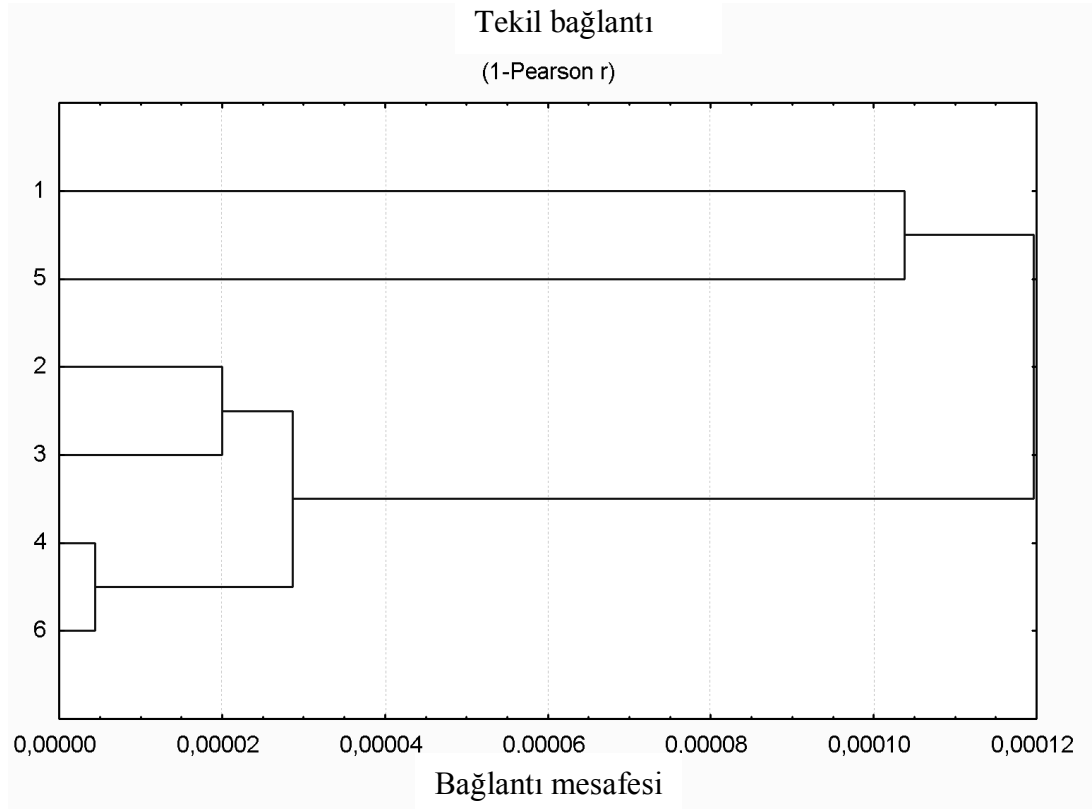
- TA değerleri, SD ($r=-0,85$) ile negatif yönde çok kuvvetli iken TN ($r=0,68$) ve TP ($r=0,67$) ile pozitif ve kuvvetli bir ilişki içerisindedir.
- SD, TP ($r=-0,65$) ve TN ($r=-0,67$) ile arasında negatif yönlü kuvvetli bir ilişki tespit edilmiştir.
- OP ile KOİ ($r=0,84$) arasında pozitif yönde çok kuvvetli bir ilişki görülmektedir.
- NO₂ değerlerinin OP ($r=0,64$) ve KOİ ($r=0,66$) ile arasında pozitif yönlü kuvvetli bir ilişki bulunmuştur.
- TN ile TP ($r=0,72$) arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki görülmektedir. ($p<0,05$)(Çizelge 4.21).

İstasyon 6,

- AKM değerleri ile KOİ ($r=0,73$) arasında pozitif yönlü kuvvetli bir ilişki mevcuttur.
- T değerleri, ÇO ($r=-0,74$), OP ($r=-0,76$) ve TP ($r=-0,73$) ile kuvvetli, TDS ($r=-0,91$) ile çok kuvvetli olmak üzere negatif yönlü bir ilişki içerisindedir.
- ÇO değerleri yalnızca TDS ($r=0,87$) ile pozitif yönde çok kuvvetli bir ilişki içerisindedir.
- S değerleri, TDS ($r=0,65$) ile kuvvetli, Eİ ($r=0,80$) ile çok kuvvetli pozitif yönlü bir ilişki içerisindedir.
- Eİ değerlerinin SD ($r=-0,64$) ile negatif yönde ve kuvvetli, TDS ($r=0,73$) ile kuvvetli, TN ($r=0,88$) ile pozitif yönde ve çok kuvvetli bir ilişkisi vardır.
- TDS değerleri, SD ($r=-0,59$) ile negatif yönde orta kuvvette, TN ($r=0,69$) ve TP ($r=-0,70$) ile kuvvetli ve pozitif yönde bir ilişkiye sahiptir.
 - TA değerleri ile SD ($r=-0,70$) arasında negatif yönlü ve kuvvetli bir ilişki içerisindedir.
 - OP değerleri ile TP ($r=0,66$) arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki saptanmıştır. ($p<0,05$)(Çizelge 4.22).

4.3. İSTASYONLARIN KÜMELENMESİ

Örnekleme noktaları arasındaki ilişkiler kümeleme analizi ile belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır (Şekil 4.17). İzlenen değişkenlerin ortalama değerleri bakımından yakın benzerlik gösteren istasyonlardan 4 ve 6 kümeleme analizinde bir ana küme oluştururken, daha uzak bir benzerlik gösteren istasyonlardan 2 ve 3 ilk ana kümeyle yakın ilişkili bir küme oluşturmuştur. 1. istasyon ve 5. istasyon birbirine benzerken diğer istasyonlara daha uzak kümelenmiştir.



Şekil 4.17. Örnekleme noktaları arasındaki benzerlik/uzaklığı gösteren kümeleme analizi diyagramı

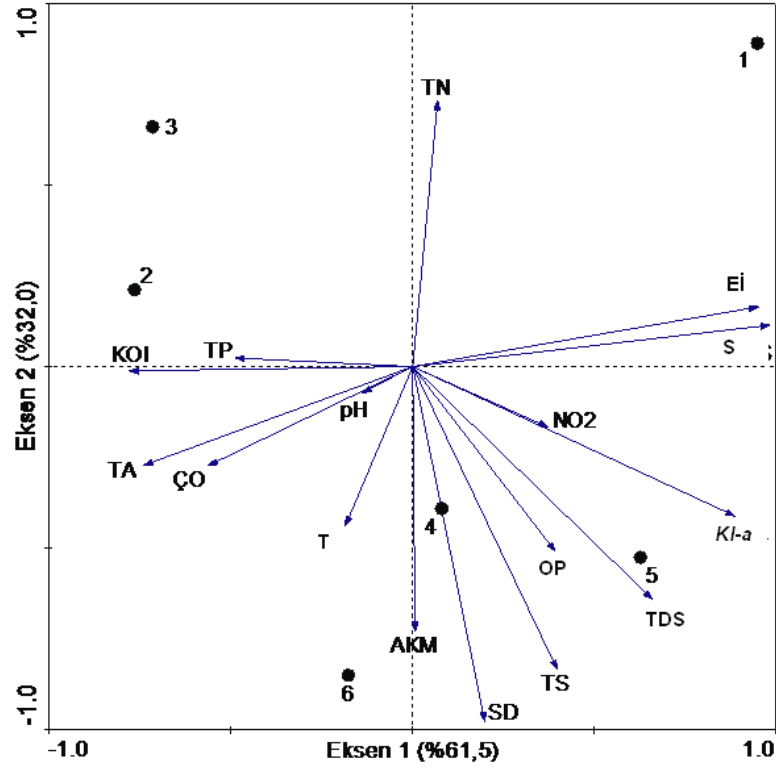
Toplam varyasyonu ilk iki eksenle neredeyse tamamen açıklayan (Çizelge 4.23) Temel Bileşen Analizi (PCA) kümeleme analizine benzer sonuçlar üreterek değişkenlerle örnekleme noktaları arasındaki ilişkileri göstermiştir (Şekil 4.18). Örnekleme noktalarında düşük varyasyon sergileyen pH ve nitrit eksen merkezine yakın konumlanarak gölde su kalitesi değişiminde zayıf etkileri temsil etmiştir. Elektriksel iletkenlik, tuzluluk, Kl-a ve çözünmüş katı madde toplam varyasyonu büyük oranda açıklayan (%61,5) ilk eksenin (Eksen 1) pozitif bölgesinde, toplam fosfor, kimyasal oksijen ihtiyacı, toplam alkalinite ve çözünmüş oksijen ise negatif bölgesinde konumlanmıştır. Pozitif bölgede konumlanan toplam azot ile negatif bölgede konumlanan askıda katı madde, sıcaklık, ortofosfat, toplam sertlik ve secchi diski derinliği ikinci eksenin (Eksen 2) varyasyonundan sorumlu başlıca değişkenler olmuştur. PCA, izlenen değişkenler arasındaki korelasyonları da göstermiş, Spearman korelasyon analizinde yalnızca İstasyon 1’de gözlenen (Çizelge 4.17) askıda katı madde ve Secchi diski derinliği arasındaki ilişkiyi belirgin şekilde açığa çıkararak, gölde Secchi diski derinliği üzerinde başlıca etkinin askıda katı madde olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Çizelge 4.23. Temel bileşen analizi sonuçları özeti

Eksenler	1	2	3	4	Toplam varyans
Özdeğerler	0.615	0.320	0.037	0.017	1.000
Kümülatif oran (%):	61.5	93.5	97.2	98.9	
Özdeğerler toplamı					1.000

PCA ayrıca örnekleme noktalarının karakterize eden değişkenleri ortaya çıkarmıştır. Daha yüksek elektriksel iletkenlik ve tuzluluk değerleriyle karakterize olan istasyon 1, bu değişkenlerle birlikte ilk eksenin pozitif bölgesinde konumlanmıştır. Nispeten yüksek elektriksel iletkenlik ve tuzluluk değerlerine rağmen, yüksek Kl-a, askıda katı madde ve çözünmüş katı madde miktarlarının sonucu olarak istasyon 5 ilk eksenin pozitif bölgesinde ancak istasyon 1’e uzak yerleşmiştir. Nispeten yüksek askıda katı madde ve Secchi disk derinliği değerleri Eksen 2’nin negatif bölgesinde İstasyonlar 4 ve 6’nın yakın yerleşmesine neden olmuştur. Düşük elektriksel iletkenlik, tuzluluk, çözünmüş katı madde, toplam sertlik

değerleri nedeniyle bu değişkenlerin tersi bölgesinde ve toplam fosfor ile kimyasal oksijen ihtiyacına yakın konumlanan istasyonlar 2 ve 3'ün bu karakteristiği PCA ile açığa çıkarılmıştır.



Şekil 4.18. Değişkenlerle örnekleme noktaları arasındaki ilişki diyagramı

4.4. AKGÖL'ÜN ALG FLORASI VE FONKSİYONEL GRUPLANDIRILMASI

Akgöl'de Nisan 2013 ve Mart 2014 tarihleri arasında yapılan aylık örneklemler sonucunda alg florasına ait toplam 74 takson belirlenmiştir. Çalışma süresince Ochrophyta (44) en çok taksonla tespit edilen grup olup, bunu sırasıyla Chlorophyta (14), Cyanobacteria (5), Charophyta (5) ve Euglenozoa (1) sınıflarına ait taksonlar izlemiştir. Çalışmada kaydedilen alg taksonları ve fonksiyonel grupları Çizelge 4.24'te verilmiştir. Ayrıca Çizelge 4.24'te başında (*) olan alg türleri Akgöl için ilk kez kaydedilmiştir. Akgöl'ün alg kompozisyonundan çok sayıda alg fotoğrafları çekilmiş ve bazı alglerin fotoğrafları Şekil 4.19-4.29'da verilmiştir.

Akgöl'den toplanan alglerin teşhisi için MEİTAM (Mersin Üniversitesi İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma ve Uygulama Merkezi) bünyesinde yer alan ışık

mikroskobu ve elektron mikroskobunda (SEM) yaklaşık olarak 4.000'in üzerinde görüntüleme yapılmış ve alg taksonlarına ait fotoğrafları çekilmiştir. Bu çalışma sonucunda Akgöl'de toplam 5 alg sınıfına ait 74 takson teşhis edilmiştir. Teşhis edilen türler su kalitesi fonksiyonel grupları açısından değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.24. Akgöl alg taksonları ve fonksiyonel grupları

Taksonun Sinonimi	Taksonun Güncel İsmi	Grup	Özellikleri
Phylum Cyanobacteria			
Class Cyanophyceae			
<i>Oscillatoria agardhii</i> Gomont	(*) <i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis&Komárek	S1	Bulanık, karışan çevreler. Bu grup sadece gölgeli yerlere adapte olmuş Cyanophyta üyelerini kapsar.
<i>Oscillatoria hamelii</i> Frémy	(*) <i>Phormidium hamelii</i> (Frémy) Anagnostidis&Komárek*	T_c, S1	Ötrofik durgun sular veya emergent makrofitli yavaş akan nehirler Bulanık, karışan çevreler. Bu grup sadece gölgeli yerlere adapte olmuş Cyanophyta üyelerini kapsar.
	(*) <i>Oscillatoria planctonica</i> Woloszynska	MP	Sık sık karışan, inorganik maddelerce bulanık sığ göller
	(*) <i>Merismopedia elegans</i> A.Braun ex Kützing	L_o	Derin ve sığ, oligotrofik-ötrofik, ortageniş göller
<i>Oscillatoria pseudogeminata</i> G.Schmid	(*) <i>Jaaginema pseudogeminatum</i> (G.Schmid) Anagnostidis&Komárek	MP, T_c	Sık sık karışan, inorganik maddelerce bulanık sığ göller Ötrofik durgun sular veya emergent makrofitli yavaş akan nehirler
Phylum Charophyta			
Class Conjugatophyceae			
	(*) <i>Cosmarium depressum</i> (Nägeli) P.Lundell	N	2-3 m kalınlığında sürekli veya yarı-sürekli karışan tabaka.
	<i>Cosmarium laeve</i> Rabenhorst	N	Ortalama derinliği bu aralıkta veya daha büyük olan sığ göllerde veya karışım kriterinin yerine getirildiği tabakalaşmış göllerin epilimnionunda bu ilişki temsil edilebilir
	(*) <i>Cosmarium margaritatum</i> (P.Lundell) J.Roy & Bisset	N	
	(*) <i>Cosmarium venustum</i> (Brébisson) W.Archer	N	

Çizelge 4.24. Devamı

	(*) <i>Staurastrum alternans</i> Brébisson	N, N_A, P	2-3 m kalınlığında sürekli veya yarı-sürekli karışan tabaka. Ortalama derinliği bu aralıkta veya daha büyük olan sığ göllerde veya karışım kriterinin yerine getirildiği tabakalaşmış göllerin epilimnionunda bu ilişki temsil edilebilir Daha alçak enlemlerdeki oligo-mesotrofik, atelomiktik çevreler N grubuna benzemekte fakat daha yüksek trofik durumlardaki habitat
Phylum Chlorophyta Class Chlorophyceae			
	(*) <i>Oedogonium microgonium</i> Prescott		
	(*) <i>Gloeocystis major</i> Gerneck ex Lemmermann		
	<i>Kirchneriella obesa</i> (West) West & G.S. West	F	Temiz, derin bir şekilde karışan mezo-ötrofik göller
	(*) <i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M.Smith) Komárková-Legnerová	X1,	Sığ, ötrofik-hipertrofik çevreler
	(*) <i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>cornutum</i> (Raciborski) Sulek	J	Sığ, karışan, besince zengin sistemler (birçok düşük eğimli nehirleri de kapsar)

Çizelge 4.24. Devamı

<i>Scenedesmus acutus</i> Meyen	(*) <i>Scenedesmus obliquus</i> (Turpin) Kützing	J	Sığ, karışan, besince zengin sistemler (birçok düşük eğimli nehirleri de kapsar)
<i>Scenedesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i> (Guglielmetti) Chodat	(*) <i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i> (Guglielmetti) E.Hegewald	J	
<i>Scenedesmus communis</i> E.Hegewald	<i>Desmodesmus communis</i> (E.Hegewald) E.Hegewald	J	
<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) Kützing	(*) <i>Acutodesmus dimorphus</i> (Turpin) Tsarenko	J	
<i>Scenedesmus microspina</i> Chodat	(*) <i>Desmodesmus microspina</i> (Chodat) P.Tsarenko	J	
<i>Scenedesmus pannonicus</i> Hortobágyi	(*) <i>Desmodesmus pannonicus</i> (Hortobágyi) E.Hegewald	J	
<i>Scenedesmus planctonicus</i> (Korshikov) Fott	(*) <i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (Korshikov) E.Hegewald&Deason	J	
	(*) <i>Scenedesmus semipulcher</i> Hortobágyi	J	

Çizelge 4.24. Devamı

Phylum Chlorophyta			
Class Trebouxiophyceae			
	(* <i>Chlorella vulgaris</i> Beyerinck [Beijerinck]	X1	Sığ, ötrofik- hipertrofik çevreler
Phylum Euglenozoa			
Class Euglenophyceae			
	(* <i>Euglena gracilis</i> Klebs	W₁	Hayvan çiftliği veya lağımlardan gelen organik maddece zengin, küçük, geçici havuzlar
Phylum Ochrophyta			
Class Bacillariophyceae			
<i>Achnanthes</i> <i>minutissima</i> Kützing	(* <i>Achnantheidium</i> <i>minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	MP	Sık sık karışan, inorganik maddelerce bulanık sığ göller
<i>Amphiprora paludosa</i> W.Smith	(* <i>Entomoneis paludosa</i> (W.Smith) Reimer		
	(* <i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman&R.E.M.Archibald		
	(* <i>Amphora pediculus</i> (Kützing) GrunowexA.Schmidt		

Çizelge 4.24. Devamı

	(*) <i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	MP	
	(*) <i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	MP	Sık sık karışan, inorganik maddelerce bulanık sığ göller
	(*) <i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) van Heurck	MP	
	(*) <i>Cyclotella</i> <i>meneghiniana</i> Kützing	C	Ötrofik küçük ve orta büyüklükteki göller
	(*) <i>Cymbella affinis</i> Kützing		
	(*) <i>Cymbella cymbiformis</i> var. <i>nonpunctata</i> Fontell		
<i>Cymbella delicatula</i> Kützing	(*) <i>Delicata delicatula</i> (Kützing) Krammer		
<i>Cymbella</i> <i>microcephala</i> Grunow	(*) <i>Encyonopsis</i> <i>microcephala</i> (Grunow) Krammer		

