

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**MOGAN GÖLÜ'NDE FİTOPLANKTON KOMÜNİTE METRİKLERİ VE
EKOLOJİK KALİTE DURUMUNUN TAHMİNİ**

Damla COŞKUN

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2025**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

MOGAN GÖLÜ’NDE FİTOPLANKTON KOMÜNİTE METRİKLERİ VE EKOLOJİK KALİTE DURUMUNUN TAHMİNİ

Damla COŞKUN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nilsun DEMİR

Çalışmada, Mogan Gölü’nün ekolojik durumunun tahmininde fitoplanktonun kullanılması amaçlanmıştır. Fitoplankton ve su örnekleri, Ağustos 2022 ile Mayıs 2023 dönemleri arasında 3 istasyondan mevsimsel olarak alınmıştır. Çözünmüş oksijen, oksijen doygunluğu, su sıcaklığı, Secchi derinliği, pH, elektriksel iletkenlik, yerinde ölçülerek alınan su örneklerinde alkalinite, toplam azot, toplam fosfor ve klorofil *a* derişimlerine yönelik analizler yapılmıştır.

Gölde toplam 40 fitoplankton türü tespit edilmiş olup, bu türler Heterokontophyta (13), Chlorophyta (14), Cryptista (3), Cyanobacteria (6), Euglenophyta (1), Charophyta (2) ve Dinoflagellata (2) divizyolarına aittir. Fitoplanktonda *Schroederia setigera*, *Cymbella excisa*, *Tetraëdron minimum*, *Monoraphidium minutum*, *Plagioselmis nannoplanctica* türleri devamlı olarak görülmüştür. Göl Hidromorfolojik Değerlendirme İndeksi (GHDİ) kullanılarak gölün hidromorfolojik yapısı “orta” olarak değerlendirilmiştir. Kanonik Uyum Analizine (CCA) göre çözünmüş oksijen, pH, su sıcaklığı, toplam fosfor ve klorofil *a* derişimlerinin fitoplankton türlerinin biyohacimlerini önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Fitoplankton komünite metriklerinden PHYTO-TR ve Med-PTI’nin su kalite parametreleri ile istatistiksel olarak anlamlı korelasyon göstermesi ve çevresel değişkenlere duyarlılığının yüksek olması nedeniyle Mogan Gölü için en uygun komünite metrikleri olduğu sonucuna varılmıştır. Med-PTI (EQR=0,64) ve PHYTO-TR (EQR=0,36) indeksleri sonucuna göre Mogan Gölü’nün fitoplankton kalite bileşenine göre durumu “zayıf” bulunmuştur. Fiziko-kimyasal kalite durumu göre gölün III. sınıf kalitede olduğu belirlenmiştir. Mogan Gölü’nde biyolojik, kimyasal ve hidromorfolojik durum “biri kötüyse hepsi kötü” ilkesine göre değerlendirilerek gölün ekolojik durumu “**zayıf**” olarak bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçları Mogan Gölü’nde ötrofikasyon sürecine işaret etmektedir ve gölün bütüncül bir yaklaşımla izlenmesi ve yönetimi gereklidir.

Temmuz 2025, 129 sayfa

Anahtar Kelimeler: Mogan Gölü, Fitoplankton, Su Kalitesi, Ekolojik Durum, Hidromorfolojik Kalite, Su Çerçeve Direktifi

ABSTRACT

PhD Thesis

ESTIMATION OF PHYTOPLANKTON COMMUNITY METRICS AND ECOLOGICAL QUALITY STATUS IN LAKE MOGAN

Damla COŞKUN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Fisheries and Aquaculture

Supervisor: Prof. Dr. Nilsun DEMİR

In this study, it is aimed to use phytoplankton in estimating the ecological status of Lake Mogan. Phytoplankton and water samples were taken seasonally from 3 stations between August 2022 and May 2023. Dissolved oxygen, oxygen saturation, water temperature, Secchi depth, pH, electrical conductivity, were determined *in situ* and alkalinity, total nitrogen, total phosphorus and chlorophyll a concentrations were analyzed in the water samples.

A total 40 phytoplankton species were recorded in the lake, representing the divisions Heterokontophyta (13), Chlorophyta (14), Cryptista (3), Cyanobacteria (6), Euglenophyta (1), Charophyta (2) and Dinoflagellata (2). *Schroederia setigera*, *Cymbella excisa*, *Tetraedron minimum*, *Monoraphidium minutum*, *Plagioselmis nannoplantica* species were consistently observed in phytoplankton. The hydromorphological structure of the lake was determined as “moderate” using the Lake Hydromorphological Assessment Index (GHDI). According to Canonical Correspondence Analysis (CCA), dissolved oxygen, pH, water temperature, total phosphorus and chlorophyll a values were determined to be effective on the biovolumes of phytoplankton species. It was concluded that PHYTO-TR and Med-PTI phytoplankton community metrics, are the most suitable community metrics for Lake Mogan due to their statistically significant correlation with water quality parameters and high sensitivity to environmental variables. According to the results of Med-PTI (EQR=0,64) and PHYTO-TR (EQR=0,36) indexes, the status of Lake Mogan according to the phytoplankton quality component was found to be “poor”. According to the physical-chemical quality status, the lake was determined to be Class III quality. The biological, chemical and hydromorphological status of Lake Mogan was evaluated according to the principle of “if one is bad, all are bad” and the lake was found to have a “poor” ecological status. As a result, this study indicate the eutrophication process in Lake Mogan and the lake needs to be monitored and managed with a holistic approach.

July 2025, 129 pages

Key Words: Lake Mogan, Phytoplankton, Water Quality, Ecological Status, Hydromorphological Quality, Water Framework Directive

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda her zaman yardımcı ve yanımda olan değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Nilsun DEMİR'e, tez izleme komitesinde fikir ve önerileriyle beni yönlendiren Sayın Doç. Dr. Levent DOĞANKAYA (Ankara Üniversitesi Su Ürünleri Anabilim Dalı Öğretim Üyesi) ve Sayın Doç. Dr. Özden FAKIOĞLU'na (Atatürk Üniversitesi İçsular Biyolojisi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi), arazi ve laboratuvar çalışmaları boyunca yardımcı olan Dr. Tolga COŞKUN ve Doktor Adayı Joshghun ELDAROV'a, hidromorfolojik izleme çalışmalarında destek olan Dr-Dr. Muhammet AZLAK'a, CBS çalışmalarında yardımcı olan Dr. Alper UĞURLUOĞLU'na, istatistiksel çalışmalarda ve tüm doktora sürecim boyunca her zaman yardımcı ve destek olan Doç. Dr. Tolga ÇETİN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca desteklerini benden esirgemeyen her zaman yanımda olan, sevgili annem Candan COŞKUN ve babam Hasan COŞKUN'a sonsuz teşekkürlerimi, sevgi ve saygılarımı sunarım.

Ayrıca, bazı su kalitesi parametrelerinin analizlerinin gerçekleştirilmesinde destek olan ENCON Laboratuvarı A.Ş.'ye ve doktora sürecimde destek olan kurumum T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'ne teşekkürlerimi sunarım.

Damla COŞKUN
Ankara, Temmuz 2025

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1 Göllerde Fitoplankton Komünitesi, Ekolojik Durum ve Fitoplankton İndekslerine Yönelik Çalışmalar	5
2.2 Türkiye’de Fitoplanktona İlişkin Bazı Çalışmalar	19
2.3 Hidromorfolojik İzleme Çalışmaları.....	26
2.3.1 Hidromorfolojik izleme.....	26
2.3.2 Göllerde yapılan hidromorfolojik izleme çalışmaları	30
2.4 Mogan Gölünde Yürütülen Çalışmalar	34
3. MATERYAL VE YÖNTEM	40
3.1 Araştırma Yeri	40
3.2 Araştırmada Kullanılan Araçlar	42
3.3 Arazi Çalışması	43
3.3.1 Örneklerin alınması	45
3.3.2 Hidromorfolojik durumun belirlenmesi	46
3.4 Suyun Fiziksel ve Kimyasal Yönden İncelenmesi	49
3.5 Fitoplankton Sayımı.....	50
3.6 Fitoplankton Biyohacminin Hesaplanması.....	51
3.7 Ekolojik Durumun Belirlenmesi.....	51
3.8 Fitoplankton İndeksleri	52
3.9 İstatistiksel Analizler	57
4. BULGULAR	58
4.1 Fiziksel ve Kimyasal Su Analizlerine İlişkin Bulgular	58
4.1.1 Su sıcaklığı (T)	58
4.1.2 Çözünmüş oksijen (ÇO) ve oksijen doygunluğu (OD)	58
4.1.3 pH.....	58
4.1.4 Elektriksel iletkenlik (EC)	59
4.1.5 Toplam çözünmüş katı madde (TDS)	59

4.1.6 Klorofil <i>a</i> (Kl- <i>a</i>).....	59
4.1.7 Alkalinite	60
4.1.8 Toplam azot (TN).....	60
4.1.9 Toplam fosfor (TP)	60
4.1.10 Secchi derinliği (SD).....	61
4.1.11 Fiziksel ve kimyasal analiz bulgularının YSKYY'e göre değerlendirilmesi	61
4.2 Fitoplanktona İlişkin Bulgular	63
4.2.1 Fitoplankton kompozisyonu	63
4.2.2 Fitoplankton dağılımı ve sıklık değerleri.....	65
4.2.3 Fitoplankton sayısı ve biyohacim	69
4.3 Biyolojik İndeks Sonuçları	82
4.3.1 Shannon-Weiner çeşitlilik indeksi (<i>H'</i>).....	82
4.3.2 Düzenlilik (evenness) indeksi (E).....	83
4.3.3 Margalef çeşitlilik indeksi (<i>Dmg</i>)	83
4.3.4 Simpson çeşitlilik indeksi (S)	83
4.3.5 Fitoplankton trofik indeksi (PTI).....	83
4.3.6 Akdeniz fitoplankton trofik indeksi (Med-PTI).....	84
4.3.7 Q indeksi	84
4.3.8 PHYTO-TR indeksi	85
4.3.9 Fitoplankton (PT-BV) ve Cyanobacteria (CY-BV) biyohacmi metriği	86
4.4 Fitoplankton Türleri İle Su Kalitesi Parametreleri Arasındaki İlişki	88
4.4.1 Fitoplankton indeksleri ile su kalitesi parametreleri arasındaki ilişki.....	89
4.4.2 Fitoplankton indeksinin seçilmesi	91
4.5 Hidromorfolojik Durumun Değerlendirilmesi	93
4.6 Nihai Ekolojik Durumun Değerlendirilmesi	95
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	97
5.1 Fiziksel ve Kimyasal Su Kalitesi Parametreleri	97
5.2 Fitoplankton Dağılımı	101
5.3 Q İndeksi.....	104
5.4 Fitoplankton ve Fizikokimyasal Parametreler Arasındaki İlişki	109
5.5 Ekolojik Durum.....	110
KAYNAKLAR	113
ÖZGEÇMİŞ.....	129

SİMGELER DİZİNİ

%	: Yüzde oran
>	: Büyüktür
<	: Küçüktür
=	: Eşittir
Ca	: Kalsiyum
Cl	: Klor
CO ₃	: Karbonat
HCO ₃	: Bikarbonat
H ₂ SO ₄	: Sülfürik Asit
°C	: Santigrat
cm	: Santimetre
km	: Kilometre
km ²	: Kilometrekare
l	: Litre
m	: Metre
m ³	: Metreküp
ml	: Mililitre
mm ³ /l	: Litrede 1 metreküp
mg/l	: Litrede 1 miligram
mg/m ³	: Metreküpte 1 miligram
µm	: Mikrometre
µS/cm	: Santimetrede 1 mikrosimens