Çizelge 4.24. Devamı

<i>Cymbella minuta</i> Hilse	(* <i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann		
	(* <i>Denticula kuetzingii</i> Grunow		
	(* <i>Diatoma vulgare</i> var. <i>breve</i> Grunow		
	(* <i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson		
<i>Epithemia adnata</i> var. <i>porcellus</i> (Kützing) R.Ross	(* <i>Epithemia adnata</i> var. <i>porcellus</i> (Kützing) Patrick		
	(* <i>Fragilaria</i> <i>brevistriata</i> Grunow	D,P,T_B	Sığ bulanık sular (nehirler de dahil); N grubuna benzemekte fakat daha yüksek trofik durumlardaki habitat ; Çoğunlukla akarsu çevreleri
<i>Gomphoneis</i> <i>olivaceum</i> (Hornemann) P.Dawson ex R.Ross&P.A.Sims	(* <i>Gomphonema</i> <i>olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	T_B	Çoğunlukla akarsu çevreleri
	(* <i>Gomphonema</i> <i>angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	MP,T_B	Sık sık karışan, inorganik maddelerce bulanık sığ göller
	(* <i>Gomphonema</i> <i>angustum</i> C.Agardh	T_B	Çoğunlukla akarsu çevreleri

Çizelge 4.24. Devamı

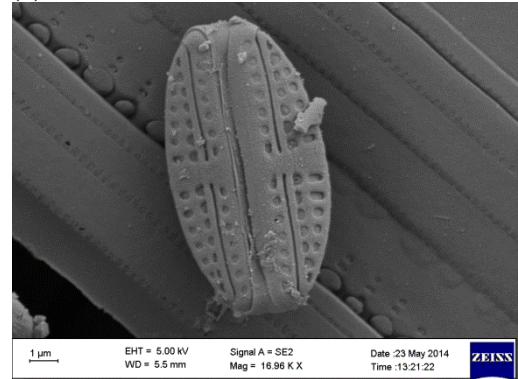
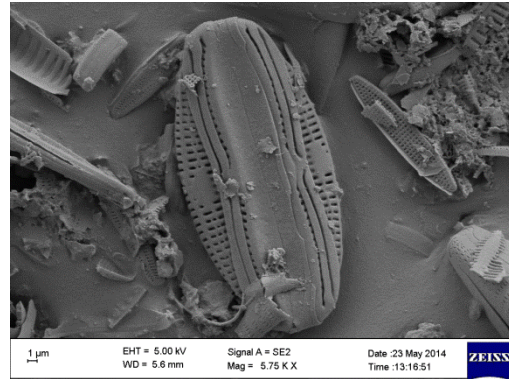
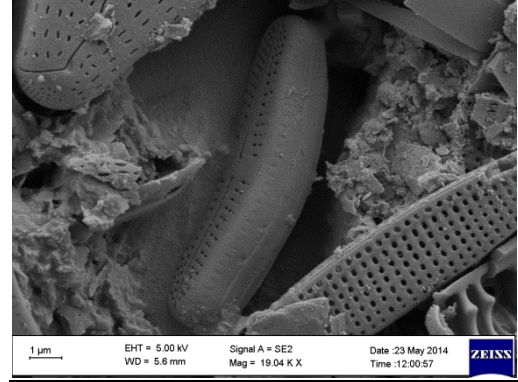
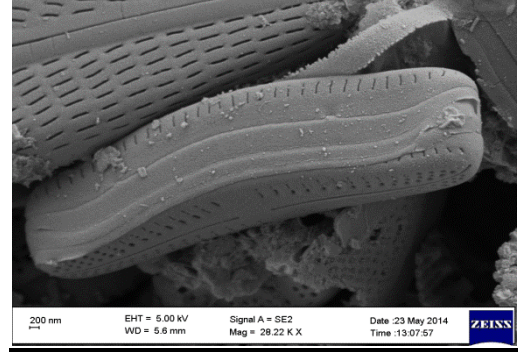
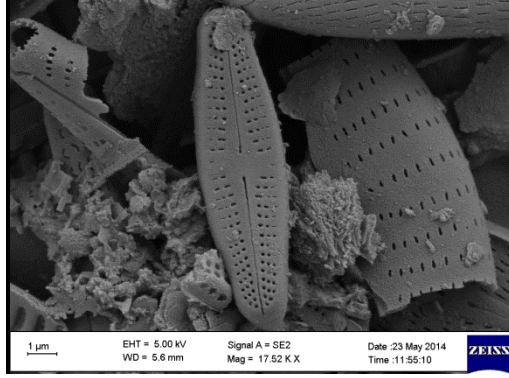
	(*) <i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>calcareum</i> f. <i>İnflata</i> Ant. Mayer	T_B	
	(*) <i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	T_B	
	(*) <i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) E.Reichardt&Lange-Bertalot	T_B	Çoğunlukla akarsu çevreleri
<i>Gyrosigma hippocampus</i> (Ehrenberg) Hassall	(*) <i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Cleve		
	(*) <i>Mastogloia smithii</i> Thwaites ex W.Smith		
	(*) <i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	T_B	
	(*) <i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	T_B	
	(*) <i>Navicula cari</i> Ehrenberg	T_B	Çoğunlukla akarsu çevreleri
	(*) <i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	T_B	
	(*) <i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent	T_B	

Çizelge 4.24. Devamı

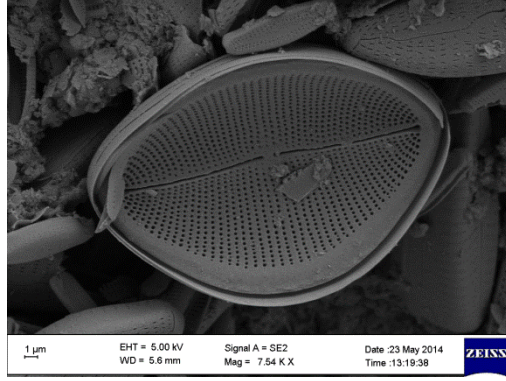
<i>Nitzschia angustata</i> (W.Smith) Grunow	(*) <i>Tryblionella angustata</i> W.Smith	T_B, D	Çoğunlukla akarsu çevreleri Sığ bulanık sular (nehirler de dahil)
<i>Nitzschia apiculata</i> (Gregory) Grunow	(*) <i>Tryblionella apiculata</i> Gregory	T_B, D	
	(*) <i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow	T_B, D	
	(*) <i>Nitzschia linearis</i> W.Smith	T_B, D	
	(*) <i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith	D	Sığ bulanık sular (nehirler de dahil)
	(*) <i>Pleurosigma elongatum</i> W.Smith		
	(*) <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot		
<i>Rhoicosphenia curvata</i> (Kützing) Grunow	(*) <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange- Bertalot		
	(*) <i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) OttoMüller		

Çizelge 4.24. Devamı

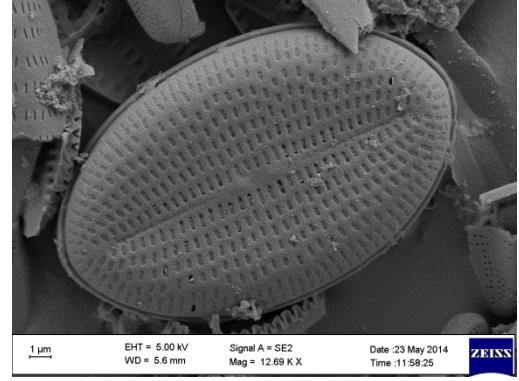
	(*) <i>Surirella ovalis</i> Brébisson	T_B,MP	Çoğunlukla akarsu çevreleri; Sık sık karışan, inorganik maddelerce bulanık sığ göller
<i>Synedra acus</i> Kützing	(*) <i>Fragilaria acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	P, D	N grubuna benzemekte fakat daha yüksek trofik durumlardaki habitat Sığ bulanık sular (nehirler de dahil)
<i>Synedra rumpens</i> Kützing	(*) <i>Synedra rumpens</i> Kützing	D	Sığ bulanık sular (nehirler de dahil)
<i>Synedra ulna</i> var. <i>oxyrhynchus</i> (Kützing) Van Heurck	(*) <i>Ulnaria oxyrhynchus</i> (Kützing) M.Aboal	MP, D	Sık sık karışan, inorganik maddelerce bulanık sığ göller Sığ bulanık sular (nehirler de dahil)



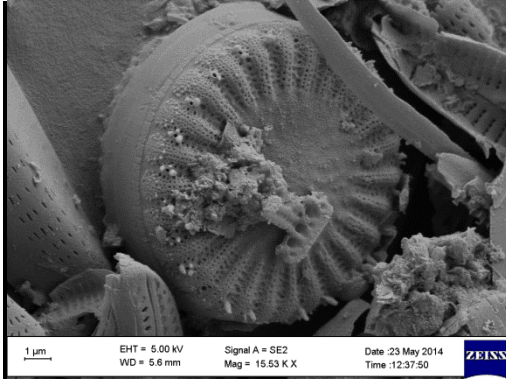
Şekil 4.19. SEM fotoğrafları; (a-c) *Achnantheidium minutissimum*, (d) *Amphora copulata*, (e) *Amphora pediculus*



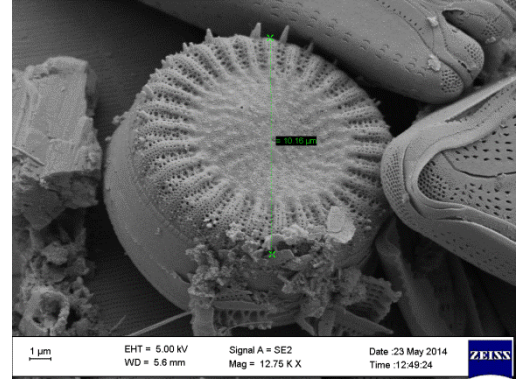
(a)



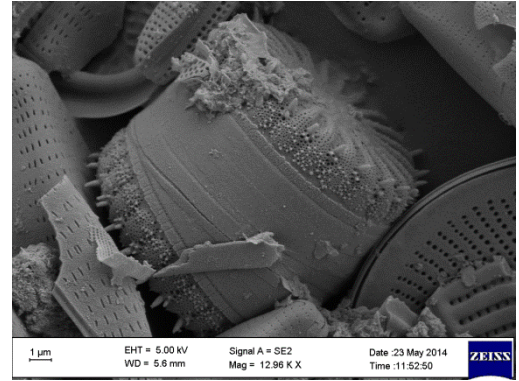
(b)



(c)

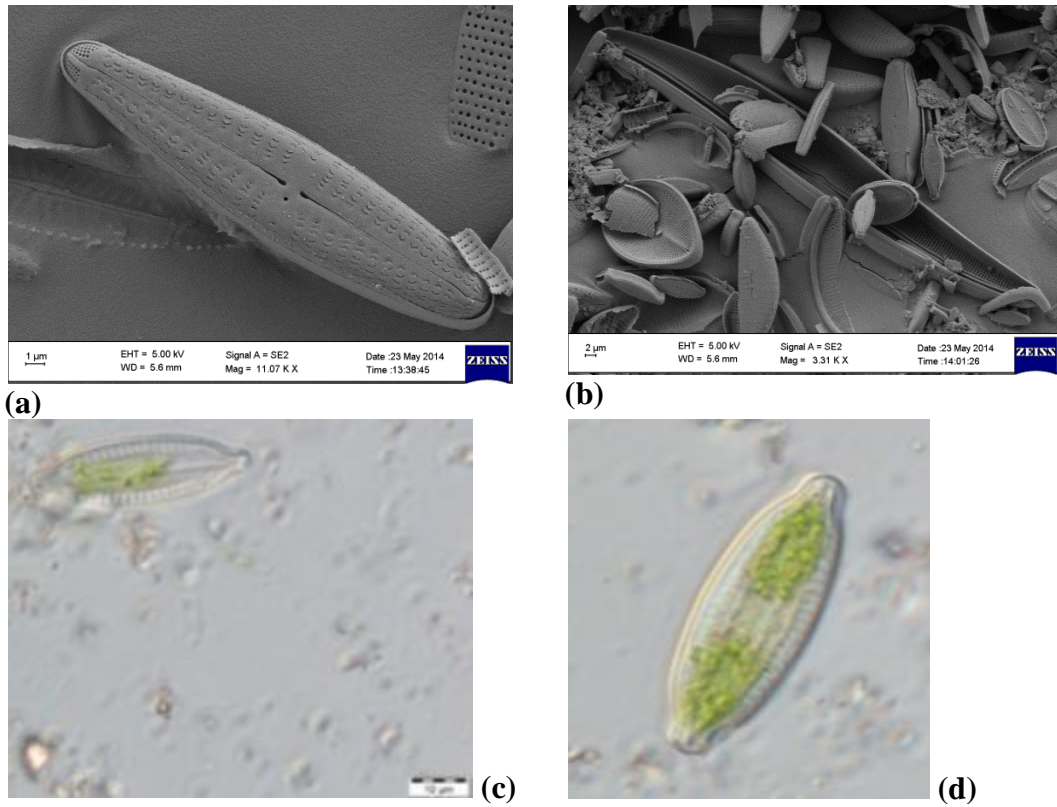
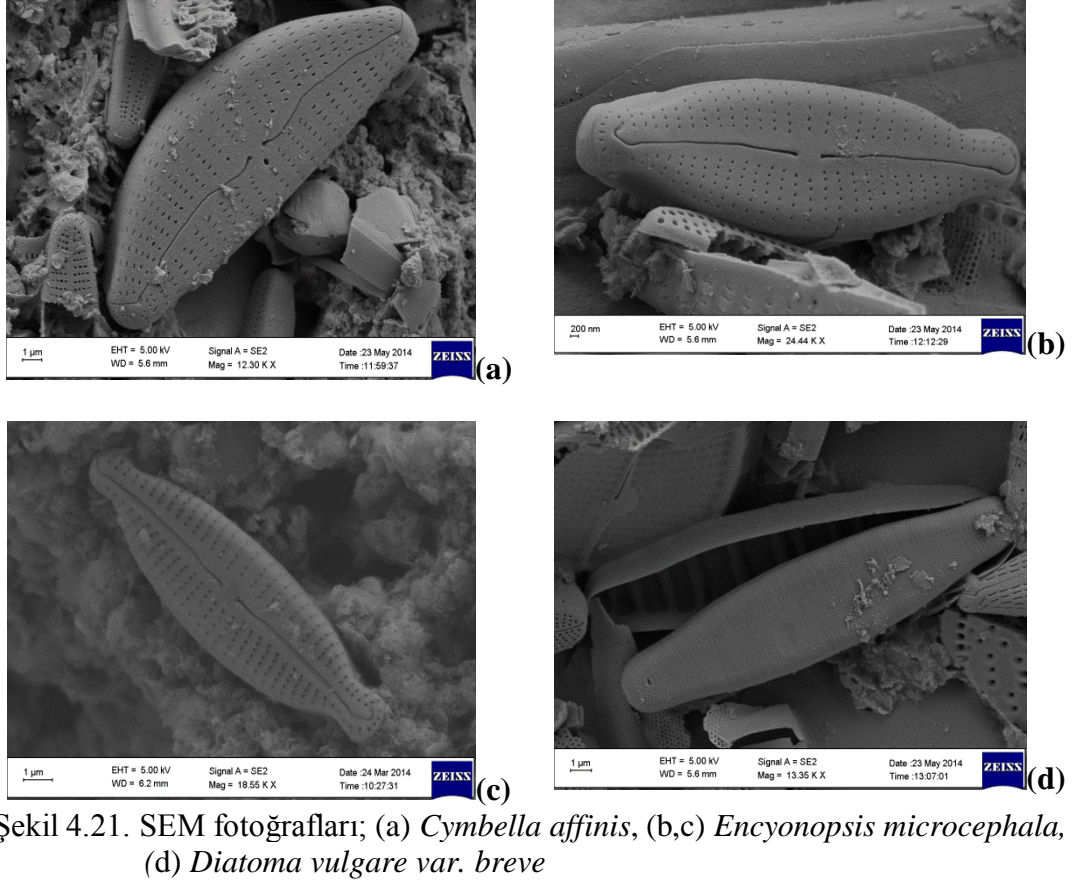


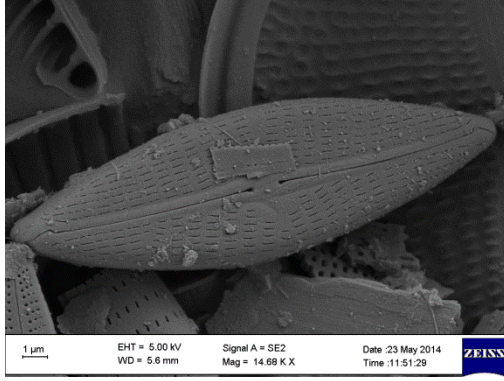
(d)



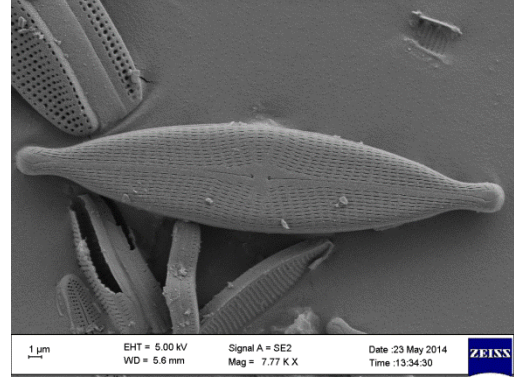
(e)

Şekil 4.20. SEM fotoğrafları; (a) *Cocconeis pediculus*, (b) *Cocconeis placentula*, (c-d) *Cyclotella meneghiniana*

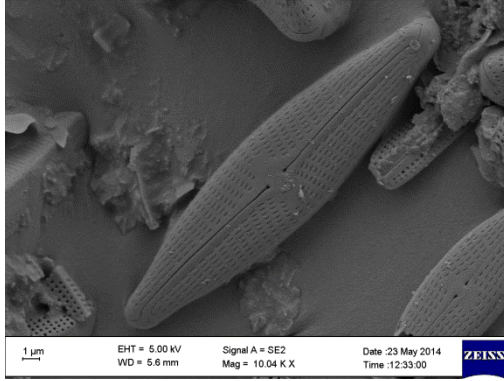




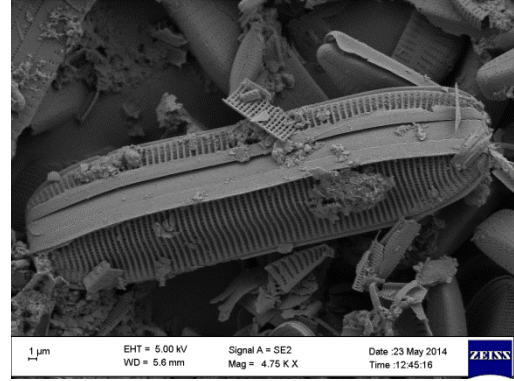
(a)



(b)

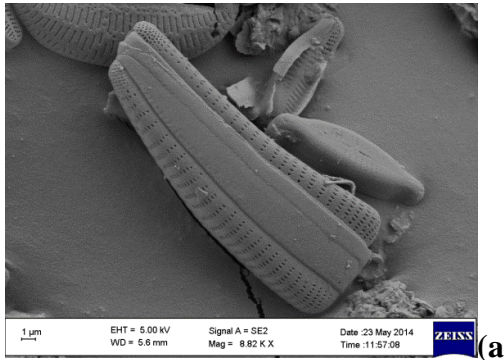


(c)

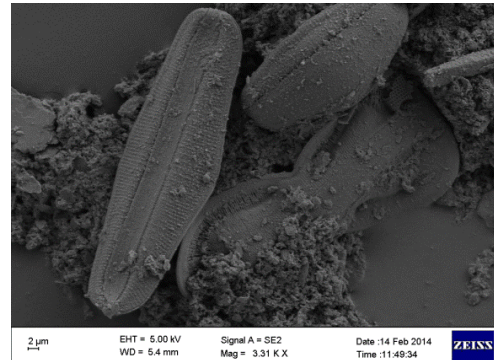


(d)

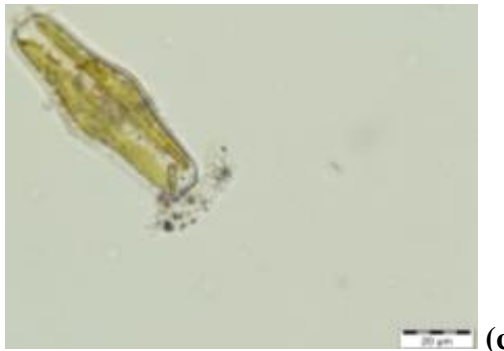
Şekil 4.23. SEM fotoğrafları; (a) *Navicula antonii*, (b) *Navicula capitatoradiata*, (c) *Navicula cari*, (d) *Tryblionella apiculata*



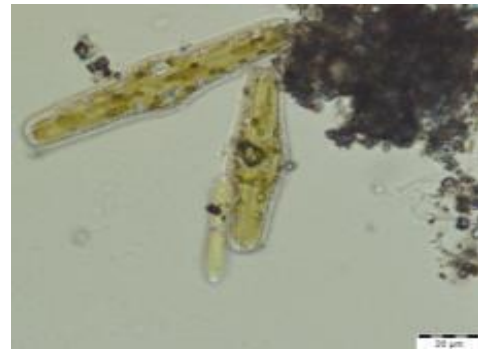
(a)



(b)

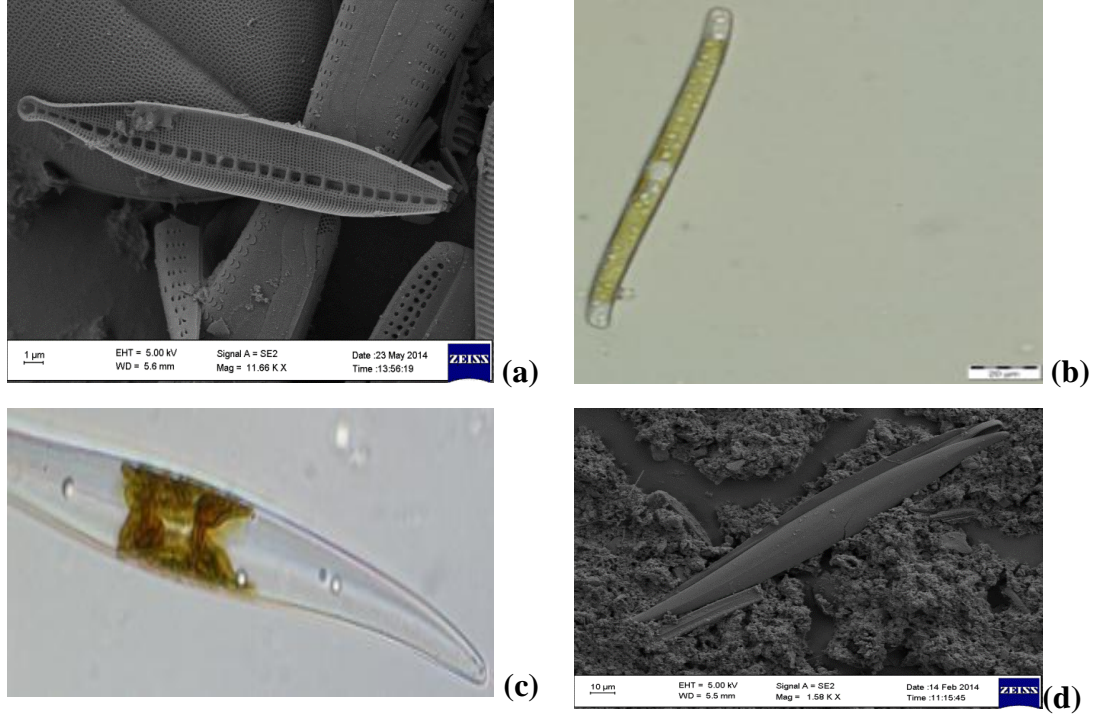


(c)

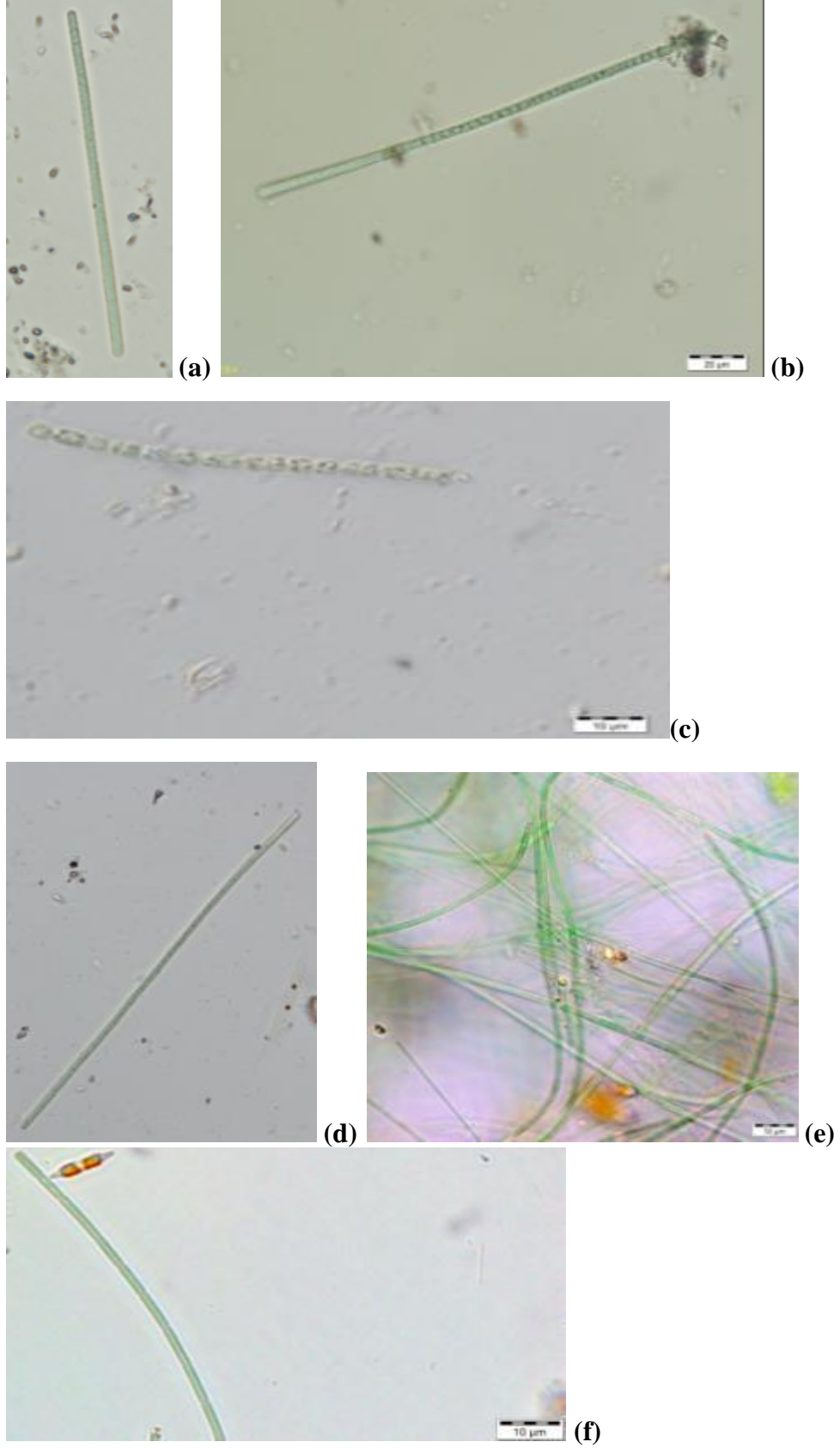


(d)

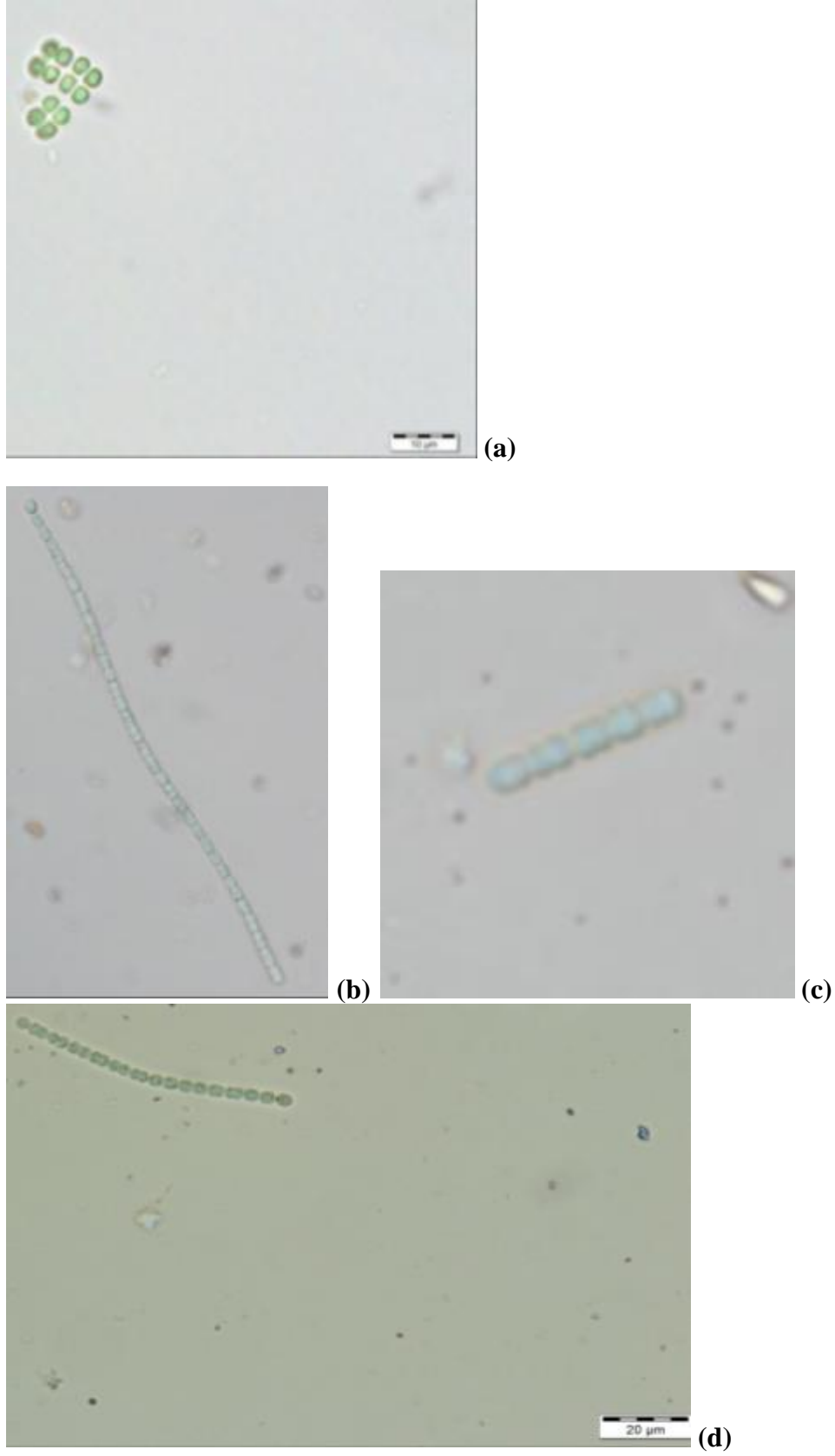
Şekil 4.24. SEM fotoğrafları (a-b); (a) *Rhoicosphenia abbreviata*; (b – d) *Rhopalodia gibba*



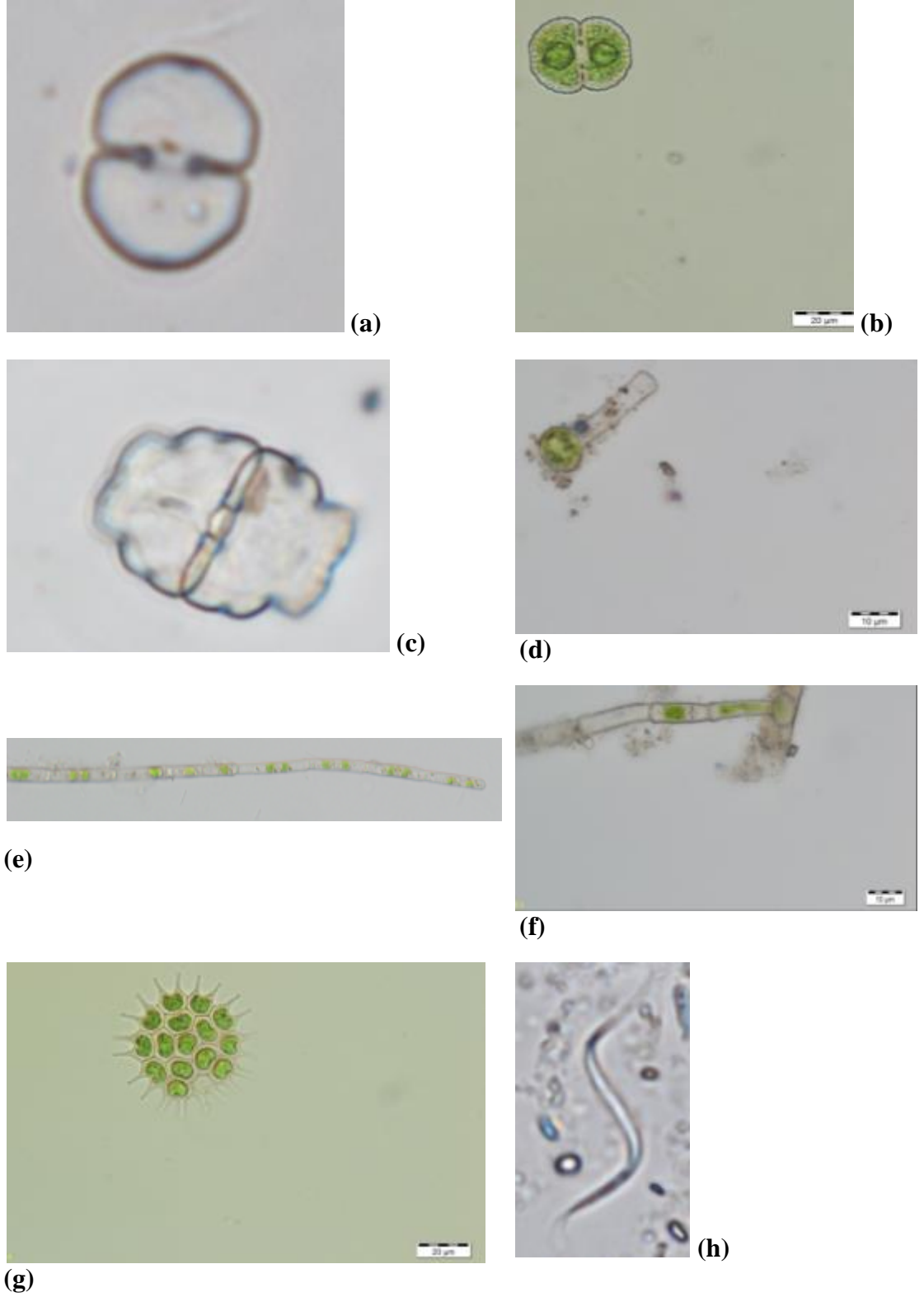
Şekil 4.25. SEM fotoğrafları (a,d); (a) *Nitzschia dissipata*, (b) *Nitzschia sigmoidea*, (c, d) *Pleurosigma elongatum*



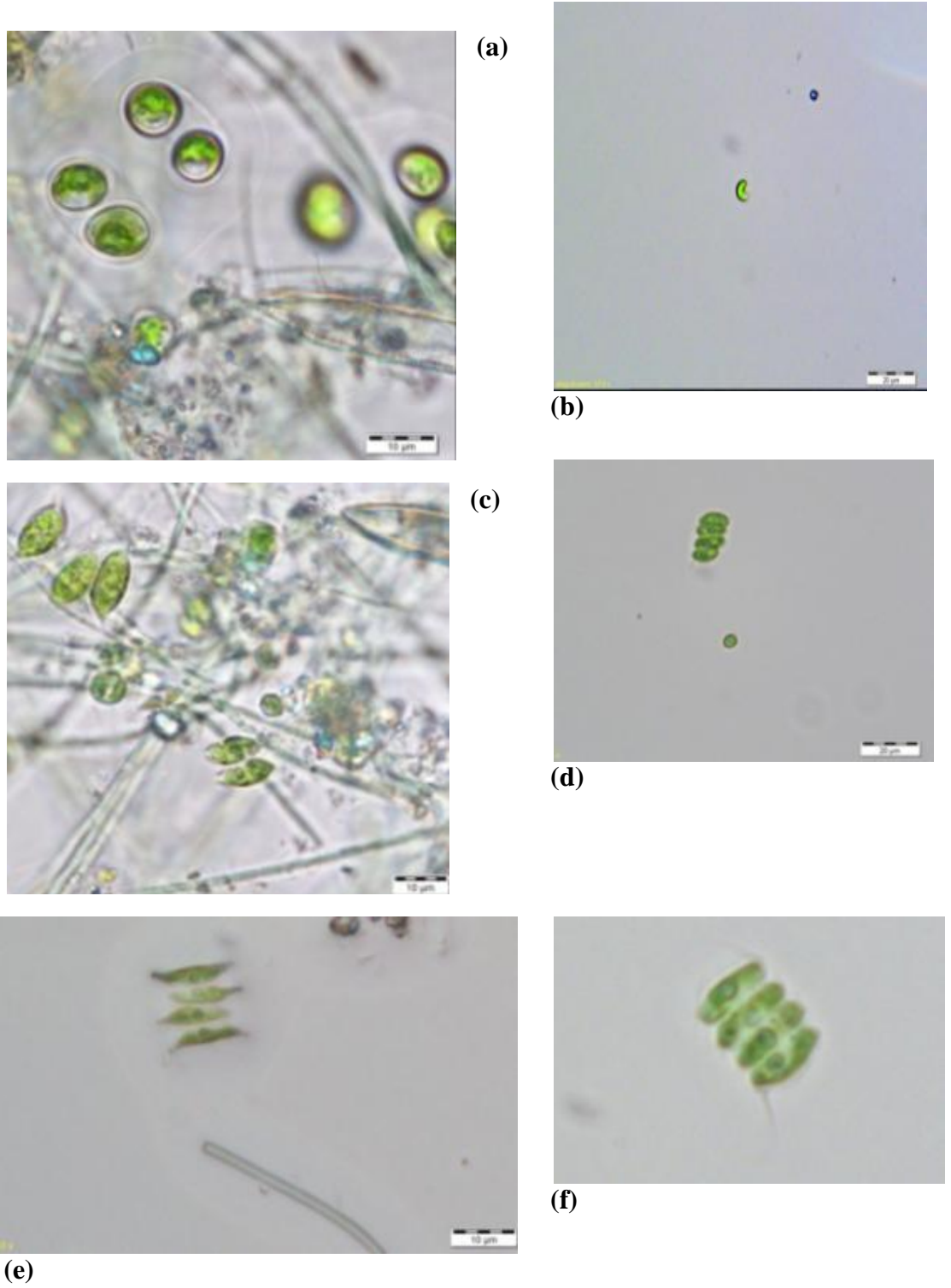
Şekil 4.26. (a,b) *Planktothrix agardhii*, (b) *Phormidium hamelii*, (d-f) *Oscillatoria planctonica*