Kısaltmalar

CCA	Kanonik Uyum Analizi
SÇD	Su Çerçeve Direktifi
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
ÖÇKK	Özel Çevre Koruma Kurumu
Q	Q İndeksi
PTI	Fitoplankton Trofik İndeksi
Med-PTI	Akdeniz Fitoplankton İndeksi
PT-BV	Fitoplankton Biyohacim Metriği
CY-BV	Cyanobacteria Biyohacim Metriği
YSKYY	Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği
SD	Secchi Derinliği
Kl- <i>a</i>	Klorofil <i>a</i>
TN	Toplam Azot
TP	Toplam Fosfor
EC	Elektriksel İletkenlik
T	Sıcaklık
ÇO	Çözünmüş Oksijen
OD	Oksijen Doygunluğu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Göllerde çalışma alanına ilişkin tanımlar	28
Şekil 2.2 Göllerde çalışma alanına ilişkin tanımların açıklamaları.....	29
Şekil 3.1 Mogan ve Eymir Gölleri drenaj havzası	40
Şekil 3.2 Mogan Gölü batimetri haritası ve istasyonların konumu.....	41
Şekil 3.3 Mogan Gölü 1. İstasyon (F-1).....	44
Şekil 3.4 Mogan Gölü 2. İstasyon (F-2).....	45
Şekil 3.5 Mogan Gölü 3. İstasyon (F-3).....	45
Şekil 3.6 Örneklerin alınmasında kullanılan ekipman ve plankton kepçesi	46
Şekil 3.7 Mogan Gölü hidromorfolojik izleme 1. istasyon (H-1).....	47
Şekil 3.8 Mogan Gölü hidromorfolojik izleme 2. istasyon (H-2).....	47
Şekil 3.9 Mogan Gölü hidromorfolojik izleme 3. istasyon (H-3).....	48
Şekil 3.10 Ekolojik durumun belirlenmesin yerüstü kütlelerinin sınıflandırma şeması	51
Şekil 4.1 Mogan Gölü'nde tespit edilen tür sayısının divizyolara göre dağılımı.....	66
Şekil 4.2 Mogan Gölü'nde bulunan fitoplankton divizyonlarının fitoplankton biyohacmi bazında aylara göre oransal dağılımı	81
Şekil 4.3 PT-BV ve CY-BV değerlerinin aylara göre değişimi.....	82
Şekil 4.4 Mogan Gölü'ndeki fitoplankton fonksiyonel gruplarının sıralı değişimi. "Diğerleri" toplam biyokütlenin %5'inden daha azını oluşturan fitoplankton türlerini temsil etmektedir.....	85
Şekil 4.5 Mogan Gölü'nde Q indeksi ve fitoplankton biyohacminin örnekleme dönemlerine göre değişimi.....	85
Şekil 4.6 Fitoplankton türleri ve su kalitesi parametrelerine ait CCA analizi grafiği*...	88
Şekil 4.7 Med-PTI ve Q indekslerinin TN ile arasındaki ilişki.....	91
Şekil 4.8 Med-PTI indeksinin TP ile arasındaki ilişki	92
Şekil 4.9 Med-PTI ve PHYTO-TR indekslerinin çözünmüş oksijen, sıcaklık ve pH arasındaki ilişki	93
Şekil 5.1 Mogan Gölü'nde Q indeksi ve fitoplankton biyohacminin 2006 ve 2022 yılları arasındaki değişimi.....	108

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Fitoplankton temelli bazı ekolojik durum ve çeşitlilik indekslerinin sınıflandırılması.....	8
Çizelge 2.2 Çeşitli göllerde yapılan fitoplankton tür kompozisyonu ve trofik duruma ilişkin bazı çalışmalar	19
Çizelge 3.1 Mogan Gölü’nde seçilen istasyonlar ve konumları*	44
Çizelge 3.2 PHYTO-TR kompozisyon indeksine dayalı kalite sınıfları.....	56
Çizelge 3.3 Sığ göllerde önerilen biyohacim sınır değerleri (Anonim 2020)	57
Çizelge 4.1 Mogan Gölü su kalitesi sonuçlarının YSKYY su kalite sınıflarına göre değerlendirilmesi	62
Çizelge 4.2 Mogan Gölü’nde teşhis edilen fitoplankton taksonları.....	63
Çizelge 4.3 Mogan Gölü’nde tespit edilen fitoplankton türlerinin dönemlere göre sıklıkları.....	68
Çizelge 4.4 Mogan Gölü Ağustos 1. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu	69
Çizelge 4.5 Mogan Gölü Ağustos 2. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu	70
Çizelge 4.6 Mogan Gölü Ağustos 3. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu	71
Çizelge 4.7 Mogan Gölü Kasım 1. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu	72
Çizelge 4.8 Mogan Gölü Kasım 2. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu	73
Çizelge 4.9 Mogan Gölü Kasım 3. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu	74
Çizelge 4.10 Mogan Gölü Şubat 1. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu.....	75
Çizelge 4.11 Mogan Gölü Şubat 2. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu.....	76
Çizelge 4.12 Mogan Gölü Şubat 3. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu.....	77
Çizelge 4.13 Mogan Gölü Mayıs 1. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu.....	78
Çizelge 4.14 Mogan Gölü Mayıs 2. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu.....	79
Çizelge 4.15 Mogan Gölü Mayıs 3. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu.....	80

Çizelge 4.16 Mogan Gölü’nde istasyonlara ve izleme periyotlarına göre fitoplankton indeksleri.....	87
Çizelge 4.17 Mogan Gölü’ne ait CCA analizi özeti	89
Çizelge 4.18 Mogan Gölü’nde su kalite parametreleri ile fitoplankton indeksleri arasındaki Pearson korelasyonu (n=12)	91
Çizelge 4.19 Mogan Gölü’nün hidromorfolojik değerlendirme sonuçları	95
Çizelge 4.20 Mogan Gölü’nün nihai ekolojik durumu	96
Çizelge 5.1 Q İndeksine göre Mogan Gölü’nde yapılan tez çalışmasında ve Demir vd. (2014)’e göre tanımlanan fonksiyonel gruplar ile bulunduğu alan ve türleri.....	106

1. GİRİŞ

Su hem insanlar için hem de ekosistemi oluşturan tüm canlılar için yaşamın devamlılığını sağlayan en önemli kaynaktır. Su sadece yaşam için değil, insan varlığını destekleyen tüm diğer faaliyetler için de önem taşımakta, sanayi, tarım, enerji, gıda, madencilik gibi sektörlerde yararlanılmaktadır. Yeryüzündeki toplam su miktarı 1,4 milyar km³ olmakla birlikte kullanılabilir su miktarı oldukça kısıtlıdır ve yeryüzünde eşit dağılım göstermemektedir. Yeryüzündeki suyun büyük bir bölümü (%97,5) okyanuslar ve denizlerden, %2,5'i ise tatlı sulardan oluşur. Tatlı suyun yaklaşık %68,9'u kalıcı kar örtüsü şeklinde Kuzey Kutbu, Antarktika ve dağlık alanlarda; %29,9'u ise yeraltı sularında bulunmaktadır. Tatlı suyun yalnızca %0,3'ü göl ve akarsular gibi yüzey sularında, %0,9'u ise donmuş toprak, bataklıklar ve toprak nemi olarak dağılmaktadır (Shiklomanov ve Rodda, 2003). Ancak su kaynakları üzerinde, gerek insani faaliyetler (artan nüfus, tarımsal, evsel ve sanayi kaynaklı kirlilik vb.) gerekse de doğanın yarattığı doğal değişimler nedeniyle oluşan baskı (küresel iklim değişikliği gibi faktörler) suyun hidrolojik çevriminin evrelerini etkilemektedir. Bu baskılar sonucunda su kaynakları zaman içerisinde miktar ve kalite açısından olumsuz etkilere maruz kalmaktadır. Çevre sorunlarının su kaynakları üzerindeki etkisi ile su kaynaklarının yönetimine ilişkin sorunlar gün geçtikçe artmaktadır (Tuğaç 2013). Tüm bu etkenler göz önünde bulundurulduğunda sürdürülebilir su yönetiminin önemi bir kez daha anlaşılmaktadır. Bu maksatla su kullanıcılarının ve ekosistemin ihtiyacını karşılayacak yeterli miktarda kalitede suyun temin edilmesi için günümüzde pek çok çalışma yürütülmektedir (Ouyang 2005, Coşkun ve Demir 2018).

Göller su hareketinin sınırlı olduğu, dış etkenlere karşı hassas, kirlenmeye karşı duyarlı ve yüksek üretkenliğe sahip durgun su kaynaklarıdır. Göller sulama, enerji, kullanma ve içme suyu olmak üzere pek çok farklı amaç için kullanılmaktadır. Avrupa Birliği (AB) adaylık sürecinde olan Ülkemizde son yıllarda su kaynaklarının sürdürülebilir yönetiminin sağlanması amacıyla oldukça önemli adımlar atılmakla birlikte Su Çerçeve Direktifi (SÇD)'nde yer alan uygulamalara yönelik çalışmalar yapılmaktadır. SÇD'ye göre durgun su kütlelerinin belirlenmesinde en önemli adımlardan biri olan tipoloji kavramının su kütlesi belirlemeyle ilişkilendirilmesi gerekmekte ve SÇD su

kaynaklarında yapılması planlanan yönetimsel çalışmalara temel oluşturmaktadır. SD uygulamalarında, su kaynaklarının iyi su durumuna ulaşılabilmesi ve iyi su durumunun korunabilmesi için teknik bir altyapının hazırlanması gerekmektedir.

Göllerde ekolojik durumun belirlenmesinde, fitoplankton öncelikli olarak çalışılan canlı grubudur. Gl ekosisteminde meydana gelen değişimler fitoplankton topluluğu üzerinde doğrudan etkiye sahiptir ve sudaki fizikokimyasal özelliklere bağlı olarak bazı türlerin sayısında farklılıklar oluşur. Bu sebeple, fitoplankton, ekosistemde oluşan değişmelerin izlenmesinde, kirlilik durumunun belirlenmesinde, göllerde yönetim stratejilerinin oluşturulmasında ekolojik durumun tespitinde indikatör olarak kullanılan bir canlı grubudur (Wetzel 2001, Tanyolaç 2006, Bellinger ve Sige 2010).

Fitoplankton, suda askıda kalan ve aktif bir yüzme kabiliyeti olmayan fotosentetik mikroskobik alglerdir. Ototrof özellikteki fitoplankton, fotosentez yolu ile yüksek enerji potansiyeline sahip organik bileşikleri sentezleyerek iç sularda ve denizlerdeki diğer sucul canlıların temel besin kaynaklarından birini oluşturarak, sucul ekosistemlerde primer prodüksiyonun temelini oluştururlar ve besin zincirinin ilk basamağında yer alırlar (Cirik ve Gökpınar 2006). Belirli türlerin varlığı ya da yokluğu su kalitesinin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır (Bellinger ve Sige 2010). Göllerdeki fitoplankton komüniteleri su kalitesindeki farklılıklara bağlı çeşitlilik gösterir. Çözünmüş oksijen derişimi, su sıcaklığı, pH gibi parametrelerdeki değişimler ya da kirlilik baskısı bazı fitoplankton türlerinin azalmasına bazı türlerin ise çoğalmasına neden olabilir. Bundan dolayı trofik durumun tahmininde fitoplankton komünitesindeki organizmaların sayısı ve tür kompozisyonu bir biyolojik gösterge olarak kullanılmaktadır (Fakioğlu ve Demir 2011). Bir türün varlığı ve bolluğu, bulunduğu ortamın ekolojik koşullarını yansıtabilir. Su kalitesi ve kirlilik düzeyinin değerlendirilmesinde planktonik türlerin kullanılması, bu canlıların çevresel göstergeler olarak kullanılmasındaki önemlerini artırmaktadır (Akbulut 1998).

Mogan Gölü Ankara şehrine oldukça yakın olup rekreasyonel açıdan önem taşıyan ve yoğun bir kentsel-endüstriyel (antropojenik) baskı altında olan bir gldr. Özellikle kentsel ve endüstriyel atıkların göle deşarjı ve çevresinde yer alan tarım arazilerinden

göle ulaşan atık maddeler göldeki kirlilik baskısının artışına sebep olmaktadır (ÖÇKK 2002). Ötrofik ve sığ özellik gösteren Mogan Gölü'nde, göl yönetimine yönelik uygulamalardan olan sediment tarama (dredging) çalışması ekosistem üzerindeki kirlilik baskısının kontrolünü sağlamak amacıyla farklı dönemlerde uygulanmaktadır (Binici ve Pulatsü 2021). Sediment tarama, göllerde ötrofikasyonun kontrolünün sağlanması amacıyla kullanılan, uygun ekipman ve bilimsel veriler ışığında uygulandığında verimli sonuçlar sunan göl içi yönetim tekniklerinden biri olarak kabul edilmektedir. Göllerde restorasyon amaçlı olarak yapılan sediment tarama uygulaması, uzun dönemde verimli sonuçlar verse de uygulamanın öncesinde ve sonrasında göl yapısının uzun dönemli izlenmesi alınacak tedbirler açısından oldukça önemlidir (Pulatsü vd. 2015). Bir göl yönetim uygulaması olan sediment taramanın, sığ, sedimantasyon hızı düşük, zengin sediment yapısına sahip, yüzey alanı küçük ve uzun hidrolik su tutma süresine sahip göllerde uygulandığı belirtilmiştir (Cooke vd. 1993). Mogan Gölü'nde, 1970'li yıllardan sonra altyapı yetersizlikleri, evsel, endüstriyel ve tarımsal atıkların yanı sıra Gölbaşı ilçesindeki nüfus artışı nedeniyle ciddi bir kirlilik sorunu ortaya çıkmıştır. Bu sorunun çözülmesi amacıyla 1995 ve 1996 yıllarında Çevre Kurultayları düzenlenmiş ve gölün rehabilitasyonu için ilk olarak göl çevresindeki atık su şebekesi ASKİ'nin kolektör sistemine bağlanmış, ardından Sukesen Deresi'nin yatağında ıslah çalışmaları gerçekleştirilmiş ve kaçak deşarjlara karşı önlemler alınmıştır. 2005 yılında ise Gölbaşı Belediyesi tarafından gölün çevresindeki sazlık temizlenmiş ve önemli miktarda çamur çıkarılmıştır (Topçu 2006). Bakanlıklar arasında 2016 yılında "Mogan Gölü Dip Çamuru Temizlenmesi İşbirliği Protokolü" imzalanmıştır. Bu kapsamda gölden 2018 yılında 2,7 milyon m³, 2020'de yılından itibaren ise 6 milyon m³ olmak üzere yaklaşık 9 milyon m³ dip çamuru çıkartılmıştır ve halen dip çamuru temizleme çalışmalarına devam edilmektedir (Anonim 2024b).