Şekil 4.27. (a) *Merismopedia elegans*, (b-d) *Jaaginema pseudogeminatum*



Şekil 4.28. (a) *Cosmarium laeve*, (b) *Cosmarium margaritatum*, (c) *Cosmarium venustum*, (d-f) *Oedogonium microgonium*, (g) *Pediastrum boryanum* var. *cornutum*, (h) *Monoraphidium irregulare*



Şekil 4.29. (a) *Gloeocystis major*, (b) *Kirchneriella obesa*, (c) *Scenedesmus obliquus*, (d) *Desmodesmus pannonicus*, (e) *Acutodesmus dimorphus*, (f) *Desmodesmus armatus* var. *bicaudatus*

5. TARTIŞMA

5.1. SICAKLIK

Bölgedeki su kaynaklarının sıcaklık değerleri buldukları bölgenin iklimsel özelliklerine göre değişim göstermektedir [Taş, 2011]. Akgöl'de yapılan çalışmanın sonucunda ortalama sıcaklık değerleri 21,8-22,6⁰C arasında gözlenmiştir (Çizelge 4.1). Su sıcaklığının artması, sudaki çözülmüş oksijenin azalmasına neden olmakla birlikte ani sıcaklık değişimleri sucul yaşamı olumsuz yönde etkilemektedir [Göksu, 2003].

Akgöl'de yapılan benzer çalışmalarda su sıcaklığı; Roselli vd. [2013] Eylül 2011 yılında 3 farklı noktada 29,58-30,12⁰C aralığında belirlemişlerdir. Özpınar [2007] tek bir istasyondan Temmuz ayında 33,9⁰C olarak bildirmiştir. Çalışma sonucunda bu aylarda elde ettiğimiz veriler ile yapılan çalışmalar benzerlik göstermektedir (Şekil 4.1). İstasyonlara bakıldığında sıcaklık değerleri bakımından bir farklılık tespit edilememiştir ($p>0,05$) (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1). Elde edilen sonuçlara göre Akgöl'e ısıl bir kirletici girişinin olmadığı ve Taş [2011]'in de bildirdiği gibi sıcaklığın bölgenin iklimsel özelliklerine göre değiştiği belirlenmiştir.

5.2. pH

Suyun asidik veya alkali özelliğinin ifade edilmesinde kullanılan pH değeri, doğal suların biyolojik ve kimyasal sistemleri için önemli bir faktördür. EPA [1986], iç sularda sucul yaşam için gerekli pH aralığını 6,5-9 olarak bildirmiştir (Çizelge 2.1).

Akgöl'de geçmiş yıllarda yapılan çalışmalarda; Özpınar [2007] pH değerini 8,3 olarak belirtirken, Roselli vd. [2013] 8,69-8,79 pH aralığını bildirmişlerdir. Bu çalışma sonucunda ortalama pH değerleri 9,1-9,4 aralığında tespit edilmiştir. İstasyonlar arasında pH değerleri önemli bir değişiklik göstermemiştir (Çizelge 4.2). Turna vd. [2005] Burdur Gölü'nde yaptıkları çalışmada ortalama pH değerlerinin 9,23 ve bu değer alkali göllere özgü olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum çalışma sonuçlarımızla paralellik göstermektedir. Tepe [2009], Yenişehir Gölü'nde (Reyhanlı-Hatay) yaptığı araştırmada pH değerlerini 7,92-8,12 aralığında, bir başka çalışmada Taş vd. [2010], Uzungöl'ün pH ortalamasını 8,75 ve Ünlü vd. [2008] Hazar Gölü yıllık ortalama pH değerini 8,90 olarak bildirmişlerdir.

Tüm istasyonların pH değerleri (Çizelge 4.2) EPA [1986]'nın bildirmiş olduğu sınır değerlerin (6,5-9) üzerine çıktığı tespit edilmiştir. Elde edilen pH ortalamaları SKKY'e göre tüm istasyonlarda IV. sınıf su kalitesi özelliği göstermektedir [Anonim, 2004].

5.3. ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN

Çözünmüş oksijen değeri sucul ekosistemin devamlılığı için önemli bir parametredir. Tatlı sulardaki sucul yaşam için çözünmüş oksijen yoğunluğunun minimum 5 mg/l (Çizelge 2.1) olması gerektiğini bildirmiştir [EPA, 1986].

Yapmış olduğumuz çalışmada ÇO değerleri 4,3-10,7 mg/l aralığında değişim gösterirken ortalama değerleri ise 7,5 ile 8,2 mg/l arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Akgöl'de yapılan önceki çalışmalarda; Özpınar [2007] çalışmasında ÇO değerini 5,5 mg/l olarak bildirmiştir. Düşük ÇO değerleri Şekil 4.3 incelendiğinde Ağustos ve Eylül ayında görülmektedir. Bu durumun sıcaklıkla ilişkili olduğu yapılan korelasyon analizi sonucunda da tespit edilmiştir (Çizelge 4.17, Çizelge 4.19, Çizelge 4.20, Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22).

Çalışmamızda yaz ve sonbahar aylarında düşük ÇO değeri, Taş [2011]'in belirttiği gibi araştırılan bölgede yaz ve sonbahar aylarının sıcak geçtiği için su sıcaklığı bu sezonlarda artış göstermiş, bununla ilişkili olarak çözünmüş oksijen değerinde de azalma kaydedilmiştir.

Benzer çalışmalarda ÇO değerlerini; Verep vd. [2002] Uzungöl'de 3,72-13,13 mg/l, Özbek ve Sarı [2007] Batı Karadeniz Bölgesi göllerinde 5,1-10,3 mg/l, Tepe [2009] Yenişehir Gölü'nde (Reyhanlı-Hatay) 6,32-12,19 mg/l aralığında bildirmişlerdir.

Elde edilen ÇO ortalama değerleri (Çizelge 4.3) EPA [1986]'nın alt sınır değerinin(>5) üzerinde olmakla birlikte SKKY'e göre 3,4 ve 6. istasyonlar I. sınıf, 1, 2 ve 5. İstasyonlar ise II. sınıf su kalitesi özelliği göstermiştir [Anonim, 2004].

5.4. TUZLULUK

Yüzey sularının tuzluluğu ortalama 120 mg/l olup, bu durum havzanın kayaç yapısı, yağmurlar ve buharlaşma arasındaki dengeye göre değişmektedir [Egemen ve Sunlu, 1999]. Sulardaki tuzluluğu genellikle dört katyon (kalsiyum,

magnezyum, sodyum ve potasyum) ve dört anyon (bikarbonat, karbonat, sülfat ve klor) oluşturmaktadır [Göksu, 2003].

Çalışmamızda ölçülen en düşük ve en yüksek tuzluluk değerleri 0,1-10,4 ppt değerleri arasında değişim göstermiştir. Tuzluluk değerlerinin istasyonlardaki değişimi istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0,05$) (Çizelge 4.4). Bu farklılık Paradeniz ile bağlantısından dolayı deniz suyu girdisi olan istasyon 1 ile sulama kanalları ile tatlı su girdisi olan istasyon 2 ve 3 arasında belirlenmiştir. Buna karşın istasyonlar 4, 5 ve 6 orta tuzluluk değerleriyle karakterize olmuştur.

Roselli vd. [2013] yaptıkları araştırmada Akgöl'ün ve Paradeniz'in ortalama tuzluluk değerlerini sırasıyla 3,36 ve 28,82 ppt olarak belirtmişlerdir. Özpınar [2007] Akgöl'de yapmış olduğu çalışmada tuzluluk değerini 0,0 ppt olarak bildirirken aynı istasyondan (İstasyon 2) ölçtüğümüz değerle benzerlik göstermiştir.

5.5. ELEKTRİKSEL İLETKENLİK

Sulardaki kirlilik artıkça elektriksel iletkenlik değeri de artmakta ve kirlilik etkisinde suların elektriksel iletkenlik değeri 1000 $\mu\text{mhos/cm}$ değerini aşmaktadır [Kara ve Çömlekçioğlu, 2004].

Yaptığımız çalışmada ölçülen Eİ değerleri 595-15062 $\mu\text{s/cm}$ arasında dağılım göstermiştir. Ayrıca istatistiksel analizler sonucu elektriksel iletkenlik değerlerinin istasyonlar arasındaki farkının anlamsız olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$) (Çizelge 4.5). Ortalama Eİ değerleri incelendiğinde tüm istasyonlar 1000 $\mu\text{mhos/cm}$ üzerinde ölçülmüştür (Çizelge 4.5). Bu durum özellikle Paradeniz Lagünü'yle bağlantı noktası olan 1. istasyonun devamlı deniz etkisinde olduğu, diğer istasyonların ise kış aylarında aşırı deniz basması sonucu etkilendiği yılın diğer aylarında ise bu istasyonların su kanallarından gelen kirleticiler sonucu yüksek değerlere ulaştığı düşünülmüştür (Şekil 4.5). Korelasyon analizi de incelendiğinde Eİ değerlerinin TN, OP, TDS ve TP ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.17, Çizelge 4.18, Çizelge 4.19, Çizelge 4.20, Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22). Akgöl'de yapılan bir araştırmada Özer [2008], tek bir istasyondan yaptığı ölçümde Eİ değerlerini 439-760 $\mu\text{s/cm}$ aralığında belirtmiştir. Elde ettiğimiz verilerde aynı bölgedeki (İstasyon 2) ortalama değeri 3944 $\mu\text{s/cm}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge

4.5). Yüksek Eİ değerleri, yağmur yüzey suları ve sulama kanallarıyla bölgede yapılan hayvansal, tarımsal ve evsel atıkların göle taşınmasına bağlanmıştır.

Ünlü vd. [2008] Hazar Gölü'nde yaptıkları bir çalışmada Eİ değerlerini ortalama 2.260 $\mu\text{hos/cm}$ ve sulama suyu açısından IV. sınıf su kalitesi ve sulamaya elverişsiz olduğunu belirtmişlerdir. Taş vd. [2010] Ulugöl'ün (Ordu) Eİ değerlerini 160-242 $\mu\text{S/cm}$ ve su ürünleri standartları ve yüzeysel su kaynaklarının kirlenmeye karşı korunması hakkındaki protokolde belirtilen değerlerin (150–500 $\mu\text{S/cm}$) arasında yer aldığını bildirmişlerdir. Elde ettiğimiz ortalama değerlere göre Akgöl'ün kirlenmeye karşı korunması hakkındaki protokolde belirtilen değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

5.6. TOPLAM ÇÖZÜNMÜŞ KATI MADDE

Toplam çözünmüş katı maddeyi organik yapıdaki küçük partiküller, inorganik maddeler, çözünebilir organik bileşikler, plankton ve diğer mikroskobik organizmalar oluşturmaktadır. TDS miktarı içme sularının tat, sertlik, korozyon gibi özelliklerini etkiler. TDS genel olarak doğal kaynaklardan, evsel ve endüstriyel atık sularından ve tarımsal alanlardan kaynaklanır [Taş vd. 2010].

Yıl boyunca elde ettiğimiz verileri sonucunda TDS değerleri 0,3-11,3 g/l arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.6). Ayrıca TDS değerlerinin istasyonlar arasındaki değişiminin istatistiksel açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$)(Çizelge 4.6). Yapılan benzer çalışmalarda Turna vd. [2005] Burdur Gölü'nde ortalama TDS değerlerini 28,9 g/l olarak bildirmişlerdir. Taş vd. [2010] Ulugöl'ün (Ordu) TDS değerini ortalama 117,14 ppm olarak ve bu değer SKKY'e göre I. sınıf su kalitesine sahip olduğunu, ayrıca TS 266'da belirtilen 500 mg/l'lik değer de oldukça altında olduğunu belirtmişlerdir. Çizelge 4.6 incelendiğinde ortalama TDS değerlerimizin SKKY'e göre (Çizelge 2.1) ilk 4 istasyon III. sınıf, 5 ve 6. istasyon ise IV. sınıf su kalitesi özelliği göstermektedir [Anonim, 2004].

5.7. TOPLAM SERTLİK

Suların sertliği suda çözünmüş katyonlar (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Sr^{+2} , Fe^{+2} ve Mn^{+2}) ile anyonların (HCO_3^- , SO_4^{-2} , Cl^- ve NO_3^-) bileşik oluşturması sonucu oluşmaktadır. Genel olarak sulara yüksek derişimde bulunan kalsiyum ve magnezyum iyonlarının

toplam miktarı CaCO_3 eşdeğerliği olarak ifade edilmektedir. Sudaki sertlik ağır metallerin toksisitesini azaltmakta iken diğer taraftan zehirli maddelerin zehir etkisini artırıcı bir rol oynamaktadır [Göksu, 2003; EPA, 1986].

Toplam sertlik değerlerimiz 195,7-499,7 mg CaCO_3/l arasında tespit edilmekle birlikte bu değerlerin (Şekil 4.7), istatistiksel analizler sonucu istasyonlar arasındaki değişiminin anlamlı farklılıklar gösterdiği, bu farklılıkların 2. istasyon ile 4 ve 6. istasyonlar arasında olduğu saptanmıştır ($p<0,05$) (Çizelge 4.7).

EPA [1986], sertlik derecelerine göre suları sınıflandırmış ve sertlik değerleri 0-75 mg/l arasında olan suların yumuşak, 75-150 mg/l olan suların hafif sert, 150-300 mg/l olan suların sert, 300 mg/l ve üzerindeki suların çok sert su sınıfına girdiğini bildirmiştir. Buna bağlı olarak yıl boyunca 2. istasyonun sert su özelliği göstermesi hariç diğer tüm istasyonların ortalama değerlerinin >300 olması Akgöl'ün de çok sert su özelliğine sahip olduğunu göstermektedir. Ünlü vd. [2008]'nin Hazar Gölü'nde yaptıkları çalışmayla sonuçlarımız benzerlik göstermiştir. Yüksek çıkan sertlik değerlerinin nedeni olarak bölgenin genelinde kireç taşı, dolomit ve kalker kayalarla kaplı olmasına bağlanmıştır [Anonim, 2008].

5.8. TOPLAM ALKALİNİTE

Doğal suların toplam alkalinite değerleri genellikle 20-300 mg/l arasında değişmektedir [Egemen ve Sunlu, 1999]. Yıl boyunca istasyonlarda belirlemiş olduğumuz toplam alkalinite değerleri en düşük 90 mg CaCO_3/l en yüksek değer 255 mg CaCO_3/l olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.8). Ortalama olarak 128 ile 136 mg CaCO_3/l arasında değişmiştir (Çizelge 4.8).

Çalışmamızda tespit edilen TA değerlerinin Ünlü vd. [2008]'nin Hazar Gölü'nde yaptıkları çalışmada belirttikleri gibi suyun yüksek alkali özellikte olmamasına rağmen ilkbahar aylarındaki yüksek alkalinite değerleri yaz aylarının başlamasıyla birlikte düşüşe geçmekte ve sonbaharda ekim ayından itibaren tekrar artmaya başlamaktadır.

Tepe [2009], Yenişehir Gölü'nde (Reyhanlı-Hatay) alkalinite ve sertlik derecelerinin yıl boyunca birbirinden farklı değerlerde seyrettiklerini ve sertlik değerlerinin alkalinite değerlerinin yaklaşık iki katı olduğunu belirtirken bunu gölün dibinde bulunan kayaların mineral yapısından kaynaklanmasıyla açıklamıştır.

Benzer durum bu çalışmada elde edilen verilerde de mevcut olup Mersin ili arazi varlığı verilerine göre bölge topraklarının %12,1'i orta derecede kireçli, %9,0'u kireçli, %26,0'sı fazla kireçli ve %45,8'i ise çok fazla kireçli olmasıyla açıklanabilir [Türkoğlu vd., 2007].

EPA [1986], tatlı sulardaki alkalinite düzeyini 20 mg CaCO₃/l üstünde olan suların (Çizelge 2.1) sucul yaşam için uygun olduğunu bildirmiştir. Bu çalışma sonucunda alkalinite değerleri (Çizelge 4.8) hiçbir zaman bu değer altına düşmemiştir.

5.9. ASKIDA KATI MADDE

Askıda katı madde suda partikül halinde bulunan organik ve inorganik maddelerin miktarı hakkında bilgi verir ve kirlilik çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. [Taşdemir ve Göksu, 2001]. EPA'ya göre sucul canlılar için askıda katı madde miktarının 25-80 mg/l arasında olmalıdır [Taşdemir ve Göksu, 2001].

Çalışma süresince AKM değerleri en yüksek 96,4 mg/l, en düşük 13,6 mg/l (Şekil 4.9), ortalama değerler ise 35,7-48,0 mg/l olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.9). İstatistiksel analizler sonucu askıda katı madde değerlerinin istasyonlar arasındaki farkının anlamsız olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$) (Çizelge 4.9). Turna vd. [2005] Burdur Gölü'nde en yüksek AKM değerini çalışmamızda da aynı dönem olan Temmuz ayında ölçmüştür. Taş vd. [2010] Ulugöl'de (Ordu) yaptıkları çalışmada bölgenin orman içinde bulunduğunu, göle evsel ve endüstriyel atık su ve erozyon girdisi olmadığından ortalama AKM miktarının (1,24 mg/l) çok az çıktığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda Temmuz ayındaki tüm istasyonlardaki AKM değerlerinin yüksek çıkması yaz aylarında (Haziran–Ekim) yoğun sulama yapılmasından dolayı kanallar aracılığıyla göle karışan tarımsal ve evsel atıklar ile tarımsal alanlardaki hasat dönemi aktiviteleri etkisiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Ünlü vd. [2008] Hazar Gölü'nde ortalama AKM değerini 270 mg/l olarak bildirmişler ve yüksek değerlerin elde edildiği bölgelerin akarsuların göle bağlandığı bölgeler olup aynı zamanda evsel atık suların göle sızdığı bölgeler olduğunu belirtmişlerdir.

İstasyonlarda elde edilen veriler incelendiğinde tüm istasyonların ortalama değerleri (Çizelge 4.9), EPA'nın bildirdiği kriterler (Çizelge 2.1) içerisinde kalmıştır.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde, göllerin ötrofikasyon kontrolü için askıda katı madde değerinin 5 mg/l'nin altında olması gerektiği bildirilmiştir. Yapılan çalışmada elde edilen veriler bu sınırın fazlasıyla aşıldığını ortaya koymaktadır (Çizelge 4.9).

5.10. SECCHI DİSKİ DERİNLİĞİ

Sudaki ışık geçirgenliğini su içinde yüzen veya asılı halde duran parçacıkları etkilemektedir. Maddelerin yoğunluğuna, yağışlara, plankton türlerinin çoğalma hızı ve dönemine bağlı olarak değişmektedir [Kocataş, 2009].

SD değerleri yıl boyunca en yüksek 90 cm en düşük ise 10 cm olarak ölçülmüştür (Şekil 4.10). Ortalama olarak 25,9 ile 52,1 cm aralığında dağılım gösteren SD derinliği istatistiksel analizler sonucu istasyonlar arasındaki değişiminin anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Buna göre 1 ve 2 nolu istasyonların 6 nolu istasyondan; 3 nolu istasyonun ise 5 ve 6 nolu istasyonlardan farklı olduğu görülmüştür ($p < 0,05$) (Çizelge 4.10). Bu durum, 1. istasyonun deniz girdisinin 2 ve 3. istasyonların ise sulama kanallarının olduğu bölgede olmasıyla açıklanabilir.

Mert vd. [2008] Apa Baraj Gölü'nün (Konya) en düşük SD değerini Ocak ve Eylül ayında (130 cm), en yüksek değeri Mayıs ayında (320 cm) ölçmüşlerdir. Taş vd. [2010] Ulugöl'ün (Ordu) ortalama secchi derinliğini 2,99 m ve mevsimsel olarak bakıldığında oligotrof-mezotrof bir göl olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmamız sonucunda Turna vd. [2005] Burdur Gölü'ndeki çalışmalarında bildirdiği gibi SD derinliği Mart ayında en düşük olarak ölçülmüştür (Şekil 4.10). Korelasyon analizi sonucunda da SD derinliğinin AKM, Kl-a, TN ve TP ile ilişki olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.17).

Taylor vd. [1980], SD derinliğini oligotrofik göllerde $>3,7$ m, mezotrofik göllerde 2,0-6,1 m ve ötrofik göllerde <2 m olarak rapor etmişlerdir. Hakanson ve Jansson [1983], oligotrofik göllerin SD derinliğini >5 m, mezotrofik göllerin seki disk derinliğini 3-6 m ve ötrofik göllerin SD derinliğini ise 1-4 m olarak; Nürnberg [1996] seki disk derinliğini oligotrofik göllerde >4 m, mezotrofik göllerde 2-4 m ve ötrofik göllerde 1-1,9 m arasında bildirmiştir. OECD [1982] ise oligotrofik göllerin SD derinliğinin 5,4-28,3 m (ortalama 9,9 m), mezotrofik göllerin SD derinliğinin 1,5-8,1 m (ortalama 4,2 m) ve ötrofik göllerin SD derinliğinin 0,8-7,0 m (ortalama

2,45 m) arasında değiştiğini kaydetmiştir. Yaptığımız çalışmada elde edilen 1 metrenin altında kalan ortalamalar, literatürde yer alan indekslerin çoğuna göre Akgöl'ün (25,9-52,1 cm) ötrofik bir göl olduğunu göstermektedir.

5.11. KLOROFİL-*a*

Kl-*a*, alg biyokütlesinin belirlenmesi amacıyla ölçümü kolay olduğu için ötrofikasyon çalışmalarında çok kullanılır. Klorofil-*a* değerleri çalışma süresince 0,22-42,73 µg/l aralığında değişim göstermiştir (Şekil 4.11). Kl-*a* ortalama değerleri istasyonlarda 5,7 – 6,8 µg/l arasında değişim göstermiştir. İstasyonlardaki bu değişim istatistiksel olarak önemsiz olarak belirlenmiştir ($p>0,05$) (Çizelge 4.11).

Fitoplanktonik organizmalar fosfordan ortofosfat şeklinde yararlanırlar. Reynolds [1993], alg gelişiminin ortafosfat ile ilişkili olduğu ve bu düzeyin 0,01 mg/l'den düşük olmaması gerektiğini bildirmiştir. Çalışmamızda ise OP ortalama değerlerinin tüm istasyonlarda bu değerin çok altında kaldığı (Çizelge 4.16) bu durumun da Kl-*a* düzeyini etkilemediği yapılan korelasyon analizinde de belirlenmiştir (Çizelge 4.17, Çizelge 4.18, Çizelge 4.19, Çizelge 4.20, Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22).

Birçok araştırmacı Kl-*a* değerlerine göre gölleri trofik olarak sınıflandırmışlardır. Bunlar; Wetzel [1975], ultra-oligotrofik göllerin Kl-*a* miktarını 0,01-0,5 µg/l, oligotrofik göllerin Kl-*a* miktarını 0,3-3,0 µg/l, mezotrofik göllerin Kl-*a* miktarını 2-15 µg/l ve ötrofik göllerin Kl-*a* miktarını ise 10-500 µg/l olarak bildirmiştir. Whittaker [1975], Kl-*a* miktarını oligotrofik göllerde 0,3-3,0 µg/l, mezotrofik göllerde 2,0-15,0 µg/l ve ötrofik göllerde 10-500 µg/l arasında kaydetmiştir. Taylor vd. [1980], Kl-*a* miktarını oligotrofik göllerde 0,0-4,5 µg/l, mezotrofik göllerde 1,0-15,0 µg/l ve ötrofik göllerde 5-140 µg/l arasında rapor etmişlerdir. Hakanson ve Jansson [1983], oligotrofik göllerin Kl-*a* içeriğini <2,5 µg/l, mezotrofik göllerin Kl-*a* içeriğini 2-8 µg/l ve ötrofik göllerin Kl-*a* içeriğini ise 6-35 µg/l olarak; Nürnberg [1996] Kl-*a* miktarını oligotrofik göllerde <3,5 µg/l, mezotrofik göllerde 3,5-9,0 µg/l ve ötrofik göllerde 9,1-25 µg/l arasında bildirmiştir. OECD [1982] ise oligotrofik göllerin Kl-*a* miktarının 0,3-4,5 µg/l (ortalama 1,7 µg/l), mezotrofik göllerin Kl-*a* miktarının 3-11 µg/l (ortalama 4,7 µg/l) ve ötrofik göllerin Kl-*a* miktarının 2,7-78 µg/l (ortalama 14,3 µg/l) arasında değiştiğini

bildirmişlerdir. Literatürde yer alan bu trofik sınıflandırmalara göre Akgöl mezotrofik göl sınıfında yer almaktadır (Çizelge 4.11).

Turna vd. [2005] Burdur Gölü'nde yaptıkları çalışmada ortalama Kl-a değerini 4 mg/m³, gölün sınıflandırmasını ise mezotrofik olarak bildirmiştir. Bu sonuçlar gölün trofik durumu yönünden çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

5.12. KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI

Kimyasal oksijen ihtiyacı, sulardaki organik madde miktarının göstergesi olup, organik maddelerinin tamamının parçalanması için gerekli oksijen miktarıdır [Göksu, 2003]. Akgöl'de yıl boyunca elde ettiğimiz değerler 6,25-298 mg/l aralığında tespit edilmiştir (Şekil 4.12). İstasyonlardaki ortalamaları ise 30,6 – 44,5 mg/l aralığında değişmektedir. Ortalamalar incelendiğinde KOİ en yüksek 3. istasyonda (44,5mg/l) belirlenirken bu durumun sulama kanalı ile taşınan organik maddelerden kaynaklandığı düşünülse de, KOİ değerlerinin istasyonlar arasındaki değişiminin istatistiksel yönden önemsiz olduğu saptanmıştır (p>0,05) (Çizelge 4.12).

Turna vd. [2005] Burdur Gölü'nde ortalama KOİ değerlerini 492 mg/l olarak belirtirken gölün organik madde yönünden önemli oranda kirlendiğini ve bunun sebebinin bölgenin şehir merkezi ile fabrikalara yakın olması ile açıkladıklarını eklemişlerdir. Boztuğ vd. [2012] Uzunçayır Baraj Gölü'nde (Tunceli) ortalama KOİ değerini 144 mg/l olarak tespit etmekle birlikte yüksek olduğu Kasım ve Ocak aylarında, çok sayıda ve miktarda biyolojik yolla ayrışmayan organik bileşiklerin varlığından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Tepe vd. [2004] Samandağ Karamanlı Göleti'nde (Hatay) Ocak, Şubat ve Mart aylarında KOİ değerinin giderek artmasının sebebinin yağışlarla oluşan organik maddelerce zengin yüzey akışlarının kaynak suyuna azda olsa katılımından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda Mayıs ayında 3, 4 ve 5. istasyonlardan elde ettiğimiz yüksek KOİ değerleri, Tepe [2009]'nin de Yenişehir Gölü'nde (Reyhanlı-Hatay) yaptığı çalışmada belirttiği gibi yağışlarla birlikte yüzey akışlarının ve sulama kanallarının getirmiş olduğu organik madde miktarıyla açıklanmaya çalışılmıştır.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre; tuzlu, acı ve sodalı göllerde KOİ için ötrofikasyon sınır değeri 8 mg/l'dir. Aynı yönetmeliğe göre, KOİ değerinin 70

mg/l'den daha büyük olması IV. derece su sınıfını göstermektedir [Uslu, 1996]. SKKY'e göre ortalama değerleri bakımından tüm istasyonlarda II. sınıf su özelliği göstermektedir [Anonim, 2004].

5.13. NİTRİT AZOTU

Nitrit, azot döngüsünün ara ürünüdür. Nitritler de nitratlar gibi plankton gelişimine katkıda bulunur. Genel olarak sulardaki yüksek nitrit miktarı, evsel, tarımsal ve endüstriyel orijinli organik kirleticilerden kaynaklanmaktadır [Gündoğdu ve Turhan, 2004; Kara ve Çömlekçioğlu, 2004]. Sularda nitrit düzeyinin 0,003 mg/l altında olması, nitrit bakımından sulara kirleticilerin karışmadığını göstermektedir [Wetzel, 2001]. NO₂ değerleri, en yüksek 0,036 mg/l en düşük 0,004 mg/l ölçülmüştür (Şekil 4.13). İstasyonların ortalama değerlerinin de 0,012-0,015 mg/l aralığında değiştiği saptanmıştır. NO₂⁻ değerlerinin istasyonlar arasındaki değişimi istatistiksel anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir (p>0,05)(Çizelge 4.13).

Nitrit (NO₂⁻) amonyum ve nitrate kıyasla yüzeysel sularda düşük derişimlerde bulunur. Bunun nedeni nitritin bir ara ürün olmasıdır, ya oksitlenerek nitrate dönüşmekte veya anaerobik ortamda indirgenerek amonyağa dönüşmektedir. Yeterli derecede nitrifikasyona uğramamış atık suların ortama verilmesi durumunda çok yüksek değerlere çıkabilir ve canlılara toksik etkiler gösterebilir [Uslu ve Türkman, 1987].

Bulut vd. [2011] Selevir Baraj Gölü'ndeki incelemelerinde ortalama nitrit seviyesinin (0,002 mg/l) yüksek olmasının nedeninin bölgede büyükbaş hayvan besiciliğinin yapılmasıyla alakalı olduğunu belirtmişlerdir. Taş vd. [2010] Ulugöl'ün (Ordu) ortalama nitrit değerini 0,014 mg/l olduğunu belirtmişlerdir. Yabancı vd. [2011] Bafa Gölü'ndeki yaptıkları çalışmada ortalama nitrit miktarını 0,013 mg/l olarak tespit etmişler ve balıklarda nitritin 0.01-0.02 mg/l aralığında etkili olduğunu, meydana gelen zehirlenmelerin genellikle yavaş seyrettiğini ve bu nedenle de semptomları takip etmenin imkansız olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamız, NO₂ ortalama değerleri bakımından diğer araştırmacıların sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Nitrit değerlerindeki yükselme evsel, hayvansal ve tarımsal atıkların sulama kanalı ve yağmur yüzey suları ile göle taşınmasına bağlanırken Ekim ayındaki aşırı artış (Şekil 4.13) Tepe ve Mutlu [2004]'nun Hatay Harbiye Kaynak

Suyu'nda yaptıkları çalışmasında belirttiği gibi nitrifikasyon olayının orta ürünü olan nitriti nitrate çeviren bakterilerin faaliyetinin yavaşlaması olarak düşünülmektedir. Buna ek olarak Göksu Deltası'nda tarımsal alanlar kurak dönemlerde Haziran ve Ekim ayları arasında drenaj kanalları ile yoğun olarak sulanmakta [Anonim, 2009] böylece tarımsal alanlardan Akgöl'e yoğun bir nitrit azotu girdisi olduğu varsayılmaktadır.

SKKY su kalite parametrelerinin sınıflandırılması ve limit düzeylerine göre ortalama NO₂ değerlerimiz tüm istasyonların III. sınıf su kalitesi özelliğinde olduğunu göstermektedir [Anonim, 2004]. EPA [1986] sulardaki NO₂ sınır değerinin 1mg/l'nin altında olması gerektiğini, Nisbet ve Verneaux [1970] sudaki NO₂ miktarının 1 mg/l'yi geçmesi halinde kirlenmenin başlamış olduğunu ileri sürmektedirler. Çalışma sonuçlarımızda da belirtilen bu değer altında kalmıştır (Çizelge 4.14).

5.14. TOPLAM AZOT

Sulardaki toplam azotun %75'ini tarımsal alanlar, %18'i noktasal kaynaklar (Endüstriyel), %1,4'ünü evsel atık sular ve %4,9'unu diğer kaynaklar oluşturmaktadır [Kronvang vd., 1999]. Çalışmamızda TN değerleri en yüksek 1,456 mg/l en düşük ise 0,037 mg/l tespit edilmiştir (Şekil 4.14). Ortalama TN değerleri 0,284 ile 0,374 mg/l aralığında değişim göstermiştir. TN değerlerinin istasyonlar arasındaki değişiminin istatistiksel açıdan önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$)(Çizelge 4.14).

Çalışmamızda zamansal olarak TN değerleri nitrit azotunun tersine yaz aylarında yoğun sulamaya rağmen düşüş göstermektedir (Şekil 4.14). Akgöl'ün kuzeyinde yer alan sazlık ve bataklık alanlar tarımsal alanlardan gelen kirliliği filtre ederek arada tampon bölge oluşturmaktadır [Anonim, 2009]. Yaz aylarında TN değerlerinin azalması, tampon bölgede yer alan makrofitlerin tarımsal alanlardan gelen kirlleticiler içerisindeki kullanışlı azot türevlerini tutmasına bağlanmıştır.

Toplam azot, göllerin trofik durum sınıflandırmasında yaygın olarak kullanılan değişkenlerden biridir. Wetzel [1975], ultra-oligotrofik göllerin toplam azot içeriğini <0,25 mg/l, oligo-mezotrofik göllerin toplam azot içeriğini 0,25-0,60 mg/l ve mezo-ötrofik göllerin toplam azot içeriğini ise 0,5-1,1 mg/l olarak; Hakanson

ve Jansson [1983], oligotrofik göllerin toplam azot içeriğini <0,35 mg/l, mezotrofik göllerin toplam azot içeriğini 0,30-0,50 mg/l ve ötrofik göllerin toplam azot içeriğini ise 0,35-0,6 mg/l olarak; Nürnberg [1996] oligotrofik göllerin toplam azot içeriğini <0,35 mg/l, mezotrofik göllerin toplam azot içeriğini 0,35-0,65 mg/l, ötrofik göllerin toplam azot içeriğini ise 0,651-1,2 mg/l olarak bildirmişlerdir. OECD [1982] ise oligotrofik göllerin toplam azot içeriğinin 0,307-1,630 mg/l (ortalama 0,661 mg/l), mezotrofik göllerin toplam azot içeriğinin 0,361-1,387 mg/l (ortalama 0,753 mg/l) ve ötrofik göllerin toplam azot içeriğinin 0,393-6,1 mg/l (ortalama 1,875 mg/l) arasında değiştiğini kaydetmiştir. Literatürde yer alan indekslerin çoğuna göre toplam azot ortalama değerleri (Çizelge 1.14) Akgöl'ü oligo-mezotrofik sınıf içerisinde göstermektedir.

Özçalkap [2007] Terkos Gölü'ndeki (İstanbul) araştırmasında ortalama 384 µg/l olarak ölçülen toplam azot değeri SKKY'de (doğal koruma alanı ve rekreasyon amaçlı göller) tavsiye edilen sınır değerlerle karşılaştırıldığında, ölçüm sonuçlarının büyük çoğunluğunun bu sınır değerlerin üstünde olduğunu bildirmiştir. Küçükylmaz vd. [2010] Karakaya Baraj Gölü yüzey suyunda TN değerlerini 0,333-1,030 mg/l aralığında ve gölü TN içeriği bakımından oligo-mezotrofik olarak bildirmiştir. Elde ettiğimiz TN sonuçları bakımından bu çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

5.15. TOPLAM FOSFOR

Fosfor, doğal suların verimliliğini etkileyen besleyici minerallerin en önemlisidir. Göllerde ve akarsularda çözülmüş inorganik fosfat, çözülmüş organik fosfat ve organik partiküler fosfat şeklinde bulunur. Çözülmüş inorganik fosfat fotoototrof üreticiler tarafından alınır, organik olarak bağlanır ve besin zincirine katılır [Schwörbel, 1987]. Fosfat organik maddelerin bozunması, tarımda kullanılan gübrelerin yıkanarak suya karışması, evsel ve endüstriyel atık suların su ortamına deşarjı veya sızıntı ile suya karışmaktadır. Fosfor su ortamında meydana gelen ötrofikasyonun en temel elementidir [Harper, 1992].

Fosforun göllerde miktarı sınırlıdır. Birçok mineralin yapısında bulunmasına rağmen, alkali topraklardaki çözünürlüğünün az olması nedeniyle sudaki miktarı sınırlandırılmıştır. Suya, kaya ve topraklardan geçebildiği gibi, yapay gübrelerden ve endüstriyel atıklardan da geçebilir [Güler ve Çobanoğlu 1997].