Mogan Gölü, Türkiye'nin en çok araştırma yapılan göllerinden birisidir. Mogan Gölü fitoplanktonu üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Tanyolaç ve Karabatak 1974, Obalı 1978, Bakan 1990, Yerli vd. 2012). Mogan Gölü fitoplanktonunun komünitesinin yapısı, fonksiyonel grupların değişimi ve buna bağlı olarak Q indeksinin bir ekolojik kalite indeksi olarak kullanılabilirliği Demir vd. (2014) tarafından araştırılmıştır. Aradan geçen zaman zarfında gölün restorasyonu amacıyla dip tarama çalışmaları gerçekleştirilmiştir,

bir yandan da gölde insan kaynaklı baskılar artarak devam etmektedir. Gölde dip tarama/sediment çıkarma faaliyetleri ile antropojenik etkilerin incelenmesi amacıyla gölün fitoplankton komünite yapısındaki değişimlerin ortaya konması önem taşımaktadır.

Bu tez çalışmasında, Mogan Gölü'nde fitoplankton komünitesinin taksonomik ve ekolojik özelliklerinin incelenerek değerlendirilmesi, çeşitli fitoplankton metrikleri ve fitoplanktona ait fonksiyonel grupların yapısında meydana gelen yersel ve zamansal değişimlerin araştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca bir kalite elementi olarak fitoplanktona göre ekolojik kalitenin tahmin edilmesi ve geçmiş yıllardaki değerlerle karşılaştırılarak göl ekosistemindeki değişimlerin ortaya konulması hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Göllerde Fitoplankton Komünitesi, Ekolojik Durum ve Fitoplankton İndekslerine Yönelik Çalışmalar

Fitoplankton göllerin trofik durumu ve su kalitesinin izlenmesinde önemli bir göstergedir. Fitoplankton tür kompozisyonu, bolluk ve çeşitlilik, besin elementleriyle fiziksel ve kimyasal su kalitesi parametreleri ile doğrudan ilişkilidir (Reynolds 2006, Padisák vd. 2006, Tanyolaç 2006). Göllerde çözünmüş oksijeni pH ve su sıcaklığı gibi su kalitesi parametrelerinde ortaya çıkan değişiklikler ya da kirlilik baskısı, bazı fitoplankton türlerinin azalmasına, bazılarının ise çoğalmasına neden olabilir. Diyatomeleler, genellikle kış ve ilkbaharda sudaki nitrat, silikat ve fosforun arttığı zamanlarda artış gösterirler (Wetzel 2001).

Fitoplankton komünite yapısı, göl ekosistemlerinde ötrofikasyon süreçlerine son derece duyarlıdır. Antropojenik ve iklim değişikliği etkileriyle birlikte azot ve fosfor gibi nutrientlerin artışı birincil üretimin ve fitoplankton bolluğunun artmasına yol açar (Dokulil ve Teubner 2010, Bellinger ve Sigeo 2010, Beklioglu vd. 2010). Bu artış, özellikle sığ göllerde, mevcut trofik yapının değişmesine neden olarak göllerde berrak su durumunun göstergesi makrofitlerin baskın olduğu durumdan, fitoplanktonun hakim olduğu bulanık su durumuna geçişe sebep olabilir (Scheffer vd. 1993). Azot ve fosforun fitoplankton büyümesini sınırlayan başlıca besinler olması, bu geçiş sürecinde fitoplankton kompozisyonunda ve biyokütlesinde önemli değişikliklere sebep olur (Rosenberg 1985, Scheffer 2004). Bu durum yalnızca fitoplankton değil, aynı zamanda bentik ve epifitik alglerde de biyokütle artışına neden olarak tüm sucul ekosistemi etkileyebilir (Smith 2003, Dokulil ve Teubner 2010). Ayrıca, ötrofik durumdaki ekosistemlerde meydana gelen fitoplankton baskınlığı, özellikle sıcak dönemlerde toksik Cyanobacteria çoğalmalarına yol açarak hem sucul canlılar hem de insan sağlığı açısından risk oluşturan koşullara sebep olabilir (Ansari vd. 2010). Son yıllarda göllerin karşılaştığı antropojenik ve iklimsel baskıların artışı nedeniyle fitoplankton kompozisyonu ile trofik durumun belirlenmesi ve fitoplanktonun göl yönetiminde bir araç olarak kullanımına yönelik araştırmalar artmıştır.

Fitoplanktonun besin maddelerindeki değişimlere duyarlılığı sebebiyle Avrupa Birliği'nde yürürlükte olan Su Çerçeve Direktifi (SÇD) kapsamında göllerin ekolojik durumu tahmininde fitoplankton, temel biyolojik kalite unsurlarından biri olarak kabul edilmiştir. SÇD, yerüstü sularının ekolojik durumunu, belirli bir ekolojik kalite unsuruna ait mevcut gözlem değeri ile referans koşul değeri arasındaki oran olan Ekolojik Kalite Oranı (EQR) üzerinden değerlendirir. Referans koşullar, insan etkisinin en az olduğu, ekosistemin doğal ve bozulmamış halini temsil eden durumlardır (SÇD 2000). Ekolojik durum değerlendirmeleri; tür kompozisyonundaki değişim, bolluk, biyohacim ve fonksiyonel özellikleri gibi taksonomik kompozisyon ölçütleriyle ilişkilidir.

Göllerde ekolojik durumun belirlenmesinde, ekosistemde meydana gelen değişikliklere en hızlı cevap veren canlı grubu olan fitoplanktona ait biyokütle, kompozisyon ve indeksler kullanılmaktadır. Ekolojik durum, bir su kütlesinde bulunan canlıların çevre ile etkileşiminin belirlenmesinde genel kimyasal ve fizikokimyasal parametreler, biyolojik ve hidromorfolojik kalite unsurlarının değerlendirilerek sınıflandırılmasına dayanmaktadır (SÇD 2000, Fakıoğlu ve Demir 2011, Çetin 2017). Su kütlelerinin ekolojik durumları su kütlelerinin tiplerine özgü referans koşullarla ilişkilendirilerek kalite sınıflarını yansıtan referans şartlar ile karşılaştırılarak belirlenmektedir.

SÇD kapsamında, biyolojik kalite açısından sular beşli bir sınıflandırma sistemiyle çok iyiden kötüye doğru incelenmektedir. Su kütlelerinin hidromorfolojik kalitesi çok iyi ve iyi olarak sınıflandırılırken, fizikokimyasal-kimyasal durum ise çok iyi, iyi ve orta şeklinde üçlü bir sınıflandırmaya tabi tutulmaktadır. Ekolojik durum sınıflandırmasında, değerlendirme en düşük kalite unsuruna göre yapılmakta olup, herhangi bir parametrenin kötü olması durumunda ekolojik durum doğrudan kötü olarak belirlenmektedir. Biyolojik kalite öğeleri için beş sınıflı "çok iyi, iyi, orta, zayıf ve kötü", kimyasal ve fizikokimyasal kalite öğeleri için "çok iyi, iyi, orta" ve hidromorfolojik kalite öğeleri için "çok iyi ve iyi" düzeyinde sınıflandırma yapılır. Bu durumun sebebi, biyolojik kalite öğelerinin ekolojik durumu belirlemede öncelikli olmasıdır (Çetin 2017).

SÇD'nin su kaynaklarında iyi su durumuna ulaşılması nihai hedefi yolundaki adımlardan biri tiplerin belirlenmesidir. Tip belirleme çalışmalarının ardından su kütlesi belirleme

alışmaları yapılarak SD kapsamında tanımlanan hedeflere ulaşma doğrultusunda uygulanacak diğer adımlara geçilmektedir. Tip terimi, referans şartların belirlenmesini kolaylaştırmak amacıyla, sucul flora ve fauna varlığını etkileyebilecek abiyotik faktörlerin kombinasyonu ile su kütlelerinin sınıflandırılmış halidir. Su tiplerinin belirlenmesinde izlenmesi gereken ana yol haritası ve teknik hususlar Direktifin eklerinde ve kılavuz dokümanlarda yer almaktadır. Direktife göre tipoloji kavramı su kütlelerini çeşitli parametrelere göre tanımlayan ve sınıflandıran bilimsel çalışma olup bir su kaynağının tipinin karakterize edilmesi ve kalite bileşenleri için referans alanların belirlenerek su kaynaklarının ekolojik durumlarının belirlenmesi gerekmektedir (SD 2000). SD uygulamaları kapsamında, su kütlelerinin belirlenmesi, izleme programlarının hazırlanması ve diğer tüm faaliyetler için bir temel oluşturan tipoloji; sucul ekosistemleri geniş analizler ve karşılaştırmalar için erişilebilir kılmakta, sucul ekosistemlerin karmaşık yapısının basitleştirilmiş birimler halinde genelleştirmektedir (Schernewski ve Wielgat 2004). Bu doğrultuda, göllere ilişkin tipoloji çalışmaları yürütölürken hem biyotik hem de abiyotik değişkenlerin birlikte değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Biyotik indeksler, sucul ekosistemlerin izlenmesi ve biyolojik çeşitliliğin korunması amacıyla geliştirilmiş önemli araçlar olup, çevresel etki değerlendirmelerinde ve sürdürölabilir su kaynakları yönetiminde kritik rol üstlenmektedir.

Fitoplankton, su kalitesindeki ve çevresel değişimlerdeki dinamikleri izlemek için kullanılan biyolojik göstergelerdir (Tanyolaç 2006, Bellinger ve Sige 2010). Bu canlıların varlığı, bolluğu, çeşitliliği, dağılımı, çevresel parametrelerle ilişkili olarak bulunduğu ekosistemin durumu hakkında değerlendirme yapılmasında oldukça önemlidir (Tanyolaç 2006). Çeşitlilik indeksleri, tür zenginliği ve bireylerin türler arasındaki dağılımını temel alarak, sucul ortamlardaki kirlilik seviyesini değerlendirmek için kullanılan önemli araçlardır (Sezen 2008).

Bu amaçla, fitoplankton türlerinin trofik hassasiyetlerini temel alarak PTI, Med-PTI, Q İndeksi gibi çeşitli biyolojik indeksler geliştirilmiş ve göllerin kalite durumlarının belirlenmesinde kullanılmaya başlanmıştır (Carvalho vd. 2008, Padisak vd. 2006, Phillips

vd. 2013). PTI (Fitoplankton Trofik İndeksi), Med-PTI (Akdeniz Fitoplankton İndeksi), Q İndeksi ve PHYTO-TR gibi indeksler, fitoplankton türlerinin veya fonksiyonel gruplarının tercih ettiği trofik durum seviyelerine göre değerlendirme yapmaktadır (Çizelge 2.1). Padisák vd. (2006) tarafından geliştirilen Q İndeksi, SÇD kapsamında göl tipolojilerine göre ekolojik durumun değerlendirilmesi amacıyla oluşturulmuş fitoplankton fonksiyonel gruplarının kullanıldığı bir komünite indeksidir. İndeks 0 ile 5 arasında değerler alarak beş dereceli sınıflandırma sistemine olanak sağlar. Q indeksi farklı göl tiplerine yönelik uygulamalarda kullanışlı bir değerlendirme aracı olarak pek çok çalışmada öne çıkmıştır. Q İndeksinin, göllerdeki ekolojik durumun belirlenmesinde kullanılan diğer ölçütlerle birlikte tamamlayıcı bir değerlendirme yöntemi olarak kullanılabileceği önerilmektedir (Wang vd. 2011, Crossetti vd. 2013, Belkinova vd. 2014, Poniewozik ve Lenard 2022).

PTI, fitoplanktonun trofik seviyesine göre ağırlıkların belirlenmesine dayanırken Marchetto vd. (2009) tarafından geliştirilen Med-PTI, tür bazlı trofik değer ile türün örnekteki hacminin oranına dayanan bir indeks olup, Akdeniz göllerine özgü bir sınıflandırma sunar. Türkiye'ye özgü olarak geliştirilen PHYTO-TR ise, fitoplanktonun biyokütlesi ve trofik hassasiyetini dikkate alarak su durumunu değerlendirmeye olanak sağlar (Çetin 2023).

Çizelge 2.1 Fitoplankton temelli bazı ekolojik durum ve çeşitlilik indekslerinin sınıflandırılması

İndeks	Kaynak	Temel Yaklaşım	Ekolojik Durum Sınıflandırma Aralığı
Med-PTI	Marchetto et al. (2009)	Tür bazlı trofik değer ve biyohacim oranına dayalı	1,81 (Kötü)- 2,77 (Çok İyi)
Q İndeksi	Padisák et al. (2006)	Fonksiyonel gruplara göre ağırlıklı, göl tipolojisine duyarlı	0 (Hipertrofik-Kötü)- 5 (Oligotrofik- Çok İyi)
PHYTO-TR	Çetin (2023)	Biyokütle, trofik hassasiyet ve çeşitlilik katsayılarına dayalı	$\leq -0,54$ (Yüksek)- $\geq 0,64$ (Kötü)
PTI	Salmaso vd. (2003, 2006)	Türlerin trofik düzeye göre ağırlıklandırılması	0 (Kötü)- 5 (Çok İyi)
Shannon-Weiner (H')	Jorgensen vd. (2004, 2005)	Tür çeşitliliği ve bireylerin dağılımı	0 (Kötü) -5 (İyi)

Çizelge 2.1 Fitoplankton temelli bazı ekolojik durum ve çeşitlilik indekslerinin sınıflandırılması (devam)

İndeks	Kaynak	Temel Yaklaşım	Ekolojik Durum Sınıflandırma Aralığı
Evenness (J')	Jorgensen vd. (2004, 2005)	Türler arası birey dağılımının eşitliği	0 (Düzensiz dağılım) -1 (Düzenli dağılım)
Margalef (DMg)	Jorgensen vd. (2004, 2005)	Tür zenginliği: tür sayısına ve birey sayısına bağlı	> 0 (Yüksek tür zenginliği)
Simpson (S)	Simpson (1949), Odum ve Barrett (2005)	Komünitedeki baskın türlerin etkisi: çeşitliliğe ters orantılı	0- 1 (1'e yaklaştıkça çeşitlilik artar)

Göllerin ekolojik kalitesi, fitoplankton yanısıra, perifiton, sucul makrofitler, makroomurgasızlar ve balık gibi kalite elementlerine bağlı olarak değerlendirilebilir. Bunlar içinde fitoplankton göllerde hızlı değişimlere yanıt vermesi nedeniyle ön plana çıkmaktadır. Ekolojik kalite, fitoplanktonu temel alan indeksler kullanılarak, tipoloji ve referans koşullar dikkate alınarak, bütüncül ve bilimsel esaslara dayalı olarak değerlendirilebilir. Fitoplankton indeksleri, göllerde ekolojik durum değerlendirmelerinin yapılmasını, biyolojik durumun belirlenmesini sağlamakta ve fizikokimyasal verilerle entegre edilerek göl yönetimi açısından daha kapsamlı bir değerlendirme yapılmasına katkı sunmaktadır. Bu kapsamda yürütülen çalışmaların bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Polonya'daki dört sığ gölün ekolojik durumu, göllerdeki fitoplankton ve fiziko-kimyasal veriler ile belirlenmiştir. Carlson İndeksi, Q İndeksi ve Alman PSI (Phyto-See-Index) dahil olmak üzere çeşitli fitoplankton indeksleri karşılaştırılmıştır. Carlson İndeksi'ne göre, Głębokie Gölü'nde en yüksek trofik değer, Rotcze Gölü'nde ise en düşük değer kaydedilmiştir. Benzer şekilde, Q İndeksi Rotcze Gölü için iyi ekolojik durum (Q=3,5), Głębokie Gölü için kötü durum (Q=0,9), Sumin Gölü için zayıf durum (Q=1,2) ve Maśluchowskie Gölü için orta durum (Q=2,9) göstermiştir. Alman PSI ile yapılan değerlendirmelerde de benzer sonuçlar elde edilmiş; Głębokie Gölü kötü durumda (PSI=4,7), Rotcze Gölü ise iyi durumda (PSI=2) sınıflandırılmıştır (Paształeniec ve Poniewozik 2010).

Wang vd. (2011) Üç Boğaz Rezervuarı'nda (Çin) ve Xiangxi Körfezi'nde fitoplankton fonksiyonel grup yaklaşımına göre Q indeksine dayalı olarak ekolojik durumu incelemişlerdir. **D** grupları (çoğunlukla *Stephanodiscus hantzschii*) ve **B** (*Cyclotella stelligera*) Üç Boğaz Rezervuarı'nın ana akışında ve Xiangxi Körfezi'nin giriş bölgesinde baskın, **Y** grubu (*Cryptomonas* türleri) üst alanda baskın, **J** grupları (çoğunlukla *Pediastrum duplex*), **F** (çoğunlukla *Sphaerocystis Schroeteri*) ve **G** grupları (*Pandorina morum* ve *Eudorina elegans*) diğer alanlarda önemli; orta aşamada, **M** grubu tüm bölgede baskın olarak bulunmuş ve son aşamada, **M** ve **Y** gruplarının yanı sıra, **X2** grupları (*Chroomonas acuta*, *Pyramimonas nanella*, vb.) ve **Lo** grubunun (*Ceratium hirundinella*) sırasıyla alt ve üst alanda daha önemli hale geldiği tespit edilmiştir. Ekolojik durum alg patlaması süreciyle birlikte genellikle kötü durumu göstermiştir.

Borics vd. (2012) ötrofik sığ göllerin fitoplankton tür ve fonksiyonel grupların çeşitliliğini incelemiştir. Tuzlu göller ve hipertrofik göletlerde **S_N**, **W₀** ve **W₁**'in temsil edilen fonksiyonel gruplar arasında baskın olduğu belirlenmiştir. Göller arasındaki fitoplankton çeşitliliği genel olarak benzer olsa da tuzlu göllerin hem tür çeşitliliği hem de fonksiyonel çeşitlilik açısından daha düşük değerlere sahip olduğu bulunmuştur. Bulgular, özellikle **H₁** ve **S_N** gibi alg patlamasına sebep olan Cyanobacteria grupları baskın hale geldiğinde fonksiyonel grup ve tür çeşitliliğinin azaldığını göstermektedir. Buna karşın, **J**, **Y**, **Lo** ve **W₁** gibi diğer grupların baskın olduğu durumlarda tür çeşitliliğinde belirgin bir düşüş gözlenmemiştir. Biyohacim ile çeşitlilik arasındaki ilişkiye yönelik yapılan analizler, sığ göllerde biyohacimin 20 mm³/l'yi aşması durumunda çeşitlilikte azalma görülebileceğini ortaya koymuştur.

Crossetti vd. (2013) tarafından Balaton Gölü'nde fitoplankton türleri fonksiyonel gruplara ayrılmış ve Q indeksi kullanılarak ekolojik durum değerlendirilmiştir. Perifitik diatomelere dayalı TDIL (Göller için Trofik Diyatome İndeksi) indeksi, kantitatif verilere göre hesaplanmıştır. Mevsimsel ve yersel olarak fitoplankton ve fitobentoz metriklerine dayalı ekolojik değerlendirmeler arasında belirgin farklılıklar tespit edilmiştir. Q indeksi, kötüden iyiye değişen ekolojik durumlar gösterirken, diyatome indeksleri orta ile yüksek koşullar arasında değişim göstermiştir.

Lyche-Solheim vd. (2013) tarafından Avrupa’da 2000’den fazla gölden elde edilen fitoplankton, makrofit, bentik omurgasızlar ve balıklarla ilgili veriler, SÇD’nin gerektirdiği şekilde Avrupa göllerinin ekolojik durumunu değerlendirmek için metrikler geliştirmek ve test etmek amacıyla kullanılmıştır. Ötrofikasyon baskısına yanıt veren 11 metriğin en güçlü ve en hassas olanların fitoplankton için Kl-a, PTI ve Fonksiyonel Özellikler İndeksi (FTI)’nin olduğu belirlenmiştir. Çalışmada hidromorfolojik baskıları değerlendirmek için yeni biyolojik metrikler geliştirildiği böylece göllerdeki hidromorfolojik baskıların biyolojik etkilerinin niceliklendirilmesinin sağlanabileceği bildirilmiştir.

Belkinova vd. (2014) tarafından Bulgaristan’daki 78 gölde fitoplanktonun taksonomik bileşimi ve bolluğu incelenmiş, 27 fitoplankton fonksiyonel grubu belirlenmiş ve Macar Komünite İndeksi geliştirilmiştir. Baskın fonksiyonel grupların göl tipine ve trofik duruma göre farklılık gösterdiği çalışmada fonksiyonel gruplardan **L₀**, **Y**, **MP**, **N**, **E**, **X3**, **X_{Ph}** topluluklarının bolluğunun göl tipinden bağımsız olarak yüksek veya iyi durumu gösterdiği belirlenmiştir. Aynı zamanda, su kalitesinin bozulmasıyla ilişkili gruplar **L_M**, **J**, **M**, **S1** ve **H1** olarak belirlenmiştir. Macar Topluluk İndeksinin ayrıca toplam biyokütle, % Cyanobacteria, Kl-a ve genel ekolojik durumla ilişkili ($p < 0,001$) olduğu belirlenmiştir.

Shen vd. (2014) Çin’deki Danjiangkou Baraj Gölü’nde Q indeksi temelli fonksiyonel grup yaklaşımını kullanarak fitoplanktonun yersel ve zamansal dağılımı, çevresel etmenlerle ilişkisi ve ekolojik durumu analiz etmiştir. **B**, **C**, **D**, **Lo**, **P** ve **Y** grubu, baskın fonksiyonel gruplar olarak belirlenmiştir. Fonksiyonel gruplarla çevresel değişkenler arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla redüdens analizi ve Pearson korelasyon analizleri yapılmıştır. Elde edilen bulgular, TP, pH ve çözünmüş silikatın, fitoplankton fonksiyonel gruplarındaki değişimi belirleyen başlıca faktörler olduğunu ortaya koymuştur. Q indeksi, gölün ekolojik durumunun genel olarak “iyi” düzeyde olduğunu göstermiştir.

Dembowska vd. (2015) tarafından Polonya’daki bir gölde su kalitesindeki değişimleri değerlendirmek için Q indeksi ve fitoplankton biyokütlesine dayalı PMPL (Polonya Gölleri için Fitoplankton Metriği) indeksi kullanılmıştır. TP’nin yersel değişiminin plankton çeşitliliğine önemli ölçüde etkisi olmadığı bulunmuştur. Fitoplanktonun sıg, iyi

karışmış ötrofik göllere özgü olan Oscillatoriales takımına ait taksonlar tarafından domine edildiği belirlenen çalışmada gölün EQR'ye (Ekolojik Kalite Oranı) dayalı ekolojik durumu zayıf veya orta olarak tespit edilmiştir. Filamentli siyanobakterilerin hakim olduğu gölde ekolojik durumun PMPL indeksine veya baskın siyanobakteri türlerine bağlı diğer indekslere göre belirlenmesi gerektiği belirtilmiştir.

SÇD gerekliliklerine uygun olarak Cheshmedjiev vd. (2010) tarafından Bulgaristan sınırları içinde toplam 80 göl ve rezervuar incelenmiştir. Değerlendirme, fitoplankton biyohacmi, Alg Grupları İndeksi, SD, Kl-a, % Cyanobacteria, alg yoğunluğu ve toksik türlerin varlığı temel alınarak gerçekleştirilmiştir. Araştırılan göllerin yarısından fazlasının, SÇD'nin iyi ekolojik durum gerekliliklerini (yüksek ve iyi ekolojik durum; maksimum ve iyi potansiyel) karşıladığı tespit edilmiştir. Fitoplankton metriklerine dayalı olarak ekolojik durum veya potansiyelin değerlendirilmesi için bir sınıflandırma sistemi geliştirilmiştir. Bulgaristan'daki 17 göl, oligotrofik göl tipleri ve mezotrofik göl tipleri olmak üzere iki ana gruba ayrılmıştır.

Free vd. (2016) İrlanda'daki 224 gölü kapsayan 2012–2014 yılları arasındaki ekolojik durum değerlendirme metriklerini kullanarak, ortalama TP konsantrasyonu ile ötrofikasyon baskısı ilişkisini incelemişlerdir. Değerlendirme metrikleri ile TP arasındaki ilişkinin tipolojik parametreler üzerindeki etkisini incelemek için parametrik olmayan regresyon analizi yapılmıştır. Bu modellerde anlamlı bulunan tipolojik faktörler arasında göl alanı, ortalama derinlik ve alkalinite yer almış, en önemli parametre TP olmuştur. Bunun nedeni, metriklerin ötrofikasyon baskısını tespit etmek üzere tasarlanmış olması ve tipolojik faktörlerin hem metriklerin uygulanmasında hem de derinlik veya alkalinite gibi tipolojik özelliklerin dahil edildiği tür-spesifik EQR sınırları aracılığıyla dikkate alınmış olması olarak belirtilmiştir.

Krupa vd. (2016) tarafından Ağustos 2015'te, Güneydoğu Kazakistan'ın dört yüksek dağ gölünden 20 fitoplankton örneği toplanmıştır. Fitoplankton gösterge tür oranı, Shannon-Weiner indeksi ve WESI indeksi (Su Ekosistemi Durum İndeksi) ile göllerin rakımı ve alg komüniteleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Çalışma sonucunda fitoplanktonda toplam 28 tür belirlenmiştir. Fiziko-kimyasal indekslere göre göller temiz olarak

sınıflandırılmıştır. Fitoplanktonun gösterge tür oranı, fonksiyonel grupları ve yapısı organik kirlilik düzeyinin yüksek rakım yönünde azaldığını ve dağ göllerinin ötrofikasyonun erken aşamalarında olduğunu göstermiştir.