Fosfor, oksijenli koşullarda derin göllerin bentinde birikirken, oksijensiz (anoksik) ortamlarda dip çamurundan ayrılarak suya geçer. Oksijenli ortamlarda ferrik (Fe^{+3}) iyonu, PO_4 'tı bağlayacağı için verimlilik azalmasına neden olur. Sularda PO_4 iyonu Fe^{+3} , $CaCO_3$ ve çamur (silt) ile üç farklı yoldan tutulmaktadır. Bunlardan, özellikle üçüncüsü sığ göllerde çok daha etkilidir [Goldman ve Horne 1983, Harper 1992].

TP değerleri en yüksek 0,708 mg/l, en düşük ise 0,003 mg/l olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.15). Ortalama TP değerleri ise 0,017-0,039 mg/l arasında değişim göstermiştir. Toplam fosfor değerlerinin istasyonlar arasındaki değişiminin istatistiksel anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$)(Çizelge 4.15).

Doğal sularda toplam fosfor yoğunluğunun; havzanın morfometresine, bölgenin jeolojik yapısının kimyasal içeriğine, suya karışan organik madde ve evsel atık özellikle deterjan olup olmadığına ve sudaki organik metabolizmaya bağlı olduğuna ve çoğu göllerde ortalama toplam fosfor içeriğinin 0,010 ile 0,030 mg/l arasında değişmektedir [Tanyolaç, 2009]. Nisbet ve Verneaux [1970], fosfat içeriğinin 0,15-0,30 mg/l olan sularda produktivitenin yüksek olduğunu ancak bu değer 0,30 mg/l'yi aşması halinde suyun kirlenmiş sayılacağını belirtmektedir. Fosfat içeriğinin 0.50 mg/l'yi aşması halinde ise aşırı kirlenmenin ve ötrofikasyon söz konusu olacağını bildirmişlerdir. Çalışmamız sonunda TP, 3. istasyon ortalama değeri (0,039 mg/l) bakımından kirlenmiş olduğu düşünülmüştür. Bu durum sulama kanalı yakınında bulunan istasyonun fosfatlı gübreler, evsel ve hayvansal atıklardan etkilendiği sonucuna varılmıştır. Göksu Deltasında tarımsal alanların sulanması özellikle Haziran ve Ekim ayları arasında sulama kanalları ile yoğun olarak yapılmakta ve sular tekrar kanallar vasıtasıyla Akgöl'e taşınırken bu dönemde su seviyesi en üsttedir [Anonim, 2009]. Çalışmamızda da görüldüğü üzere (Şekil 4.15) Eylül ayında TP düzeyinin aşırı artış gösterdiği bu durumda yaz aylarında tarımsal alanlarının sulanmasına bağlanmıştır.

Toplam fosfor, göllerin trofik durum sınıflandırmasında yaygın olarak kullanılan değişkenlerden biridir. Wetzel [1975], ultraoligotrofik göllerin toplam fosfor içeriğini <1-5 μ g/l, oligo-mezotrofik göllerin toplam fosfor içeriğini 5-10 μ g/l ve mezo-ötrofik göllerin toplam fosfor içeriğini ise 10-30 μ g/l olarak; Taylor vd. [1980] oligotrofik göllerin toplam fosfor içeriğini <10 μ g/l, mezotrofik göllerin toplam fosfor içeriğini 10-30 μ g/l ve ötrofik göllerin toplam fosfor içeriğini ise > 30

$\mu\text{g/l}$ olarak; Hakanson ve Jansson [1983], oligotrofik göllerin toplam fosfor içeriğini $<10 \mu\text{g/l}$, mezotrofik göllerin toplam fosfor içeriğini $8-25 \mu\text{g/l}$ ve ötrofik göllerin toplam fosfor içeriğini ise $20-100 \mu\text{g/l}$ olarak; Nürnberg [1996] oligotrofik göllerin toplam fosfor içeriğini $<10 \mu\text{g/l}$ ve mezotrofik göllerin toplam fosfor içeriğini $10-30 \mu\text{g/l}$ ve ötrofik göllerin toplam fosfor içeriğini ise $31-100 \mu\text{g/l}$ olarak; OECD [1982] ise oligotrofik göllerin toplam fosfor içeriğinin $3,0-17,7 \mu\text{g/l}$ (ortalama $8,0 \mu\text{g/l}$), mezotrofik göllerin toplam fosfor içeriğinin $10,9-95,6 \mu\text{g/l}$ (ortalama $26,7 \mu\text{g/l}$) ve ötrofik göllerin toplam fosfor içeriğinin ise $16,2-386 \mu\text{g/l}$ (ortalama $84,4 \mu\text{g/l}$) arasında değiştiğini kaydetmiştir. TP değerlerinin suların trofik durum sınıflandırılmasıyla ilgili literatürde farklı sınır değerlerine sahip birçok çalışmaya yer verilmiştir. Çalışmamızdaki TP ortalama değerleri Carlson [1977]'un trofik durum indeksi (Çizelge 3.7) ile kıyaslandığında 1, 2, 4 ve 6. İstasyonlar mezotrofik, 3 ve 5. istasyonlar ötrofik sınıfa girmektedir (Çizelge 4.15). Başbüyük [1992], Göksu Deltası'nda özellikle tarımsal arazilerden bırakılan sulama sularının lagünlerde ötrifikasyona neden olduğunu bildirmiştir.

Taş vd. [2010] Ulugöl'ün (Ordu) ortalama toplam fosfor değerini $0,01 \text{ mg/l}$, gölü oligotrofik-mezotrofik ve SKKY'e göre I. sınıf bir kalitede olduğunu bildirmiştir. Ünlü vd. [2008] Hazar Gölü'nde TP aralığını $0,15-2,21 \text{ mg/l}$ ve bu değerlerle SKKY'e göre gölün ötrofik olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise SKKY verilerine göre ise 1. İstasyon I. sınıf, 2, 3, 4, 5 ve 6. İstasyonlar II. sınıf su kalitesi özelliği göstermektedir (Çizelge 2.1) [Anonim, 2004].

5.16. ORTOFOSFAT

Wetzel [1975], yüzey sularında çözünmüş inorganik fosfor toplam fosforun çok az bir kısmını oluşturduğu, çok çeşitli ılıman bölge göllerinde inorganik çözünmüş fosforun diğer fosfor formlarına oranının yaklaşık %5, çoğu doğal su kaynağında gerçek iyonik ortofosfatın toplam fosfora oranının çoğunlukla $<5\%$ olduğunu ifade etmiştir. Yaptığımız çalışmada toplam fosforun yaklaşık %20'lik bir kısmının ortofosfat formunda olduğu belirlenmiştir.

Göllerin trofik ve verimlilik durumların belirlemek için hem toplam fosfor hem de toplam filtre edilebilir ortofosfat yaygın bir şekilde indikatör olarak kullanılmaktadırlar. Toplam filtre edilebilir ortofosfat alg üretiminde sudan çabuk

alnabilirlik özelliğinden dolayı toplam fosfora göre genellikle en iyi indikatör olduğu düşünölmektedir [Allan ve Castillo, 2007].

Yapılan analiz sonuçlarına göre, ortofosfat değerleri 0,001 ile 0,009 mg/l arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.16). Ortalama OP değerleri 0,003 ile 0,004 arasında değişim göstermiştir. Ortofosfat değerlerinin istasyonlar arasındaki değişiminin istatistiksel yönden önemsiz olduğu saptanmıştır ($p>0,05$)(Çizelge 4.16).

Ünlü vd. [2008] Hazar Gölü'nde ortofosfat değerlerini 0,05-1,99 mg/l olarak bildirirken daha önceki yıllara göre bir artış olduğunu ve buna ilkbahar karışımının olduğu Mart ve Nisan aylarında göle giren evsel atık suların ve deterjanların artışı ve niteliğinin etken olabileceğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda Eylül ve Kasım ayındaki yükselmenin nedeni olarak Tepe ve Boyd [2001] çalışmalarında belirttiği gibi yerleşim bölgelerinden deşarj edilen evsel atıklardan ve tarım arazilerinde kullanılan fosfatlı gübrelerin drenaj kanalları ile birlikte göle karışmasından kaynaklandığı düşünölmektedir. Korelasyon analizi sonucunda da OP'nin KOİ ve TP ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.18, Çizelge 4.19, Çizelge 4.20, Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22).

Fitoplanktonik organizmalar fosfordan ortofosfat şeklinde yararlanırlar. Reynolds [1993], alg gelişimi için OP konsantrasyonunun 0,01 mg/l'den düşük olmaması gerektiğini bildirmiştir. Çalışmamızda OP konsantrasyonları ortalama değerlerine bakıldığında tüm istasyonların 0,01 mg/l'nin altında kaldığı belirlenmiştir.

5.17. TN/TP ORANI

Howarth vd. [2000], aşırı nutrient miktarına bağlı olarak yüzeysel sularda ortaya çıkan olumsuz etkilere ve ötrofikasyona neden olan elementlerin, azot ve fosfor olduğunu bildirmişlerdir. Dodds vd. [2002], azot ve fosforun akuatik sistemlerde algal üretim için primer sınırlayıcı nutrientler olduğunu, ancak tatlı su sistemlerinde fosforun azota oranla daha sınırlayıcı element olduğunu rapor etmişlerdir. Howarth vd. [2000] alg ve bitki gelişimi için deniz ekosistemlerinde sınırlayıcı nutrientin azot, tatlı sularda ise fosfor olduğunu rapor etmişlerdir. Smith [1982] TN/TP oranı <10 olduğunda azotun, TN/TP oranı >17 olduğunda fosforun sınırlayıcı nutrient olduğunu, TN/TP oranı 10-17 arasında ise dengeli bir sistem

içerisinde olduğunu belirtmiştir. Analizler sonucunda belirlenen toplam azot (Çizelge 4.14) ve toplam fosfor (Çizelge 4.15) ortalama değerleri birbirine oranlanarak, elde edilen sonuçlar Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. TN/TP oranı

İstasyonlar						
	1	2	3	4	5	6
TN/TP	21,4	16,3	9,05	14,6	11,7	11,7

Bu sonuçlara göre 3. istasyonda azot, 1. istasyonda fosfor sınırlayıcı element iken 2, 4, 5 ve 6. istasyonlarda dengeli bir sistem görülmektedir (Çizelge 5.1).

5.18. TROFİK DURUM İNDEKSİ

Yapılan çalışmada SD, Kl-a ve TP (Çizelge 4. 10, Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.15) sonuçlarına göre Carlson [1977]’un trofik durum indeksini (TSI) hesaplama eşitliklerinden yararlanılarak Akgöl’ün trofik durumu belirlenmiştir (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2. Akgöl trofik durum indeks değerleri

İstasyonlar							
	1	2	3	4	5	6	Ortalama
TSI(SD)	78,29	76,55	79,47	72,13	70,97	69,40	74,47
TSI(Kl-a)	49,11	47,67	47,84	49,11	49,41	48,81	48,66
TSI(TP)	45,00	49,36	56,98	49,36	53,20	49,98	50,65

TSI indeksleri (Çizelge 5.2) Carlson [1977]’un Trofik Durum İndeks (TSI) tablosu (Çizelge 3,7) ile değerlendirildiğinde SD’ye göre Hipertrofik, Kl-a’ya göre Mezotrofik ve TP’ye göre Ötrofik özellikte olduğu belirlenmiştir.

5.19. ALG FLORASI VE FONKSİYONEL GRUPLARI

Akgöl’de yapılan çalışma sonucunda toplam 5 alg sınıfına ait 74 alg taksonu teşhis edilmiştir. Akgöl alg florası içerisinde Ochrophyta (44) en çok taksonla tespit edilen grup olup, bunu sırasıyla Chlorophyta (14), Cyanobacteria (5), Charophyta (5) ve Euglenozoa (1) sınıflarına ait taksonlar izlemiştir (Çizelge 4. 24).

Albay ve Akçaalan [2003], Ömerli Baraj Gölü’nde (İstanbul) yaptıkları çalışmada M, C ve P fonksiyonel grupları tespit etmiştir. Padisak vd. [2006],

araştırmalarında X3, MP, F, X1 fonksiyonel gruplara ait alglerin bulunduğunu rapor etmiştir. Soylu ve Gönülol [2010], Kızılırmak Deltası'nda yer alan Liman Gölü'nde, 17 fonksiyonel grup (B, D, N, P, S1, S2, SN, X1, Y, E, F, G, J, L₀, M, W1 ve W2) tespit etmişlerdir. S1, F ve L₀ grubu türlerinin yaygın olarak bulunduğunu bildirmişlerdir. Demir vd. [2014], Mogan Gölü'nde toplam 76 tür belirlenirken, baskın olan fonksiyonel grupları X2, L₀, F, S1, M ve F olarak bildirmişlerdir. Akgöl'de yaptığımız çalışmada 14 fonksiyonel grup (S1, T_C, MP, L₀, N, N_A, P, F, X1, J, W1, C, D ve T_B) belirlenirken, T_B (17) fonksiyonel grubu en yaygın olarak tespit edilmiştir. Bu grupları MP(9), J(9) ve D(9) fonksiyonel grupları izlemiştir (Çizelge 4.24). Bu fonksiyonel gruplarda yer alan türler genellikle akarsu girişinin olduğu, sığ, bulanık, sık sık karışan ve inorganik maddelerce zengin habitatlara adapte olmuş türlerdir. Akgöl sığ bir göl olup, makrofitlerce zenginlik göstermektedir. Rüzgarların etkisi ile sürekli karışım gösteren Akgöl yüksek bulanıklığı nedeniyle (ortalama 28-52 cm SD derinliği) fitoplankton gelişimini göl içerisinde önemli ölçüde sınırlamıştır. Bununla birlikte yüksek pH(>9) (Çizelge 4.4) ve TS (294-351 mg CaCO₃/l) (Çizelge 4.7) değerlerine sahip olması gölde yıl içerisinde fitoplankton gelişimini sınırlayan diğer çevresel faktörlerdir. Roselli vd. [2013], Akgöl için verdikleri listede algler genellikle cins kategorisinde vermiş olup, tür bazında yapmış oldukları teşhislerden sadece 4 alg türü (*Cyclotella meneghiniana*, *Cosmarium laeve*, *Desmodesmus communis* ve *Kirchneriella obesa*) çalışmamızda ortak olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte cins bazında her iki araştırmanın alg florası birbirlerine büyük ölçüde benzerlik göstermiştir. Araştırma süresince Ochrophyta'ya ait taksonlar yıl boyunca Akgöl alg florası içerisinde sürekli gözlemlenmiş olsa da aynı gruba ve diğer guruba ait alg taksonları üzerinde baskınlık oluşturacak yeterli popülasyon büyüklüğüne ulaşamamışlardır. Akgöl'ün gerek su kalite özellikleri (yüksek alkalinite, yüksek pH, düşük secchi disk derinliği ve bulanıklık), gerekse sürekli olarak rüzgar etkisi ile karışıyor olması nedeniyle, epipsammik, epipelik, epilitik habitatlarda algler gelişme fırsatı bulamamışlardır. Sulak alanın alg florası içerisinde yer alan alglerin çoğunlukla göl alanını çevreleyen ve zaman zaman gölün iç kısımlarına kadar ilerleyen makrofitlerin su yüzeyine yakın yaprak ve gövdelerine tutunarak popülasyon oluşturabildikleri gözlemlenmiştir.

Çalışmada kaydedilen çoğu alg taksonu epifitik floradan elde edilmiştir. Bu nedenler ile sulak alan fitoplanktondan elde edilen takson sayısı düşük kalmıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Göksu Deltası ülkemizin iyi korunmuş deltalarından biridir. Avrupa Kıyı Koruma Birliği'ne göre Göksu Deltası, kumul jeomorfolojisi ve doğa koruma açısından Doğu Akdeniz kıyılarında bulunan en önemli alanlardan birisidir. RAMSAR listesinde yer alan Akgöl'ün fiziko-kimyasal özellikleri ile birlikte bu sistemlerin alg florası kompozisyonu araştırılmıştır.

Yapılan araştırma sonucunda;

- Sıcaklık değerleri ortalama 21,8-22,6⁰C arasında gözlenmiştir (Çizelge 4.1). Elde edilen sonuçlara göre Akgöl'e ısıl bir kirletici girişinin olmadığı ve bölgenin iklimsel özelliklerine göre değiştiği belirlenmiştir.

- pH değerleri 9,1-9,4 aralığında olurken (Çizelge 4.2), EPA [1986]'nın bildirmiş olduğu sınır değerlerin(6,5-9) üzerine çıktığı tespit edilmiştir. Elde edilen pH ortalamaları SKKY'e göre tüm istasyonlarda IV. sınıf su kalitesi özelliği göstermektedir [Anonim, 2004]. pH değerlerine göre Akgöl alkali göl özelliğindedir.

- ÇO₂; ortalama değerleri 7,5 ile 8,2 mg/l arasında belirlenmiştir(Çizelge 4.3). EPA [1986]'nın alt sınır değerinin(>5) üzerinde olmakla birlikte SKKY'e göre 3., 4. ve 6. istasyonlar I. sınıf, 1, 2 ve 5. istasyonlar II. sınıf su kalitesindedir [Anonim, 2004].

- Tuzluluk değerleri, 0,1-10,4 ppt değerleri arasında değişim göstermiştir Yüksek değerler 1. İstasyonda deniz suyu girişinden kaynaklanmıştır.

- Eİ değerleri, 595-15062 µs/cm arasında dağılım göstermiştir. Elde ettiğimiz ortalama değerlere göre su kaynaklarının kirlenmeye karşı korunması hakkındaki protokolda belirtilen değerlerin (150-500 µs/cm) üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

- TDS değerleri, 0,3-11,3 g/l arasında değişirken (Şekil 4.6), ortalama TDS değerleri SKKY'e göre (Çizelge 2.1) ilk 4. istasyon III. sınıf, 5. ve 6. istasyon ise IV. sınıf su kalitesi özelliği göstermektedir [Anonim, 2004].

- TA; 90-255mg CaCO₃/l arasında belirlenirken ve EPA'nın belirttiği 20 mg CaCO₃/l sınır değerinin altına düşmemiştir.

- TS değerlerimiz, 195,7-499,7 mg CaCO₃/l arasında değişirken, Akgöl'ün çok sert su özelliğine sahip olduğunu tespit edilmiştir.