Göllerin düzenli izlenmesi, ekolojik durumlarının belirlenmesi ve dış besin yükünün azaltılması gibi kalite iyileştirme kararları için kritik öneme sahiptir. Ekolojik durumun belirsizliği, yanlış sınıflandırma ve hatalı yönetim riskini artırır. Sondergaard vd. (2016) tarafından Danimarka'daki yaklaşık 350 göle ait veriler ve 24 yıla kadar uzanan veriler analiz edilerek yıllık farklılıklar ve ekolojik durum incelenmiştir. Sağ göllerde, TP konsantrasyonunun 0,05–0,15 mg/l aralığında olduğu durumlarda, Kl-a konsantrasyonları yıllar arasında büyük değişkenlik göstermiştir. Özellikle sucul makrofit örtüsü %20'yi aştığında Kl-a değerleri önemli ölçüde düşmüştür. Göller fitoplankton biyokütlesi ve Cyanobacteria biyokütlesi açısından sağ ve derin olarak ayrılarak ekolojik durum sınır değerleri belirlenmiştir.

Napiórkowska-Krzebietke vd. (2017) çalışmalarında, alg patlaması görülen göllerdeki trofik durum ve ekolojik durumu değerlendirmiştir. Toplam fitoplankton biyokütlesi (1,5-181,3 mg/dm³), farklı yoğunluklardaki alg patlaması için tipik olup, büyüme sezonu boyunca görüldüğü ancak en yüksek büyümenin genellikle yaz başında veya sonunda ortaya çıktığı bildirilmiştir. Sonuçlara göre en yoğun alg çoğalmasının, Cyanobacteria'dan *Microcystis*, *Limnithrix*, *Pseudanabaena*, *Planktothrix*; Bacillariophyta'dan *Cyclotella* ve Dinophyta'dan özellikle *Ceratium* ve *Peridinium* cinslerinden kaynaklandığı gözlenmiştir. Fitoplankton Trofik İndeksi (PTI) konseptine dayalı yeni bir ekolojik duyarlılık faktörü (E-SF) önerilmiştir. Çalışma sonucunda, göl restorasyonu için, farklı taksonların çevresel değişkenlere olan duyarlılıkları ve ilişkileri nedeniyle her alg çoğalması tipinin ayrı ayrı ele alınması gerektiği vurgulanmıştır.

Barinova vd. (2018) tarafından Balkaş Gölü'nde çevresel faktörlerin yersel dağılımını değerlendirmek için biyolojik gösterge ve istatistiksel haritalama yöntemleri kullanılmıştır. Fitoplanktonda toplam 92 tür bulunmuş olup, Chlorophyta ve Bacillariophyta türleri baskın olmuştur. Alg divizyolarındaki tür zenginliği ile su bitkileri arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Fitoplanktondaki gösterge türlerin oranındaki

değişiklikler, derinlik, TDS, pH değeri ve organik kirlilik gibi çevresel faktörlerin yersel değişimini yansıtmıştır. Biyolojik gösterge verilerine göre, Balkaş Gölü suları orta derecede kirlenmiş olup, su kalite sınıfı III'tür. WESI indeksi hesaplamaları, toplam toksik kirliliğin batı Balkaş'taki fitoplankton üzerindeki etkisini ortaya koymuştur.

Cao vd. (2018) tarafından Çin'in güneybatısında yer alan mesotrofik bir subtropikal plato gölü olan Erhai Gölü'nde, fitoplankton fonksiyonel gruplarının sıralı değişimi ve göldeki çevresel değişkenler detaylı biçimde değerlendirilmiştir. Toplamda 112 cins, 16 fonksiyonel grup ve 4 baskın fonksiyonel grup (**L_M**, **P**, **T** ve **Y**) belirlenmiştir. Kıştan ilkbahara kadar olan dönemde gölde güçlü karışım etkisiyle **T** grubu (özellikle *Mougeotia*) baskın hâle gelmiştir. İlkbaharda (Mart-Mayıs) sıcaklığın artması ve suyun berraklaşmasıyla birlikte fitoplankton topluluğunda **P** grubu baskınlık kazanmıştır. Yaz aylarında başlayan muson yağmurlarıyla göle karasal kaynaklı kirleticiler taşınmış, bu da **L_M** grubuna (*Microcystis* spp.) avantaj sağlayarak komünitede baskınlık kurmasına yol açmıştır. Yaz fırtınalarının ardından artan besin girdileri, yüksek sıcaklıklar ve ışığın azalmasıyla birlikte sonbaharda **L_M** grubunun büyümesi devam etmiş ve sonunda *Microcystis* türlerinin alg patlaması tetiklenmiştir. Özellikle sonbahar döneminde öne çıkan *Psephonema aenigmaticum* türü de **L_M** grubuna benzer mevsimsel bir artış göstermiştir. Çalışmada yağışla birlikte gelen yüzeysel akışın, besin maddeleri, sıcaklık ve ışık gibi değişkenleri etkileyerek fitoplankton sıralı değişimi üzerinde belirleyici rol oynadığı belirtilmiştir.

Tian vd. (2018) tarafından Çin'de sığ bir göl olan Luoma Gölü'nde fitoplankton fonksiyonel gruplarının dinamikleri ve bunları etkileyen çevresel değişkenler analiz edilmiştir. Fitoplankton topluluğunda toplam 178 tür tespit edilmiş ve bu türler, 20 farklı fonksiyonel gruba ayrılmıştır. Düşük sıcaklık dönemlerinde **P**, **X2**, **C** ve **MP** grubu baskın bulunmuştur. Yüksek sıcaklık dönemlerinde ise **X2** grubu, **S1** grubu ve **W1** grubu öne çıkmıştır. Fitoplankton sıralı değişimini açıklayan başlıca çevresel etmenler; su sıcaklığı, TP ve amonyum (NH₄⁺) olarak belirlenmiştir. Özellikle TP ve amonyum konsantrasyonları, Luoma Gölü'nde potansiyel alg patlamalarının önceden tahmin edilmesi ve yönetimi açısından önemli belirteçler olarak önerilmiştir.

Macintosh vd. (2019) tarafından, İrlanda'nın kuzeyindeki 50 gölün ekolojik durumunu değerlendirmek amacıyla çevresel ve biyotik değişkenler ölçülmüştür. TP, çoğu taksonun biyokütleleri ve ekolojik kalite oranları (EQR) üzerinde güçlü bir etki göstermiştir; Ortalama EQR'deki varyansın büyük bir kısmı, beş çevresel değişken (K1-a, TP, nüfus yoğunluğu, su rengi ve yükseklik) ile sazan balıklarının (cyprinidae) varlığına bağlı olarak açıklanmıştır. Sazan balıklarının bulunduğu oligotrofik göllerin ortalama EQR'leri, sazan balığı bulunmayan göllere kıyasla daha düşük çıkmış ve göl durumu değerlendirilirken işgalci tür girişlerinin kayıt altına alınmasının önemi vurgulanmıştır. Ayrıca, sazan balıklarının trofik yapıyı sedimentten besin maddesi salınımını artırarak etkilediği düşünülmüştür. Fitoplankton biyokütlesi, balık biyokütleleri ve yırtıcı balık yüzdesi TP ile artış göstermiştir. Çalışmada göl durumunun değerlendirilmesinde entegre bir yaklaşımın benimsenmesinin gerekliliği bir kez daha vurgulanmıştır.

Nan vd. (2020) tarafından Çin'de yer alan Doğu Taihu Gölü'nde fitoplankton fonksiyonel gruplarının sıralı değişimi ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışma süresince toplamda 125 cins, 21 fonksiyonel grup ve 7 baskın fonksiyonel grup tespit edilmiştir: **D**, **P**, **MP**, **Y**, **H2**, **M** ve **W1**. Kıştan ilkbahara kadar sıcaklık ve ışığın düşük olduğu dönemlerde **Y** ve **W1** grupları baskın olmuştur. Haziran ayında göle dış kaynaklı kirlilik yüküyle birlikte yüksek düzeyde besin maddelerinin girmesi ile **M** grubu baskın hale gelmiştir. Yaz aylarında sucul bitkilerin artışı, yüksek berraklık ve ışık geçirgenliği ile **M** grubu yerini önce **P** grubuna, ardından sonbaharda tekrar **M** ve **H2** gruplarına bırakmıştır. Ekolojik değerlendirme sonuçları, Q indeksine göre gölün ekolojik durumunun iyi olduğunu ortaya koymuştur.

Pore vd. (2020) tarafından Hindistan'daki Krishnasayar Gölü'nün fitoplankton kompozisyonu, yoğunluğu ve çeşitliliği ile bunların çevresel değişikliklerle ilişkilerini içeren biyolojik izleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Fitoplankton sayısı, muson sonrası mevsimde maksimum 12,633 hücre/l ve muson öncesi mevsimde minimum 7266 hücre/l olarak belirlenmiştir. Kümeleme analizi ve CCA sonuçları, fitoplankton grupları dağılımının pH, EC ve nitrat, fosfat, potasyum ve ÇO konsantrasyonlarından etkilendiğini göstermiştir. Gölde mevsimsel fitoplankton değişimlerini tahmin etmek üzere bazı çeşitlilik, eşitlik, tür zenginliği ve hakimlik indeksleri kullanılmıştır.

Çelekli ve Özpinar (2021) tarafından Burç Barajı'nda fitoplanktona yönelik bazı fonksiyonel gruplar bulunmuştur. Kasım ayında toplam fitoplankton biyohacmi $2,28 \text{ mm}^3/\text{l}$, Şubat ayında ise $0,51 \text{ mm}^3/\text{l}$ olarak bulunmuştur. Kanonik Uyum Analizinin (CCA) ilk iki eksenini, stres faktörleri ve fitoplankton komüniteleri arasındaki ilişkilerin %99,2'sini açıklamıştır. EC, nitrat, TN, su sıcaklığı, kalsiyum, yağış, toplam organik karbon (TOC), orto-fosfat ve TP gibi faktörler fitoplanktonun zamansal ve yersel dağılımını önemli ölçüde etkilemiştir. Carlson'un trofik durum indeksi, Burç Barajı'nın Kl-a, TP ve SD'ye göre ötrofik bir özelliğe sahip olduğunu gösterirken, OECD sınıflandırmasına göre baraj eu-hipertrofik olarak bulunmuştur. Değiştirilmiş PTI-fitoplankton trofik indeksinin (ortalama=2,37), Med-PTI Akdeniz fitoplankton trofik indeksinin (ortalama=1,96) ve Q indeksinin (ortalama = 2,58) sonuçları, Burç barajı'nın ekolojik durumunun orta düzeyde olduğunu göstermiştir.

Poniewozik ve Lenard (2022)'a göre Doğu Polonya'daki Gumienek, Czarne ve Glinki Göllerinin baskın fitoplanktonu Cyanobacteria olmuştur. Polonya gölleri için Macar Q indeksi, Alman PSI (Phyto-See-Index) ve yakın zamanda geliştirilen PMPL (Polonya Gölleri için Fitoplankton Ölçümleri) kullanılmıştır. Carlson'un Trofik Durum İndeksi, TSI'ye göre Gumienek ve Glinki Gölleri yüksek ötrofik olarak sınıflandırılırken, Czarne Gölü hafif ötrofik olarak sınıflandırılmıştır. İncelenen göller için “en iyi” ekolojik durum Q indeksi kullanılarak elde edilmiştir. Çalışmada Polonya'daki küçük göller için kullanılabilecek fitoplanktona dayalı ekolojik durum değerlendirmesi için en iyi indeksin Polonya (PMPL) indeksi olduğu belirtilmiştir.

Simunovic vd. (2022) tarafından Visovac Gölü'nde (Hırvatistan) Kl-a ve Macar Göl Fitoplankton İndeksi (HLPI) incelenmiştir. Kl-a 'ya göre Visovac Gölü'nün oligo-mezotrofik durumda olduğu belirlenmiştir. HLPI indeksine göre ise gölün ekolojik statüsü iyi olarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, hızlı biyolojik değerlendirme için Kl-a'nın haftalık bazda incelenmesi, daha karmaşık HLPI endeksinin ise aylık olarak uygulanması gerektiği önerilmiştir. Ekolojik durumu değerlendirmek için kullanılan metriklerin güven düzeyinin daha da iyileştirilmesi ve dahil edilen göstergeler için sınırların kapsamlı bir şekilde gözden geçirilmesinin önemi vurgulanmıştır.

Çetin vd. (2023) küçük ve derin olan Boraboy, Büyük, Dipsiz, Düden ve Zinav Göllerinin fitoplanktonunu incelemişlerdir. Ekolojik kalitenin belirlenmesi amacıyla PTI ve Q indeksleri kullanılmıştır. Ayrıca trofik durum indeksi (TSI) hesaplanmıştır. Fitoplanktonda toplam 85 tür teşhis edilmiş ve TP ile Q indeksinin TP ilişkisi PTI indeksine göre daha önemli bulunmuştur. TSI ile Q indeksi benzer kalite sonuçları verdiği belirlenmiştir. Göller indeks sonuçlarına göre orta-iyi arasında, trofik duruma göre ise oligotrofik ile ötrofik arasında bulunmuştur.

Dochin (2023) Aheloy Rezervuarı'nda 20 fonksiyonel gruba ait toplam 86 alg türü ve Ovcharitsa Rezervuarı'nda 22 gruba ait 61 alg türü tanımlamıştır. Aheloy Rezervuarında fonksiyonel gruplardaki değişiklikler şu şekilde sıralanabilir: **S1- H1 – P'den Lo - W2 - J'den D - E - J'ye** ve Ovcharitsa Rezervuarında **P'den X2 - Lo - M'den F - MP - P'ye**. Q indeksine göre Aheloy Rezervuarının ekolojik durumu "kötü"den "tolere edilebilir"e ve Ovcharitsa Rezervuarının ekolojik durumu "orta"dan "iyi"ye değişmiştir.

Yan vd. (2023) Çin'deki Dongting Gölü'nde fitoplankton komünitelerini etkileyen başlıca etmenleri ortaya koymuştur. Su seviyesi değişimlerine bağlı olarak fitoplankton biyokütlesi değişim göstermiştir. Biyokütlede ve fonksiyonel gruplardaki değişimler, hidrolojik koşullar ve fizikokimyasal parametrelerin birlikte etkisiyle açıklanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre su seviyesi fitoplankton gelişimini belirleyen ana faktör olurken azot, su sıcaklığı ve EC gibi faktörler dönemsel olarak daha belirgin etkilere sahip olmuştur.

Çelekli vd. (2024) Konya Kapalı Nehir Havzası'ndaki 15 gölün tür-çevre ilişkilerindeki farklılıkları ve ekolojik durumlarını fitoplankton indeksleri kullanarak değerlendirmişlerdir. CCA sonuçlarına göre farklı fitoplankton türleriyle karakterize edilen tuzlu ve tatlı su habitatları ayrılmıştır. TP, EC, nikel-Ni ve rakım, bu ekosistemlerde fitoplankton dağılımını etkileyen en etkili çevresel faktörler olarak tespit edilmiştir. Fitoplankton değerlendirmesinin sonuçları Sülüklü Gölü için yüksek ekolojik durumu, Uyuz Gölü için ise kötü ekolojik durumu göstermiştir. Değiştirilmiş fitoplankton trofik indeksinin Konya Kapalı sistemindeki göllerin çevresel koşullarını belirlemek için uygun bir fitoplankton metriği olabileceği vurgulanmıştır. Toplam fitoplankton ve

Cyanobacteria biyohacmine dayanan Søndergaard metriği de göllerin ekolojik durumlarını desteklemiştir.

Liu vd. (2024) Poyang Gölü'ndeki fitoplankton fonksiyonel gruplarının bileşimini ve bu grupları etkileyen çevresel etmenleri anlamak amacıyla üç yıl boyunca arazi çalışmaları yürütmüştür. Fitoplankton komünitelerinde baskın olan grubu diyatomeleler oluşturmuş ve diyatomeleleri, siyanobakteriler izlemiştir. Toplamda 72 türden oluşan fitoplankton komünitesi, 26 farklı fonksiyonel gruba ayrılmıştır. Bunlar arasında **P**, **B**, **MP**, **H1** ve **G** grupları baskın olarak sınıflandırılmıştır. Bu baskın gruplardan **H1** dışındakiler, yüksek düzeyde karışım dalgalanmalarına tolerans göstermiş ve aylık sıralı değişimi açısından tipik bir varyasyon sergilemiştir.

Zhang vd. (2025) çalışmalarında, Selin Co Gölü'ndeki fitoplankton türlerini etkileyen ana çevresel faktörleri incelemiş, ÇO ve florür derişimini en önemli çevresel değişkenler olarak belirlemiş, bunları arsenik ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) takip etmiştir. Diğer değişkenlerin fitoplankton kompozisyonu üzerinde nispeten daha küçük ve daha önemsiz etkileri olduğu belirtilmiştir. Selin Co Gölü'nde beş baskın fitoplankton türü belirlenmiştir.

Suba vd. (2025) tarafından Victoria Gölü'nün Winam Körfezi (Kenya)'nde değişen çevre koşullarına yanıt olarak fitoplankton çeşitliliği ve komünitesindeki zamansal ve yersel değişimler incelenmiştir. SD, pH, KOİ, ÇO, sıcaklık, K1-a, TN, TP dahil olmak üzere temel fizikokimyasal parametreler ölçülmüştür. Fitoplankton topluluğundan en yaygın olarak diatomlar, Cyanobacterialar ve yeşil algelere ait türler belirlenmiştir. Tanımlanan en yaygın Cyanobacteria türleri *Microcystis aeruginosa* ve *Dolichospermum flosaquae* türüdür. Fitoplankton bolluğu 45 ila 4900 birey/ml arasında değişmiş ve temmuz ayında zirveye ulaşmıştır. Shannon-Weiner çeşitlilik indeksleri 1,1 ila 4,2 arasında değişmiş ve ortalama 1,9 olarak tespit edilmiştir. RDA analizi, fitoplankton topluluğundaki önemli değişimlerin su kalitesi değişkenleriyle, özellikle NH₄⁺-N, sıcaklık, berraklık ve ÇO ile istatistiksel olarak ilişkili olduğunu ortaya koymuştur.

Zhou vd. (2025) tarafından Doğu Çin'de bulunan Anhui göllerinde, Ta-pieh Dağları rezervuarlarında, Huaihe Nehri kollarında ve yakındaki gölet sularında planktonu izlenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre toplam 198 fitoplankton türü ve 58 zooplankton türü kaydedilmiştir. Plankton komünitelerinin en yüksek çeşitlilik Yangtze Nehri'ne bağlı sığ göllerde gözlenmiştir. Huaihe Nehri'nin ikincil kollarında, Cryptophyta ve Dinophyta divizyolarından baskın türler belirlenmiştir. TN, TP ve EC gibi parametreler, plankton komünitelerinin bileşimini ve bolluğunu düzenlemede önemli parametreler olarak belirlenmiştir.

2.2 Türkiye’de Fitoplanktona İlişkin Bazı Çalışmalar

Türkiye’de göl ve baraj göllerinde fitoplankton komünitesine yönelik çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Son yıllarda fitoplankton kompozisyonunun belirlenmesi dışında trofik durum ve indeks kullanımına yönelik araştırmaların arttığı söylenebilir. Bu çalışmaların bir kısmı aşağıda özetlenmiştir (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2 Çeşitli göllerde yapılan fitoplankton tür kompozisyonu ve trofik duruma ilişkin bazı çalışmalar

Kaynak	Araştırma Yeri ve Yılı	Sonuç
Baykal ve Açıkgöz (2004)	Hirfanlı Baraj Gölü, Ekim - Haziran	Toplam 329 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. <i>Cyclostephanos dubius</i> (Fricke) Round baskın tür olarak tespit edilmiştir.
Naz ve Türkmen (2005)	Gölbaşı Gölü (Hatay), Mayıs 2001-Nisan 2002	Toplam 41 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. baskın grup Chrysophyta türleri olurken en yüksek biyomas Bacillariophyta türlerine aittir. Gölün trofik durumu mezotrofik olarak bildirilmiştir.
Çelekli vd. (2007)	Abant Gölü, 2003-2005	Toplam 162 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Chlorophyta divizyosuna ait türler gölün fitoplankton kompozisyonunda baskındır.
Çelik ve Ongun (2007)	Manyas Gölü, Kocaçay ve Sığırcı Koyları, Ocak 2003- Aralık 2004	Toplam 164 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Çalışma, sıcak mevsimlerde sığ ve besin açısından zengin göllerde Cyanobacteria ve Euglenophyta'nın baskın olarak bulunduğunu göstermiştir.
Demir vd. (2007)	Sarısu Göleti, Mayıs-Ekim 2006	Fitoplanktonda toplam 31 adet tür belirlenmiştir.
Sıvacı vd. (2007)	Tödürge Gölü, Kasım 2000- Kasım2001	Toplam 83 epilitik diyatome türü teşhis edilmiştir. Gölde toplam organizma yaz ayları başında artmış, yaz ve kış ayları sonlarında ise azalmıştır. Margalef Çeşitlilik ve tür zenginliği indeksleri açısından yaz ve sonbaharda 6 ve 8. istasyonlar öne çıkmıştır.

Çizelge 2.2 Çeşitli göllerde yapılan fitoplankton tür kompozisyonu ve trofik duruma ilişkin bazı çalışmalar (devam)

Kaynak	Araştırma Yeri ve Yılı	Sonuç
Taş ve Gönülo (2007)	Derbent Baraj Gölü, 2001-2002	Toplam 180 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Gölün trofik durumunun oligotrofikten mezotrofiğe doğru değiştiği belirtilmiştir.
Zaim (2007)	Kaz Gölü, Mayıs 2005-Nisan 2006	Toplam 214 Bacillariophyta'ya ait tür teşhis edilmiştir. Kaz Gölü'nün diyatome tür çeşitliliği açısından zengin olduğu ve gölün mezotrofik özellik gösterdiği belirtilmiştir.
Sömek ve Balık (2009)	Karagöl, 2002-2003	Toplam 88 fitoplankton türü teşhis edilmiş, 30 fitoplankton türü göl için yeni kayıt olarak bildirilmiştir. Gölün trofik durumu ötrofiktir.
Sevindik (2010)	Çaygören Baraj Gölü, Şubat 2007-Ocak 2009	Toplam 192 fitoplankton türünden 29 adedi yeni kayıt verilmiştir. Gölün trofik durumu ötrofiktir.
Fakioğlu ve Demir (2011)	Beyşehir Gölü, Mart-Aralık 2007	Toplam 119 fitoplankton türü teşhis edilmiş, Fitoplankton biyokütlesinin ortalama sonuçlara göre gölün mezotrofik ve iyi ekolojik kalite durumunu gösterdiği bildirilmiştir.
Kıvrak (2011)	Karamuk Gölü, Mart 2009-Şubat 2010	Toplam 89 fitoplankton türü teşhis edilmiş, gölün trofik durumunun hipertrofik olduğu tespit edilmiştir.
Atıcı ve Alaş (2012)	Mamasın Baraj Gölü, Nisan 2002- 2003	Toplam 60 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Göl yüksek besin düzeyi ve fitoplankton bolluğu ile özellikle yaz aylarında ötrofik özelliktedir.
Şahin vd. (2013)	Büyük Akgöl, Mayıs 2003-Nisan 2004	Toplam 51 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Gölün trofik durumunun hipertrofik olduğu bildirilmiştir.
Ersanlı ve Gönülo (2014)	Çakmak Baraj Gölü, Mayıs 2003- Nisan 2005	Toplam 132 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Gölün trofik durumu, ortalama SD'ye göre ötrofik olarak belirlenmiştir.
Kasaka (2014)	Küçük Lota Gölü, Kasım 2000-Aralık 2001	Toplam 119 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Gölün trofik durumu oligotrofik olarak belirlenmiştir.
Maraşlıoğlu ve Gönülo (2014)	Yedikır Baraj Gölü, Kasım 2004-Nisan 2006	Toplam 126 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Gölün trofik durumu ötrofik olarak belirlenmiştir.
Sevindik vd. (2015)	Poyrazlar Gölü, Nisan 2011-Mart 2012	Toplam 120 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Gölün trofik durumu mezotrofik olarak belirlenmiştir.
Öterler vd. (2015)	Gala Gölü, Mart 2004-Şubat 2005	Toplam 112 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Gölün trofik durumu ötrofik olarak belirlenmiştir.
Öterler (2015)	Kadıköy Baraj Gölü, Haziran 2011-Mayıs 2012	Toplam 74 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Mevsimsel fitoplankton dağılımına göre gölün trofik durumu mezotrofik olarak belirlenmiştir.
Sönmez vd. (2015)	Nazik Gölü, Ocak 2014-Şubat 2015	Toplam 57 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Gölün I. sınıf su kalitesine sahip olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 2.2 Çeşitli göllerde yapılan fitoplankton tür kompozisyonu ve trofik duruma ilişkin bazı çalışmalar (devam)

Kaynak	Araştırma Yeri ve Yılı	Sonuç
Kasaka (2015)	Büyük Lota Gölü, Ocak-Aralık 2001	Toplam 78 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Gölün su kalitesi I ve II kalite sınıfında, trofik durumu ise oligo-mezotrofik olarak bildirilmiştir.
Coşkun ve Ertan (2016)	Eğirdir Gölü Kasım 2012-Ekim 2013	Gölün Hoyran Bölgesinde toplam 104 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Gölün trofik durumu K1-a ve SD'ye göre oligotrofik olarak bildirilmiştir.
Dalkıran vd. (2016)	Uluabat Gölü Mart 2006-Ocak 2007	Toplam 169 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Gölün fitoplanktona göre gölün ötrofik olduğu bildirilmiştir.
Coşkun (2017)	Abant G., Nisan – Aralık 2015	Toplam 65 fitoplankton türü teşhis edilmiş, fitoplankton kompozisyonuna dayalı Q ve PTI indeksleri kullanılmış ve gölün durumu iyi (II. sınıf) olarak tahmin edilmiştir.
Yılmaz (2017)	Elmalı Baraj Gölü, Temmuz 2008-Şubat 2009	Toplam 31 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Gölün trofik durumu fitoplanktona göre ötrofik olarak bildirilmiştir.
Morkoyunlu Yüce ve Aktaş (2020)	Bazı göletler, Şubat-Kasım 2018	Toplamda 62 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Shannon-Weiner ve Simpson indekslerine göre, göletlerde tür sayısının çok, buna karşın dominantlığın az olduğu bildirilmiştir. Göletler orta-iyi durumda değişmektedir.
Atıcı (2021)	Topçam Baraj Gölü, Haziran-Eylül 2020	Toplamda 53 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Gölün su kalitesi sınıf I ve II. olarak belirtilmiştir.
Tunca vd. (2021)	Ketence Gölü, Ekim 2016- Eylül 2017	Toplamda 93 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Fitoplanktona göre ötrofik özellik göstermektedir.
Erdoğan (2022)	Sücüllü ve Kozluçay Barajları 2022	Sücüllü ve Kozluçay Barajlarında sırasıyla 27 tür fitoplankton ve 24 tür zooplankton, 23 tür fitoplankton ve 17 tür zooplankton teşhis edilmiştir. Sücüllü Baraj Gölü'nün mezotrofik-ötrofik, Kozluçay Baraj Gölü'nün ise mezotrofik karakterde olduğu bildirilmiştir.
Çetin ve Demir (2023)	Aygır Gölü, Balık ve Boğa Gölü, Camlı ve Çakır Gölü, 2018 ve 2019	Toplamda 48 fitoplankton türü teşhis edilmiştir. Fitoplankton biyokütlesine göre göllerin ekolojik durumları çok iyi ve iyi arasında değişmektedir.