- AKM değerleri, 13,6 – 96,4 mg/l aralığında ölçülürken, değerlerimiz su kirliliği kontrolü yönetmeliğinde, göllerin ötrofikasyon kontrolü için askıda katı madde değer (5 mg/l) sınırını aşmıştır.
- SD; çalışma süresince 10 – 90 cm arasında değişmiştir. Trofik indekslere göre Akgöl ötrofik bir göl durumundadır.
- Kl-a değerleri çalışma süresince 0,22-42,73 µg/l aralığında değişirken, Kl-a bakımından mezotrofik özellik göstermiştir.
- KOİ istasyonlardaki ortalamaları 30,6 – 44,5 mg/l aralığında değişmektedir. Tüm istasyonlarda KOİ, II. sınıf olarak belirlenmiştir.
- NO₂ ortalama değerleri 0,012-0,015 mg/l aralığında değiştiği saptanmıştır. SKKY su kalite parametrelerinin sınıflandırılmasına göre ortalama değerlerimiz tüm istasyonlarda III. sınıf su kalitesi özelliği göstermektedir [Anonim, 2004]. Sulardaki NO₂ sınır değerinin 1mg/l'nin altında olması gerektiğini, bu değeri geçmesi halinde kirlenmenin başladığı bildirilmektedir [EPA, 1986; Nisbet ve Verneaux, 1970]. Çalışma sonuçlarımız belirtilen bu değerlerin altında kalmıştır (Çizelge 4.14).
- TN değerleri ortalama 0,284 ile 0,374 mg/l aralığında değişim göstermiştir. Literatürlerdeki indekslere göre içeriği bakımından oligo-mezotrofik göl sınıfındadır.
- TP değerleri ortalama olarak 0,017-0,039 mg/l arasında değiştiği, çalışmamızdaki TP ortalama değerleri Carlson [1977]'un trofik durum indeksi (Çizelge 3.7) ile kıyaslandığında 1., 2., 4. ve 6. istasyonlar mezotrofik, 3. ve 5. istasyonlar ötrofik sınıfa girmektedir (Çizelge 4.15). SKKY verilerine göre ise 1. istasyon I. sınıf; 2., 3., 4., 5. ve 6. istasyonlar ise II. sınıf su kalitesi özelliği göstermiştir (Çizelge 2.1) [Anonim, 2004].
- OP değerleri 0,003 ile 0,004 mg/l arasında değişim göstermiş ve TP'nin yaklaşık %20'lik bir kısmının ortofosfat formunda olduğunu ve alg gelişimi için olması gereken sınır değer (0,01mg/l) altında bulunmuştur.
- TN/TP oranlarına göre 3. istasyonda azot, 1. istasyonda fosfor sınırlayıcı element iken, 2., 4., 5. ve 6. istasyonlarda dengeli bir sistem görülmektedir (Çizelge 5.1).

- Akgöl TSI indeksleri (Çizelge 5.2) Carlson [1977]'un Trofik Durum İndeks (TSI) tablosu (Çizelge 3,7) ile karşılaştırıldığında SD'ye göre Hipertrofi, Kl-a'ya göre Mezotrofi ve TP'ye göre Ötrofik özellikte olduğu belirlenmiştir.

Kümeleme analizi ile izlenen değişkenlerin ortalama değerleri bakımından yakın benzerlik gösteren istasyonlardan 4 ve 6 bir ana küme oluştururken, daha uzak bir benzerlik gösteren istasyonlardan 2 ve 3 ilk ana kümeyle yakın ilişkili bir küme oluşturmuştur. 1. istasyon ve 5. istasyon birbirine benzerken diğer istasyonlara daha uzak kümelenmiştir (Şekil 4.17).

Akgöl'ün kuzeyinde yer alan bataklık ve sazlık alanlar buradaki tarım alanları ile göl arasında tampon bölge oluşturmakta ve kirliliği filtre etmektedir [Anonim, 2009]. Toplam fosfor, drenaj kanallarının Akgöl'e boşaldığı bölgede yer alan 3. istasyonda yüksek düzeyde olduğu ve bu bölgede azot sınırlayıcı element olarak belirlenmiştir. Azotun sınırlayıcı olması tarım arazilerinde yoğun olarak kullanılan fosforlu gübrelerin yağmur ve sulama suları ile taşınması veya sudaki azotun tampon bölgedeki bitkiler tarafından alınması sonucu düşmesi olarak değerlendirilebilir. TP bakımından, Akgöl'ün trofik durum indeksine(TSI) [Carlson, 1977] göre sınıflandırıldığında, ötrofik göl sınıfına girerken, bu durumun Akgöl'e tarımsal alanlardan yüksek düzeyde fosfor karıştığını açıkça göstermektedir.

Akgöl'ün alg florası ve fonksiyonel grupları incelendiğinde, toplam 5 alg sınıfına ait 74 alg türü teşhis edilmiştir. Ochrophyta (44) en çok taksonla tespit edilen grup olup, bunu sırasıyla Chlorophyta (14), Cyanobacteria (5), Charophyta (5) ve Euglenozoa (1) sınıflarına ait taksonlar izlemiştir. Toplam 14 fonksiyonel grup (S₁, T_C, MP, L_O, N, N_A, P, F, X₁, J, W₁, C, D ve T_B) belirlenirken, en yaygın olarak T_B (17) fonksiyonel grubu tespit edilmiştir. Bu grupları MP(9), J(9) ve D(9) fonksiyonel grupları izlemiştir (Çizelge 4.24). Bu fonksiyonel gruplarda yer alan türler genellikle akarsu girişinin olduğu, sığ, bulanık, sık sık karışan ve inorganik maddelerce zengin habitatlara adapte olmuş türlerdir.

Sonuç olarak tespit edilen fonksiyonel alg grupları Akgöl'ün su kalitesi ve trofik statüsünü büyük ölçüde karakterize etmektedir. Tespit edilen alg türleri *Cyclotella meneghiniana*, *Cosmarium laeve*, *Desmodesmus communis* ve *Kirchneriella obesa* dışındaki 70 takson Akgöl için ilk defa kaydedilmiştir.

Akgöl'ün RAMSAR alanı olması ve gölün ekolojik özelliklerinin korunması ve sürekliliği açısından;

- Tarım arazilerinde kullanılan gübrelerin ve zirai ilaçların kullanımının kontrol altına alınması ve bu konuda çiftçilere eğitimler verilmesi
- Gübreleme ve zirai ilaçlamaların uzman denetiminde yapılması
- Akgöl'ün su kaynağı olan drenaj kanallarının taşımış olduğu besin elementlerinin dengesinin sağlanması ve kontrol altında tutulması
- Çevreden gelen, özellikle drenaj kanallarının taşımış olduğu yüksek siltasyon yükünün azaltılması
- Trofik durumunun sürekli olarak izlenmesi, alanın sürdürülebilir kullanımı ve biyoçeşitlilik açısından büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

- Açıkgöz, İ., Baykal, T., Bekleyen, A., Yıldız, K., “Devegeçidi baraj gölü algleri üzerine bir araştırma”, XV. Ulusal Biyoloji Kongresi, Ankara, (2000).
- Akbulut, A., Akbulut (Emir), N. “Planktonic organisms of the Manyas lake”, Hacettepe Bulletin of Natural Sciences and Engineering, A 28: 8 – 21, (2000).
- Akbulut, A., Yıldız, K., “Mogan Gölü (Ankara) planktonik Bacillariophyta üyeleri ve dağılımları”, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 14(4): 1081-1093, (2001).
- Alabaster, J. S., Lloyd., R., “Water Quality Criteria for Freshwater Fish”, 297 s., London-Boston: Butterworth, (1980).
- Albay, M. ve Akçaalan, R., “Factors influencing the phytoplankton steady state assemblages in a drinking-water reservoir (Ömerli Reservoir, Istanbul)”. Hydrobiologia, 502; 85-95., (2003).
- Aldonat, K., “HEC-1 Modeli İle Yukarı Göksu Nehir Havzasının Parametre Tahmini”, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 148 s., (1995).
- Allan, J.D. and Castillio, M.M., “Stream Ecology:structure and function of running waters. Second Edition”, Springer, 436 p., Dordrecht, Netherlands, (2007).
- Anonim, “Water Framework Directive”, EU. <http://ec.europa.eu>, (2000).
- Anonim, “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”, 31.12.2004 Tarih ve 25687 Sayılı Resmi Gazete, Ankara, (2004).
- Anonim, <http://www.silifke.org/genel/delta.htm>, (2007)
- Anonim, <http://www.cevreorman.gov.tr/sulak/sulakalan/goksu.htm> (T.C. Çevre Bakanlığı Çevre Koruma Genel Müdürlüğü), (2008).
- Anonim, “Göksu Deltası Özel Çevre Koruma Bölgesi II. Dönem Yönetim Planı”, T.C Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara, (2009).
- Anonim, <http://tumas.mgm.gov.tr/wps/portal> (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Bilgi İşlem ve İstatistik Şube Müdürlüğü), TUMAS, (2013).
- Anonim, AlgaeBASE. <http://www.algaebase.org/> Son erişim tarihi: (29.05.2014)
- APHA, “Standard methods for the examination of water and wastewater”, 18th Edition, Washington, (1998).
- Arrignon, J., “Aménagement Ecologique et Piscicole des Eaux Douces”, Bordas, Paris, 322 p, (1976).
- Arslan, R., “Göksu Deltası Özel Çevre Koruma Bölgesi Tarım Alanlarında Toprak Analizlerinin Yapılması Projesi”, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Mersin, (2002).

- Ayaş, Z., Kolankaya, D., “Accumulation of some heavy metals in various environments and organisms at Göksu Delta, Türkiye”, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 56:65-72, (1996).
- Başbüyük M., “Göksu Deltası Su Kirlilik Düzeyi ve Su Kalitesinin Belirlenmesi”, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, (1992).
- Bhandari, B., “What is happening to our fresh water resources, Module 2”: Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japan, (2003).
- Boyacıoğlu, H., Boyacıoğlu, H. And Gündüz, O., “Application of factor analysis in the Assesment of Surface Water Qality in Büyük Menderes River Basin”, European Water, 9/10: 43-49, (2005).
- Boyacıoğlu, H., “Surface water quality assessment using factor analysis”. Water SA 32: 3, 389-393, (2006).
- Boyd, C. E., Tucker, C. S., “Pond aquaculture water quality management”, Kluwer Academic Publishers. Norwell, Massachusetts, (1998).
- Boztuğ, D., Dere, T., Tayhan, N., Yıldırım, N., Danabaş, D., Cıkıkoğlu Yıldırım, N., Öztüfekçi Önal, A., Danabaş, S., Ergin, C., Uslu, G., Ünlü, E., “Uzunçayır baraj gölü (Tunceli) fiziko-kimyasal özellikleri ve su kalitesinin değerlendirilmesi”, Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2 (2), 93-106., (2012).
- Bulut, S., Mert, R., Solak, K, Konuk, M., “Selevir baraj gölü'nün bazı limnolojik özellikleri”. Ekoloji, 20, 80, 13-22 (2011)
- Carlson, R. E., “A Trophic State Index for Lakes”, Limnology and Oceanography, 22, 361-369, (1977).
- Cirik, S., Cirik, Ş., “Limnoloji”, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:21, İzmir, 166 s., (2008).
- Cox, E. J., “What is the basis for using diatoms as monitors of river quality?” In: Use of Algae for Monitoring Rivers, Whitton, B.A., Rott, E., Fredrich, G. (Editors), Universitat Innsbruck, 33-40, (1991).
- Çağırankaya, S.S, Meriç, Dr. B.T., “Türkiye'nin önemli sulak alanları: Ramsar alanlarımız” Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve MilliParklar Genel Müdürlüğü, Hassas Alanlar Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye, (2013)
- Çetin, A. K., Şen, B., Yıldırım, V., Alp, T., “Orduzu baraj gölü (Malatya, Türkiye) bentik diyatome florası”, F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15(1); 1-7, (2003).
- Çetinkaya, O., “Akşehir gölü su kalitesi, plankton ve bentik faunası üzerine bir araştırma”, Göller Bölgesi, Tatlı Su Kaynaklarının Korunması ve Çevre Sorunları Sempozyumu, Isparta, 413 – 429, (1991).
- Çetinkaya, G., “Göksu Deltası Tarım Alanında Kullanılan Tarımsal Kimyasalların Oluşturduğu Çevresel Etkiler”, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, (1996).

- Dauba, F., “Etude comparative de la fauna des poissons dans les ecosystemes de deux reservoirs”: Luzech (Lut) et Chastang(Dordogone): These de troisieme cycle L’Institut National Polytechnique de Toulouse, 179 s., (1981).
- Demir, N., Dural, B. ve Fakioğlu, Ö., “Su çerçeve direktifi’ne göre göllerin ekolojik durumunun izlenmesinde fitoplankton topluluklarının kullanımı”, III. Ulusal Limnoloji Sempozyumu, İzmir, 43 s., (2008).
- Demir, N. A., Fakioğlu, Ö., Dural, B., “phytoplankton functional groups provide a quality assessment method by the q assemblage index in lake Mogan (Turkey)”, Turkish Journal of Botany, 38,169-179., (2014).
- Demirel, Z., “TÜBİTAK Araştırma Projesi Gelişme Raporu”, Mersin Üniversitesi, Mersin, s.9-46, TÜBİTAK Proje No: 105Y285, (yayınlanmamış) (2007).
- Demirel, Z., Özer, Z., Özer, O., “Investigation And Modelling of Water Quality of Göksu River (Cleados) In An International Protected Area By Using Gis”, TOJSAT;1(1), 7-17, (2011).
- Dodds, W.K., Smith, V.H., Lohman, K., “Nitrogen and phosphorus relationships to benthic algal biomass in temperate streams”, Can. J. Fish Aquat. Sci, 59, 865-874., (2002).
- DSİ, “VI. Bölge Müdürlüğü Kayıtları”, Adana, (2008).
- Egemen, Ö., Sunlu, U., “Su Kalitesi”, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 14, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 147s., (1999).
- Elmacı, A., Teksoy, A., Topaç, F.O., Özengin, N. ve Başyaka, S. H., “Uluabat gölünün mikrobiyolojik özelliklerinin mevsimsel değişiminin incelenmesi”, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 13 (1), 93-103, (2008).
- Elmanama, A. A., Afifi, S. and Bahr, B., “Seasonal and spatial variation in the monitoring parameters of Gaza Beach during 2002-2003”, Environmental Research, 101, 25-33, (2006).
- EPA, “Quality Criteria for Water”. Washington. 477 s., (1986).
- Ergene, S., Kuru, M., “Feeding characteristics of *Dicentrarchus labrax* living in Akgöl-Paradeniz lagoon located in Göksu delta”, The proceeding of the first International symposium on Fisheries and Ecology, Trabzon, 76-83, (1998).
- Ergene, S., “Göksu Deltasındaki Akgöl-Paradeniz Lagünlerinde yaşayan *Liza ramada* (Risso, 1826) nın büyüme özellikleri”, Tr. J. of Zoology 23; Ek Sayı 2, 647-655. (1999a).
- Ergene, S., “Growth properties of bass (*Dicentrarchus labrax* (L., 1758), *Perciformes: Serranidae*) live in Akgol-Paradeniz Lagoon in Goksu Delta”, Turkish Journal of Zoology 23; (2), 657-664, (1999b).
- Ergene, S., “Reproduction properties of *Mugil cephalus* L., 1758 live in Akgöl-Paradeniz Lagoon”, Silifke, Turkish Journal of Zoology, 23(2):641-646, (1999c).

- Ergene, S., Kuru, M., “Growth properties of grey mullet (*Mugil cephalus* L., 1758) live in Silifke”, Akgöl-Paradeniz Lagoons, Turkish Journal of Zoology, 23 (supp2): 665-674, (1999).
- Ergene, S., Saraymen, R., “Levels of copper and zinc in some fish species from Göksu river, Akgöl and drainage channels”, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 12(1): 213-219, (1999).
- Ergene, S., “Reproduction characteristics of thinlip grey mullet, *Liza ramada* (Risso, 1826) inhabiting Akgol-Paradeniz Lagoons (Goksu Delta)”, Turkish Journal of Zoology, 24 (2): 159-164, (2000).
- Ergene, S., Çavaş, T., Çelik, A., Köleli, N., Kaya, F., Karahan, A., “Monitoring of Nuclear Abnormalities in Peripheral Erythrocytes of Three Fish Species From the Goksu Delta (Turkey)”, Genotoxic Damage in Relation to Water Pollution Ecotoxicology 16:385-391, (2007).
- Fernandez, C., Parodi, E.R., Caceres, E.J., “Limnological characteristics and trophic state of Paso de las Piedras Reservoir: An inland reservoir in Argentina”, Lakes and Reservoirs: Research and Management, 14, 85–101, (2009).
- Foged, N., “Diatoms in Alaska”, Germany. Germany: J. Cramer, (1981).
- Foged, N., “Diatoms in Bornholm”, Denmark. Germany: J. Cramer, (1982).
- Foged, N., “Diatoms in Samos, A Greek Islands in the Aegean, Diatoms in Kos and Kalymnos, two Greek Islands in the Aegean”. Germany: J. Cramer, (1985).
- Goldman, C. R., A. J. Horne., “Limnology”, McGraw-Hill Int. Book Comp. NewYork, 464 s., (1983).
- Göksu, M. Z. L., “Su Kirliliği Ders Kitabı”. Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 7 Adana, 232 s., (2003).
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., “Su kalitesi”, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi. 43(1), Ankara, (1997).
- Gündoğdu, V., Turhan, D., “Bakırçay havzasının kirlilik etüdü çalışması”, DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 6(3); 65-83., (2004).
- Gürer, İ., “Küresel ısınma, Türkiye'nin su kaynakları, olası etkileşim”, I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, İTÜ, İstanbul, 11-13 Nisan, s. 8-27., (2007).
- Harper, D., “Eutrophication of fresh waters: principles, problems and restoration”. Chapman and Hall, London, UK, 327 s., (1992).
- Hakanson, L. and Jansson, M., “Principles of lake sedimentology”, -Springer, 316 s., Berlin, (1983).
- Hartley, B., “An Atlas of British Diatoms”, (Editör: Sims P.A), England: Biopress Ltd. 601 s., (1996).
- Heering, W., “Chlorophyceae III. Ulotrichales, Microsporales, Oedogoniales. Die Stisswasserflora von Deutschlands”, A. Pascher Ed., 250 s., Hamburg, (1914).
- Howarth, R., Anderson, D., Cloern, J., Elfring, C., Hopkinson, C., Lapointe, B., Malone, T., Marcus, N., McGlathery, K., Sharpely, A., Walker, D., “Nutrient

- pollution of coastal rivers, bays and seas. issue in ecology”, Published by the Ecological Society of America, 7. 1-14., (2000).
- Huber-Pestalozzi, G., “Das Phytoplankton des Süßwassers”, 1 Teil. Blaualgen, Bakterien, Pilze. Edited: Thienemann A., Die Binnengewasser, Stuttgart: E. Schweizerbart’sche Verlagsbuchhandlung., 342 s., (1938).
- Huber-Pestalozzi, G., “Das Phytoplankton Des Süßwassers”, 4. Teil Euglenophyceen. Germany: E. Schweizerbart’sche Verlagsbuchhandlung., 606 s., (1955).
- Hustedt, T. F., “The Pennat Diatoms. A Translation of Hustedt’s ‘Die Kieselalgen’”, 2. Teil’With Supplement by Norman G. Jensen, Koeltz Scientific Books, Koenigstein, Germany, 918 s., (1985).
- Iliopoulou-Georgudaki, J., Kantzaris, V., Katharios, P., Kaspiris, P., Georgiadis, T., Montesantou, B., “An Application of Different Bioindicators for Assessing Water Quality: A Case Study in the Rivers Alfeios and Pineios (Peloponnisos, Greece)”, Ecological Indicators, 2, 345-360., (2003).
- İşcen, F. C., Emiroğlu, O., İlhan, S., Arslan, N., Yılmaz, V., Ahiska, S., “Aplication of multivariate statistical techniques in the assesment of surface water quality in Uluabat Lake, Turkey”, Environmental Monitoring and Assesment., 144, 269-276. doi: 10.1007/s10661-007-9989-3., (2008).
- İşcen, F.C; Altın, A., Senoğlu, B., Yavuz H.S., “Evaluation of surface water quality characteristics by using multivariate techniques: A case study of the Euphrates river basin, Turkey”, Environmental Monitoring and Assesment, 151: 259-264 DOI 10.1007/s10661-008-0267-9, (2009).
- John, D. M., Whitton, B. A., Brook, A.J., “The Freshwater Algal Flora of The British Isles; an identification guide to freshwater and Terrestrial Algae”, UK: Cambridge Univ. Press, 702 s., (2002).
- Kara, C., ve Çömlekçioğlu, U., “Karaçay (Kahramanmaraş)’ın kirliliğinin biyolojik ve fiziko-kimyasal parametrelerle incelenmesi”, KSU Fen ve Mühendislik Dergisi 7(1):1-7., (2004).
- Karaca, İ., “Göksu Deltası Özel Çevre Koruma Bölgesi 2005 Yılı Çevre Durum Raporu”, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurum Başkanlığı, Mersin Özel Çevre Koruma Müdürlüğü, Mersin., 263 s., (2006).
- Kazancı, N., Dügel, M., “An evulation of water quality of Yuvarlakçay stream in the Köyceğiz-Dalyan protected area”, SW Turkey, Turk. J. Zoology, 24, 69-80, (2000).
- Keçer, M., Duman, T. Y., “Yapay etkinliklerin Göksu deltası gelişmesine etkisi”, Mersin-Türkiye. MTA Dergisi, 134, 17-26., (2007).
- Kocataş, A., “Ekoloji ve Çevre Biyolojisi”, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 51, Bornova, (2009).
- Komarek, J., Anagnostidis, K., “Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/2 Cyanoprokaryota”, 1. Teil:Oscillatoriales. German: Spektrum Gustav Fischer, 760 s., (2005).