Naz ve Türkmen (2005), Gölbaşı Gölü (Hatay) fitoplanktonu mevsimsel dağılımını incelemiş, toplam 41 tür teşhis etmişlerdir. Çalışma dönemi sonunda Chrysophyta baskın grup olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar, Gölbaşı Gölü'nün fitoplankton açısından mezotrofik karakterde olduğunu bildirmiştir.

Çelik ve Ongun (2007) tarafından Manyas Gölü'nde göl girişlerindeki iki noktadan fitoplankton komünitelerinin mevsimsel dinamikleri ile su debisi, sıcaklık, toplam çözünmüş katı, (TDS) iletkenlik, bulanıklık, nitrat, amonyum, fosfat arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Sonuçlar, su debisi, bulanıklık, iletkenlik, TDS ve besin seviyelerinin, sığ hipertrofik göllerin girişlerinde önemli ölçüde farklı fitoplankton komünitelerinin gelişmesine yol açabileceğini göstermiştir.

Demir vd. (2007) tarafından Sarısu Göleti'nin besin düzeyinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada fitoplankton kompozisyonu ve sayısı, zooplankton bolluğu, su kalite parametreleri ve Kl-*a* belirlenerek gölette ötrofikasyon sürecinin olduğu ve besin durumunun artmaması için önlem alınması gerektiği belirtilmiştir.

Kaz Gölü'nün fitoplanktonunda Bacillariophyta (143), Chlorophyta (42), Cyanobacteria (17), Euglenophyta (12) olmak üzere toplam 214 tür belirlenmiştir. Plankton kompozisyonunda mevsimsel değişiklikler gözlenmiş olup gölün hafif alkali su özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir (Zaim 2007).

Kemer Baraj Gölü fitoplanktonunda yeşil algler baskın grup olarak belirlenmiş, sonbahar aylarında fitoplankton tür sayısı ve yoğunluğunun arttığı bildirilmiştir. Sonbahar aylarında (Eylül-Ekim) suyun yeşil bir renge bürünmesinin *Pediastrum simplex* var. *duodenarium* artışından kaynaklandığı belirtilmiştir (Özyalın ve Ustaoglu 2008).

Sömek ve Balık (2009) Karagöl'de fitoplanktonda toplam 88 tür teşhis etmişler ve Karagöl'ün fitoplanktona göre ötrofik karakterde olduğunu bildirmişlerdir.

Çaygören Baraj Gölü fitoplanktonu Sevindik (2010) tarafından araştırılmış, fitoplanktonda toplam 192 tür teşhis edilmiştir. Türlerin çoğu Türkiye'de geniş yayılım alanına sahipken bazı türlerin nadir olarak bulunduğu bildirilmiştir.

Beyşehir Gölü fitoplankton biyokütlesinin belirlendiği çalışmada toplam 119 tür teşhis edilmiştir. Kl-*a*, TP ve SD ortalamaları, pH, ÇO ve su sıcaklığı belirlenmiştir. Gölün besin

düzeyi ortalama fitoplankton biyokütlesine göre mezotrofik, ekolojik kalite durumu ise “iyi” olarak belirlenmiştir (Fakıoğlu ve Demir 2011).

Kıvrak (2011) tarafından Karamuk Gölü’nde fitoplankton komunitesi ve fitoplankton kompozisyonu incelenmiş, toplam 89 tür teşhis edilmiştir. Gölde ötrofik ve hipertrofik göllerde yaygın olarak bulunan türlerin baskın olduğu belirlenmiştir. Mayıs ayında Cyanobacteria’nın aşırı çoğalmasının gözlemlendiği bildirilmiştir. Gölde düşük SD ile fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına göre trofik durumun hipertrofik olduğu tespit edilmiştir.

Mamasın Baraj Gölü’nde gerçekleştirilen çalışmada Chlorophyta, Charophyta, Cyanobacteria, Euglenozoa ve Ochrophyta divizyolarından toplam 60 fitoplankton türü belirlenmiş ve Ochrophyta üyelerinin hakim organizma grubu olduğu bildirilmiştir (Atıcı ve Alaş 2012).

Şahin vd. (2013) tarafından Büyük Akgöl’de Mayıs 2003-Nisan 2004 tarihleri arasında fitoplankton kompozisyonu ve bazı su kalitesi parametreleri incelenmiş olup toplam 51 tür teşhis edilmiştir. Büyük Akgöl’de *Euglena rostrifera* L.P. Johnson kaydedilmiştir. Gölün fitoplankton kompozisyonu ve trofik seviyesine göre hipertrofik olarak tanımlanabileceği bildirilmiştir.

Çakmak Baraj Gölü fitoplanktonunda toplam 132 tür teşhis edilmiş, Ochrophyta divizyosu zengin tür çeşitliliğine sahip olmasına rağmen Chlorophyta divizyosunun populasyon büyüklüğünün daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Göl’de fitoplankton bolluğunun kış aylarında daha düşük iken yaz aylarında artış gösterdiği belirtilmiştir (Ersanlı ve Gönüloğlu 2014).

Kasaka (2014) tarafından Küçük Lota Gölü’nün fitoplankton komüniteleri ve bazı su kalitesi parametreleri incelenmiştir. Fitoplanktonda Bacillariophyta (%34,6), Chlorophyta (%32,7), Cyanobacteria (%19,3), Cryptophyta (%3,4), Euglenophyta (%3,4), Pyrrophyta (%5,9) ve Xanthophyta (%1,7) divizyolarına ait toplam 119 tür

belirlenmiştir. Küçük Lota Gölü'nde yıllık ortalama sıcaklık, ÇO, pH, toplam fosfat, nitrat, amonyak, silikat, kalsiyum, sülfat ve Kl-a ölçümleri yapılmış olup biyolojik ve kimyasal özellikleri bakımından gölün oligotrofik özellik gösterdiği bildirilmiştir.

Poyrazlar Gölü fitoplanktonunda toplam 120 tür belirlenmiş, Chlorophyta ve Ochrophyta divizyonlarının baskın olduğu, çoğu türün Türkiye'de geniş bir dağılıma sahipken bazılarının ise nadir bulunduğu bildirilmiştir (Sevindik vd. 2015).

Öterler vd. (2015) Gala Gölü'nde Mart 2004-Şubat 2005 tarihleri arasında fitoplankton ve su kalitesini incelemişlerdir. Çalışma süresince 47 tür ile Chlorophyta en fazla tür sayısına sahip divizyon olmuş ve diyatomekler ise hücre sayısı en yüksek grup olmuştur. Göl fitoplanktonunun mevsimsel değişimine bakıldığında genellikle Chlorophyta haziran ayında, Cyanophyta ise eylül ayında hakim divizyon olmuştur. Bu ayların dışında örnekleme periyodu boyunca diyatomekler gölde hakim organizmalar olarak belirlenmiştir. Gölde *Microcystis* sp. artışı olduğu gözlemlenmiştir.

Öterler (2015) Kadıköy Baraj Gölü'nde Haziran 2011-Mayıs 2012 tarihleri arasında Chlorophyta, Cyanophyta, Charophyta, Ochrophyta, Dinophyta ve Euglenophyta divizyonlarına ait olmak üzere toplam 74 fitoplankton türü belirlemiştir. Kadıköy Baraj Gölü'nde Chlorophyta üyelerinin genel olarak baskın olduğu tespit edilmiştir.

Nazik Gölü'nde fitoplanktonun mevsimsel değişiminin belirlenmesi amacıyla, Ocak 2014-Şubat 2015 tarihleri arasında Sönmez vd. (2015) tarafından su ve fitoplankton örnekleri mevsimsel olarak alınmıştır. Gölde toplam 57 fitoplankton türü tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, gölün su kalitesi YSKYY'ye göre I. Sınıf olarak bildirilmiştir.

Eğirdir Gölü'nde yapılan bir çalışmada toplam 104 fitoplankton türü belirlenmiştir. Fitoplankton florasının divizyonlara göre dağılımı incelendiğinde Bacillariophyta (%41) baskın olurken bunu Chlorophyta (%19), Charophyta (%17), izlemiştir. Gölün fitoplankton dağılımı, Kl-a ve SD'ye göre oligotrofik özellikte olduğu bildirilmiştir (Coşkun ve Ertan 2016).

Dalkıran vd. (2016) tarafından Uluabat Gölü'nde Mart 2006-Ocak 2007 yılları arasında toplam 169 tür tespit edilmiştir. Gölde fitoplankton tür kompozisyonunun azaldığı gözlemlenmiş, fitoplanktonun zamansal-yersel değişimlerini etkileyen en önemli fizikokimyasal parametreler belirlenmiştir.

Abant Gölü'nde yürütülen bir çalışmada fitoplankton ve epifitik diyatome komünitelerine göre ekolojik durum belirlenmiştir. Abant Gölü fitoplanktonunda ise 65 tür teşhis edilmiş, CCA sonuçları bazı besin maddelerinin türler üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Gölün su kalitesi YSKYY'ye göre I. sınıf olarak belirlenmiştir. Q ve PTI indeksleri ile gölün ekolojik durumu iyi (II. sınıf) olarak tahmin edilmiştir (Coşkun 2017).

Yılmaz (2017) tarafından Elmalı Baraj Gölü fitoplanktonunda toplam 31 tür teşhis edilmiştir. Tür çeşitliliği bakımından fitoplanktonda diyatome, yeşil algler ve euglenofitlerin bulunduğu belirtilmiştir. Mezotrofik ve ötrofik türlerin varlığı sebebiyle gölün ötrofik özellik göstermeye yaklaştığı sonucuna varılmıştır.

Topçam Baraj Gölü'nde Ochrophyta (25), Chlorophyta (11), Cyanophyta (9), Euglenophyta (4), Dinophyta (2) ve Chrysophyta (2)'dan toplam 53 tür tespit edilmiştir. En bol bulunan taksonlar *Microcystis aeruginosa*, *Scenedesmus acuminatus*, *Scenedesmus bijugus* ve *Cyclotella distinguenda* olarak bildirilmiştir. Gölün fiziksel ve kimyasal özelliklerden pH ve EC'ye göre I. sınıf, çözünmüş oksijene göre II. sınıf su kalitesi özelliği gösterdiği tespit edilmiştir (Atıcı 2021).

Tunca vd. (2021) tarafından Ketence Gölü'nde nitrit, nitrat, silikat, toplam fosfor derişimi, ile sıcaklık, EC, SD ve organik maddenin fitoplankton komünitelerinin dağılımı üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir. Gölde bulunan Euglenozoa türleri varlığının gölün ötrofik özellikte olduğuna işaret ettiği belirtilmiştir.

Erdoğan (2022) Sücüllü Baraj Gölü'nde fitoplanktonda 27 tür ve zooplanktonda 24 tür, Kozluçay Baraj Gölü'nde ise fitoplanktonda 23 tür ve zooplanktonda ise 17 tür

belirlemiştir. Göllerin her ikisinde de fitoplanktonda Bacillariophyta, zooplanktonda Rotifera baskın gruplar olarak belirlenmiştir.