- Korshikov, O. A., "The fresh water algae of the Ukrainian SSR", Bishen Singh Mahendra al Singh and Koletz, 1-256., (1987).
- Krammer, K., Lange–Bertalot, H., "Süßwasserflora von Mitteleuropa", Bacillariophyceae Band 2 / 1, 1. Teil: Naviculaceae. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 876 s., (1986).
- Krammer, K., Lange – Bertalot, H., "Süßwasserflora von Mitteleuropa", Bacillariophyceae Band 2 / 2, 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 536 s., (1988).
- Krammer, K., Lange – Bertalot, H., "Süßwasserflora von Mitteleuropa", Bacillariophyceae Band 2 / 3, 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 576 s., (1991a).
- Krammer, K., Lange – Bertalot, H., "Süßwassers von Mitteleuropa", Bacillariophyceae Band 2 / 4, 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatatae) ubnd Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 437 s., (1991b).
- Kronvang, B., Hoffmann, C. C., Svendsen, L. M., Windolf, J., Jensen, J. P., Dørge, J., "Retention of nutrients in river basins", Aquatic Ekology, 33, 29-40., (1999).
- Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, H.D., "Göksu deltası özel çevre koruma bölgesinde su kalitesinin izlenmesi projesi", Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisligi Bölümü- Silifke Özel Çevre Koruma Müdürlüğü, Mersin, 76 s., (2004).
- Kuru, M., Ergene, S., "Growth rates, reproduction and feeding of some economical fish species in living Silifke, Akgöl-Paradeniz Lagoon", TÜBİTAK TBAG Proje No. 1194, 1-207., (1994).
- Küçükyılmaz, M., Uslu, G., Birici, N., Örnekeçi, N.G., Yıldız, N., Şeker, T., "Karakaya baraj gölü su kalitesinin incelenmesi", International Sustainable Water and Wastewater Management Symposium" 26-28 October 2010 – Konya/Turkey, (2010).
- Lemmerman E., "Chlorophyceae II, In:Die Süßwasser-Flora Deutschlands", Österreichs und der Schweiz 12 Hrsg:A. Pascher. Heft 5. Fischer, Jena Co., 250 p., Germany, (1915).
- Lepistö, L., Rosenström, U., "The most typical phytoplankton taxa in four lakes in Finland". Hydrobiologia, 369/370: 89-97., (1998).
- Lund, H.C., Lund, W.G.J., "Freshwater Algae Their Microscopic World Explored", Biopress Ltd. (1995).
- Makhlough, A., "Water Quality Characteristics of Mengkuang Reservoir Based on Phytoplankton Community Structure and Physico-Chemical Analysis", Master Thesis, Science University of Malaysia, (2008).
- Menengiç, M., "Göksu Deltasındaki Yeraltı Suyu Kirliliği", Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 87 s., (1998).

- Mert, R., Bulut, S., Solak, K., “Apa Baraj Gölü’nün (Konya) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Araştırılması”, AKÜ Fen Bilimleri Dergisi, 02, 1-10., (2008).
- Mumcu, F., Barlas, M., Kalyoncu, H., “Dipsiz - Çine Çaylarının (Muğla-Aydın) Epilitik Diyatomeleri”, SDÜ Fen Dergisi (E-Dergi). 4 (1) 23-34., (2009).
- Naselli Flores, L., Padisak, J., Dokulil, T., “Phytoplankton and Equilibrium Concept”, The Ecology of Steady-State Assemblages. Hydrobiologia, 502., 395-403., (2003).
- Nisbet, M., Verneaux, J., “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., (1970).
- Nürnberg, G.K., “Trophic State of Clear and Colored, Soft and Hardwater Lakes with Special Consideration of Nutrients, Anoxia, Phytoplankton and Fish”, J. Lake and Reservoir Management, 12, 432–447., (1996).
- Nygaard, G., “Hidrobiological studies on some Danish ponds and lakes: Part II: The quotient hypothesis and some little known plankton organisms”, Kongelige Danske Videnskabernes Selskab Biologiske Skrifter, 7:1-293., (1949).
- Odabaşı, S., Büyükatdeş, Y., “Klorofil-*a*, çevresel parametreler ve besin elementlerinin günlük değişimleri: Sarıçay Akarsuyu örneği (Çanakkale, Türkiye).”, Ekoloji 19 (73): 76-85., (2009).
- OECD, “Eutrophication of Waters, Monitoring, Assessment and Control”. 154 s., Paris, (1982).
- Ordu, Ş., Demir, A., “Determination of Water Quality Of Ergene River By Planning Environmental Information System”, Sigma 25(1);99-105., (2006).
- ÖÇKKB, “Özel Çevre Koruma Bölgeleri”, yayın No: 28, Ağustos, (1993).
- Özbek, M., Sarı, H. M., “Batı Karadeniz Bölgesi’ndeki bazı göllerin Hirudinea (Annelida) Faunası”, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 24(1-2): 83-88., (2007).
- Özçalkap, Y., “Terkos Gölü (İstanbul) Fitoplanktonunun Su Kalitesi Parametreleri ile Olan İlişkileri”, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul. 102s., (2007).
- Özer, O., “Göksu Deltası’nda Su Kalitesinin Belirlenmesi ve Su Kalitesi Coğrafi Bilgi Sisteminin Kurulması”, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Mersin, 143s., (2008).
- Özpınar, Z., “Göksu Deltası’nda Su Kalitesinin Fotometrik Yöntemlerle Belirlenmesi”, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 97 s., Mersin, (2007).
- Özsoy, T., Türkoğlu, E., Doğan, A., Serin, D. S., “A study of ionic composition and inorganic nutrient fluxes from rivers discharging into the Cilician Basin, Eastern Mediterranean”, Environmental Monitoring and Assessment, 145 (1-3):17-29., (2008).

- Padisak, J., Grigorszky, I., Borics, G., Soroczki-Pinter, E., “Use of phytoplakton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water Framework Directives: The assemblage index”. *Hydrobiologia*, 1-14., (2006).
- Padisak, J., Crossetti, L.O., Naselli-Flores, L., “Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates”, *Hydrobiologia*, 621, 1-19., (2009).
- Pascher A., “Die Süßwasser Flora Deutschlands, Osterreiches und der Schweiz. Heft 4:Volvocales-Phytomonadinae”. G. Fisher, Jena. 506 s., Hamburg, (1927).
- Prescott, G. W., “Algae of the Western Great Lakes Area”, (5th ed). Dubuque. W.M. C. Brown Company Publishers, (1973).
- Prescott, G. W., “Algae of The Western Great Lakes Area”, Michigan, W. M. C. Brown Company Publishers, (1975).
- Patrick, R., Reimer, C. W., “The diatoms of the United States, exclusive of Alaska and Hawaii, Volume 1-Fragilariaceae, Eunotiaceae, Achnanthaceae, Naviculaceae”, Academy of Natural Sciences of Philadelphia Monograph,13, 688 s., USA., (1966).
- Patrick, R., Reimer, C. W., “The diatoms of the United States, exclusive of Alaska and Hawaii, Volume 2, Part 1-Entomoneidaceae, Cymbellaceae, Gomphonemaceae, Epithemaceae”, Academy of Natural Sciences of Philadelphia Monograph, 13, 213 s., USA., (1975).
- Ragno, G; Luca D. M. Ioele, G., “An application of cluster analysis and multivariate classification methods to spring water monitoring data”, *Microchemical Journal*, 87, 119-127., (2007).
- Reynolds, C. S., “The Ecology of Freshwater Phytoplankton”, Cambridge, Studies in Ecology. Cambridge. Cambridge University Press, 384 s., (1993).
- Reynolds, C.S., Huszar, V., Kruk, C., Naselli-Flores, L. and Melo, S., “Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton”, *Journal of Plankton Research*, 24, 417-428., (2002).
- Roselli, L., Stanca, E., Ludovisi, A., Durante, G., Souza, J.S.D., Dural, M., Alp, T., Bülent, Ş., Gjoni, V., Ghinis, S., Basset, A., “Multi-Scale Biodiversity Patterns in Phytoplankton From Coastal Lagoons: The Eastern Mediterranean”, *Transitional Waters Bulletin*, 7(2), 202-219., (2013).
- Round, F.E., “An Investigation of Two Benthic Algal Communities in Malharm Tarn”, *Yorkshire, J. Ecol.*, 41, 97-174., (1953).
- Round, F.E., “The epipellic algal flora of some Finnish Lakes”. *Arch Hydrobiol*, 57(1/2): 161-178., (1960).
- Sarmiento, H., Isumbisho, M., Descy, J. P., “Phytoplankton ecology of Lake Kivu (Eastern Africa)”, *Journal of Plankton Research*, 28, 815-829., (2006).
- Scheffer, M., Reinaldi, S., Huisman, J., Weissing, F.J., “Why plankton communities have no equilibrium: solutions to the paradox”, *Hydrobiologia*, 491: 9- 18., (2003).

- Schwörbel, J., “Einführung in die Limnologie”, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 85-89 s., (1987).
- Seçkin, G., Yılmaz, T., Sari, B., Ersu, C.B., “Groundwater hydrochemistry at the Mediterranean coastal plains”: The case of Silifke, Turkey, *Desalination* 253(1-3); 164–169., (2010).
- Shrestha, S., Kazama, F., “Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin”, *Japan. Environmental Modelling & Software*, 22, 464-475., (2007).
- Smith, A. J. E., “Bryophyte Ecology”, London, Chapman and Hall., 511 s., (1982).
- Sommer, U., “The periodicity of phytoplankton in Lake Constance (Bodensee) in comparison to other deep lakes of central Europe”, *Hydrobiologia*,138: 1-7., (1986).
- Soylu, E.N., Gönüloğ, A., “Functional classification and composition of phytoplankton in Liman lake”, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 10; 53-60., (2010).
- Stevenson, R.J., “Periphyton Protocols, in Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish”, 86-126, Eds. Barbour, M.T., Gerritsen, J., Snyder, B.D. & Stribling, J.B., U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, D.C., (1999).
- Svobodá, Z., Lloyd, R., Máchová, J., Vykusová, B., “Water quality and fish health”, *FAO, EIFAC technical paper, No:54.*, Rome, FAO. 1993. 59 s., (1993).
- Şen, B., Koçer, M.A.T., “Su Kalitesi İzleme”, XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, FÜ, Elazığ, 2-5 Eylül, s. 567-572., (2003).
- Şengörür, B., İsa, D., “Sakarya Nehri'ne ait su kalite gözlemlerinin faktör analizi”, *Turk J Engin Environ Sci* 25, 415-25., (2001).
- Tanyolaç, J., “Limnoloji”, Hatiboğlu Basımevi, 294 s., Ankara., (2009).
- Taş, B., “Derbent baraj gölü (Samsun) su kalitesinin incelenmesi”, *Ekoloji* 15, 61, 6-15., (2006).
- Taş, B., “Gaga gölü (Ordu, Türkiye) su kalitesinin incelenmesi”, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi* 1 (3), 43-61, (2011).
- Taş, B., Candan A. Y., Can, Ö, Topkara, S., “Ulugöl (ordu)'ün bazı fiziko-kimyasal özellikleri”, *Journal of Fisheries Sciences* 4 (3): 254-263., (2010).
- Taşdemir, M., Göksu, Z. L., “Asi nehrinin (Hatay, Türkiye) bazı su kalite özellikleri”. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18 (1-2): 55-64., (2001).
- Taylor, W.D., Lambou, V.W., Williams, L.R.,Hern, S.C., “Trophic state of lakes and reservoirs”, *USEPA Technical Report E-80-3.*, (1980).
- Tebbutt, T.H.Y., “Principle of Water Quality Control”, Fifth Edition, Butterworth-Heinemann, Oxford, 280 s., (1998).

- Tepe, Y., Boyd C. E., “A sodium-nitrate-based, water-soluble, granular fertilizer for sport fish ponds”, North American Journal of Aquaculture 63, 328-322., (2001).
- Tepe, Y., Mutlu, E., “Hatay Harbiye Kaynak Suyu’nun fizikokimyasal özellikleri”, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6: 77-88., (2004).
- Tepe, Y., Mutlu, E., Ateş, A., Başusta, N., “Samandağ Karamanlı göleti (Hatay) su kalitesi”, Türk Sucul Yaşam Dergisi, 2,3, 408-414., (2004).
- Tepe, Y., “Determination of the water quality of Reyhanlı Yenişehir Lake (Hatay)”, Ekoloji 18 (70): 38-46., (2009).
- Thunmark, S., “Zur Soziologie des Süßwasserplanktons, Eine methodisch ökologische Studie”, Folia Limnologica Scandinavica, 3:1-66., (1945).
- Tuğrul, S., Yemenicioğlu, S., Doğan-Sağlamtimur, N., “Akdeniz kıyı alanları kirlilik kaynaklarında uzun süreli eğilim izleme”, Nehirler ve Atıksular (2003-2006), Ulusal Su Günleri, Antalya, 596-606., (2007).
- Turna, İ.İ., Gülle, İ., Güçlü, S.S., Güçlü, Z., Gülle, P., “The Determination, Distribution and Noteworthy of Planktonic Organisms of the Burdur Lake, (in Turkish)”, Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi 03-M-647 no’lu proje sonuç raporu (Project Report), Isparta, 68 pp., (2005).
- Tüfek, M. Ö., Yalçın, N., “Rezervuarlarda Su Ürünleri Yetistireciliği”, Türk Sucul Yaşam Dergisi, Yıl 3-5, Sayı 5-8 , Sayfa 704-716., (2007).
- Türkoğlu, E., Doğan, A., Serin, D.S., Özsoy, T., “Kilikya akarsularının iyonik bileşimi ve su kalitesi üzerine bir çalışma”, Ulusal Su Günleri, Antalya, 618-627., (2007).
- Uslu, O., Türkman, A., “Su Kirliliği ve Kontrolü”, T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları, Eğitim Dizisi, Ankara., 364 s., (1987).
- Uslu, O., “Çevresel Etki Değerlendirmesi”, Yayın No: 111, Ankara. Türkiye Çevre Vakfı Yayını., 218 s., (1996).
- Ünlü, A., Çoban, F., Tunç, M. S., “Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından incelenmesi”, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23 (1): 119-127., (2008).
- Valderrama, J. C., “The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters”, Marine Chemistry, 10: 109-122., (1981).
- Verep, B., Çelikkale, M. S., Düzgüneş, E., “Uzungöl’ün bazı limnolojik ve hidrografik özellikleri”, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 19 (1-2): 233-240., (2002).
- Wehr, J. D., Sheath, R. G., “Freshwater Algae of North America”. Academic Press (Eds), 897 s., San Diego, California, (2003).
- West, W., West, G.S., “A monograph of the British Desmidiaceae”, IV. London: The Ray Society, 194 s., (1912).

- Wetzel, R. G., "Limnology", W. B. Saunders Company. Philadelphia, PA, 743 s., (1975).
- Wetzel, R. G., "Limnology", 2nd Edition. Saunders College Publishing, Philadelphia, 858 s., (1983).
- Wetzel, R. G., "Limnology", Lake and River Ecosystems. Third Edition, Academic Press, 1006 s., (2001).
- Whittaker, R.H., "Communities and Ecosystems", New York. MacMillan Pub. Co. 385 s., (1975).
- WHO, "Guidelines For Drinking Water Quality", Vol.2 (Health Criteria and Other Supporting Information), Geneva.188 s., (1993).
- Yabanlı, M., Türk, N., Tenekecioğlu, E., Uludağ, R., "Bafa gölündeki toplu balık ölümleri üzerine bir araştırma", SAÜ, Fen Bilimleri Dergisi, 15. Cilt, 1. Sayı, 36-40, (2011).
- Yaramaz, Ö., "Su Kalitesi", Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksek Okulu Yayın No: 14, İzmir, 105 s., (1992).

ÖZGEÇMİŞ VE ESERLER LİSTESİ

Adı Soyadı: Yunus Emre FAKIOĞLU

Doğum Tarihi: 03/10/1988

Öğrenim Durumu: Yüksek Lisans

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lise	-	Mersin 19 Mayıs Lisesi	2002-2005
Lisans	Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik ABD	Ege Üniversitesi	2005-2011
Yüksek Lisans	Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler ABD	Mersin Üniversitesi	2011-2014

(Varsa) Görevler:

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl

ESERLER (Makaleler ve Bildiriler)