Çetin ve Demir (2023) tarafından Aras (Aygır Gölü), Çoruh (Balık ve Boğa Gölü) ve Doğu Karadeniz (Camlı ve Çakır Gölü) havzalarında, 2100 metrenin üzerinde yer alan doğal göllerde fitoplanktona ilişkin 48 tür bulunmuştur. Göllerin ekolojik durumlarının değerlendirilmesinde TN, TP ile fitoplankton biyokütlesinin ilişkileri incelenmiştir. Fitoplankton biyokütlesi değerleri TN, TP derişimi ile benzerlik göstermiş ve Balık (1,92 mm³/l), Boğa (1,44 mm³/l) ve Aygır (1,34 mm³/l) göllerinde yüksek çıkarken Camlı (0,21 mm³/l) ve Çakır (0,25 mm³/l) göllerinde düşük bulunmuştur. Fitoplankton biyokütlesi açısından göllerin ekolojik durumu tahmin edilmiştir.

2.3 Hidromorfolojik İzleme Çalışmaları

2.3.1 Hidromorfolojik izleme

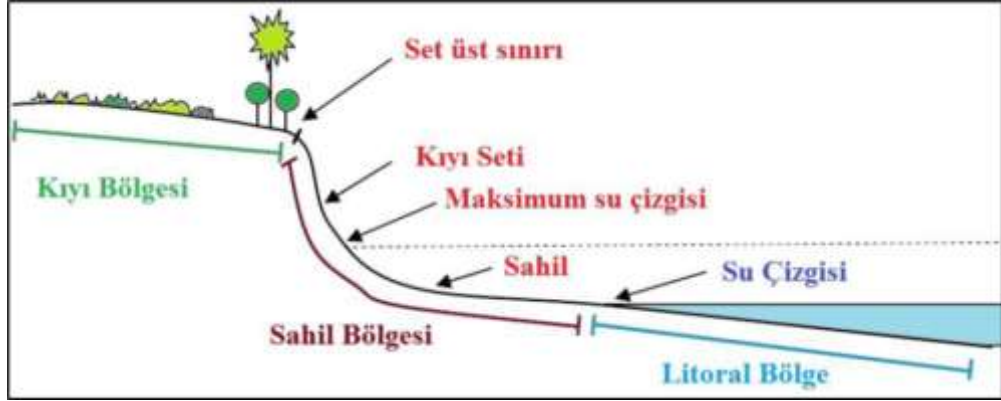
Hidromorfoloji; tatlı su ekosistemlerinin yönetimi ve restorasyonu kapsamında değerlendirilen, hidrojik süreçlerle jeomorfolojik özellikleri bir araya getiren bir kavramdır. Son yıllarda tarım ve sanayi faaliyetlerinin artması, su tüketiminin hızla yükselmesi ve hidroelektrik enerji üretimi gibi amaçlarla gerçekleştirilen insan kaynaklı müdahaleler, göl sistemlerinde önemli ölçüde hidromorfolojik değişimlere neden olmaktadır (Lawniczak vd. 2011; Kemp ve Sandin 2022). Özellikle, sığ göllerde çevresel değişikliklere daha duyarlı olduğundan morfometrik özelliklerde önemli değişiklikler görülmektedir (Lawniczak vd. 2011). Antropojenik baskılar neticesinde su seviyesinde meydana gelen değişimler, göl ekosistemlerinin yapısal ve işlevsel bileşenlerini doğrudan etkilemektedir. Örneğin, bir gölün su seviyesinin düşmesi sonucunda, kıyı bölgelerindeki bitki örtüsünde azalmalar görülebilirken su seviyesindeki artış kıyı bölgelerinde yeni bitki türlerinin gelişmesine, göl ekosisteminin yapısal ve işlevsel olarak değişikliklerin ortaya çıkmasına sebep olabilir (Lawniczak vd. 2011, Poikane vd. 2020).

2000 yılında yürürlüğe giren Avrupa Birliği SÇD'ye göre üye ülkelerin “iyi kimyasal durum” ve “iyi ekolojik durum”a ulaşmasında yerüstü sularının biyolojik, fizikokimyasal ve hidromorfolojik olarak izlenerek ve değerlendirilmesi gerekmektedir (SÇD, 2000; Meier vd., 2013, Azlak vd. 2017). SÇD'ye göre yerüstü sularının ekolojik durumu biyolojik kalite bileşenleri ile birlikte hidromorfolojik ve fizikokimyasal kalite elementleri kullanılarak belirlenmelidir (SÇD 2000, Azlak 2015, Poikane vd. 2020).

Yerüstü su kütlelerinin hidromorfolojik durumunun değerlendirilmesinde hidrolojik özellikler, fiziksel-morfolojik yapılar (ripariyen/taşkın düzlükleri dahil) ve jeomorfolojik süreçler temel olarak dikkate alınan bileşenlerdir. Bu bileşenler, sucul habitatın fiziksel bütünlüğünü belirleyen ana unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Ancak hem göllerde hem de nehirlerde hidromorfolojik değişimlerin ekosistem üzerindeki etkilerini doğrudan yansıtan biyolojik göstergeleri tanımlamak ve güvenilir biçimde kullanmak oldukça güçtür (Kemp ve Sandin 2022).

Hidromorfolojik izleme, su kütlelerinde değişimlere sebep olan değerlendirmeleri kapsamaktadır (Anonim 2021b). Bu tür izleme çalışmaları, özellikle insan kaynaklı baskıların su ekosistemlerindeki etkilerini anlamak ve sürdürülebilir yönetim kararları geliştirmek açısından kritik bir öneme sahiptir.

Göllerde yapılacak çalışmalarda öncelikle çalışma alanı tanımlanmalıdır. Göllerde hidromorfolojik çalışmalar göl havzası boyutu ile göl ve gölün etrafında yapılan SÇD'de verilen morfolojik koşullar kapsamında yapılan izleme ve değerlendirme çalışmaları olmak üzere iki aşamda yürütülmektedir (SÇD 2000, Azlak 2015). Göl hidromorfolojisi çalışmalarının yapılacağı alanla ilgili çalışmaların yürütüleceği alanla ilgili tanımlamalar Şekil 2.1 ve Şekil 2.2'de verilmektedir.



Şekil 2.1 Göllerde çalışma alanına ilişkin tanımlar (Rowan vd. 2004, Azlak 2015)

SÇD'ye göre göl ekosistemlerinin hidromorfolojik durumunun izlenmesi ve değerlendirilmesine yönelik çalışmalarda belirli temel parametrelerin dikkate alınması gerekmektedir. Bu kapsamda kullanılacak izleme bileşenleri, SÇD ve ilgili ulusal düzenlemelerde tanımlanmıştır (SÇD 2000, Azlak 2015, RG 2023). Göl hidromorfolojisi hidrolojik rejim, morfolojik koşullar olmak üzere iki temel parametreye dayanmaktadır (Azlak 2015). Hidrolojik rejim suyun miktarı, yenilenme süresi ve yeraltı suyu bağlantısını kapsar. Morfolojik koşullar ise gölün derinlik, yüzey alanı, hacim, dip materyali ve miktarına göre değerlendirilir. Ayrıca göl kıyısının uzunluğu, kıyı tipi, bitki örtüsü ve kıyı seti özellikleri de göl morfolojisinin önemli bileşenleridir. Bu parametreler, gölün fiziksel yapısını ve bu yapının ekosistem üzerindeki etkilerini bütüncül biçimde değerlendirme olanağı sunmaktadır.



Şekil 2.2 Göllerde çalışma alanına ilişkin tanımların açıklamaları (Rowan vd. 2004, Azlak 2015)

Yerüstü sularında hidromorfolojik kalitenin izlenmesine ilişkin esasların belirlenerek izleme çalışmalarında standardizasyonun sağlanması su kaynaklarında ekolojik durumun ortaya konmasında bütüncül bakış açısının sağlanması için oldukça önemlidir. Su kütlelerinde yürütülen arazi çalışmaları sırasında biyolojik ve kimyasal izleme çalışmaları ile eş zamanlı olarak, aynı alan veya temsil eden yakın alanlarda hidromorfolojik izleme de yapılmaktadır. Bu çalışmalarda, göl kütlesine ait hidrolojik rejim ve morfolojik özellikleri yansıtan temel parametreler izlenerek, su kütlesinin fiziksel durumu ortaya konulmaktadır.

Türkiye’de Hidromorfolojik İzleme Tebliği (RG 2023) kapsamında hidromorfolojik durum belirleme çalışmaları yürütülmektedir. Göllerde hidromorfolojik izleme alanı yüzey alanı büyüklüğü dikkate alınarak belirlenmektedir. Bu çalışmaların yılda minimum iki kez (ilkbahar ve sonbahar) gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Anonim 2021a).

Tatlı su kaynaklarının etkin yönetimi ve ekosistem temelli restorasyon uygulamaları açısından, hidromorfolojik faktörlerin nehir ve göl sistemleri üzerindeki etkilerinin ve bu faktörler arasındaki etkileşimlerin bütüncül biçimde anlaşılması büyük önem taşımaktadır (Kemp ve Sandin 2022).

2.3.2 Göllerde yapılan hidromorfolojik izleme çalışmaları

Tatlı su ekosistemleri üzerinde fiziksel ve hidrolojik değişimlere sebep olan insani faaliyetler ile etkilerini değerlendirmek için bir dizi kavramsal çerçeve geliştirilmiştir. Bu maksatla sucul ekosistemler üzerinde meydana gelen değişimlerin izlenmesinde birçok kılavuz bulunmakla birlikte son on yılda özellikle nehir restorasyonu ve yönetimine yönelik yapılan yatırımlar, genel olarak habitat kalitesi, ekosistem fonksiyonu ve biyolojik çeşitlilikteki bozulmaları durduramamıştır. Hidromorfolojik faktörler ve insan kaynaklı değişiklikler nehirler ve göller üzerinde güçlü etkilere sahip olduğundan, bu değişkenlerin ve etkileşimlerinin anlaşılması tatlı su yönetimi ve restorasyonunda hayati öneme sahiptir (Kemp ve Sandin 2022).

Avrupa, yoğun nüfuslu bölgelerde birçok göle ev sahipliği yapmaktadır. Örneğin, Almanya'da, yapılan bir çalışmada, göl kıyılarında veya havzadan gelen önemli insan baskıları listelenmiş ve bu baskılardan kaynaklanan etkiler açıklanmıştır. Örnek olarak, Constance Gölü'ndeki ötrofikasyon, morfolojik değişiklikler, hidrolojik değişiklikler gösterilmiştir. Genel olarak, bu baskıların çoğu, gölün hidrolojik rejimindeki değişikliklerle ve/veya kıyı bölgesinin morfolojik değişiklikleriyle ilişkili bulunmuştur (Ostendorp vd. 2004).

Rowan vd. (2006a) hidromorfolojik değerlendirme, belirlenmiş alanların izlenmesi, çevresel etki değerlendirmeleri ve restorasyon programları için kullanılabilecek bir Göl Habitatı İncelemesi (GHİ) metodolojisinin geliştirilmesi üzerinde çalışmıştır. Çalışma, birden fazla noktada kıyı özelliklerinin kaydedilmesini, tüm göl için bir orta ölçekli inceleme yapılmasını ve sıcaklık ile ÇO profillerinin derlenmesini içermektedir. Çalışmada GHİ aracılığıyla toplanan verilerin, bir Göl Habitatı Modifikasyon Skoru (GHMS) hesaplamak ve göllerin ekolojik durumunu değerlendirmek için kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Lawniczak vd. (2011) 1940-2008 yılları arasında göllerden su kaybının hızını ve miktarını tahmin etmek ve gelecek yıllarda olası değişiklikleri belirlemek üzere göl yüzeyi ve su hacmi üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Araştırma, Polonya'da yer alan

Niepruszewskie ve Tomickie Göllerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma, topografik haritalar, hava fotoğrafları, GPS ölçümleri batimetrik ve morfometrik ölçümlerden elde edilen verilerle göllerin morfometrisinin detaylı bir analizini içermektedir. Göllerde su birikiminin artması, göl alanını arttırmış ancak organik madde çökmesini hızlandırarak gölün sığlaşmasına neden olmuştur. Niepruszewskie Gölü'nün alanı yaklaşık olarak %9 oranında küçülmüştür ve bu küçülmenin doğrudan görülmeyen ancak gölün alanının küçülmesinden üç kat daha hızlı olan bir sığlaşma oranı ile ilişkili olduğu belirtilmiştir.

Lake-MImAS (Morfolojik Etki Değerlendirme Sistemi), SÇD gereğince tüm yüzey sularını sınıflandırmak ve 2015 yılına kadar iyi ekolojik durum sağlamak üzere geliştirilen, her ortama uygun bir hidromorfolojik sınıflandırma ve karar destek aracıdır (Rowan 2012). Lake-MImAS, hidromorfolojik baskıların ekolojik olarak önemli göl özellikleri ve ilişkili süreçler üzerindeki etkisini değerlendirmektedir. Uzman görüşü tarafından desteklenen bu araç, SÇD'nin yüksek ekolojik durumu ile doğrudan uyumludur ve referans koşulları tanımlamanın temelini oluşturur (Rowan 2012).

Jusik ve Maciol (2014) göllerde litoral bölgedeki hidromorfolojik değişikliklerin makrofitlerin varlığı ve nicel çeşitliliği üzerindeki etkisini incelemiştir. Hidromorfoloji üzerine yapılan çalışmalar, Göl Habitatı İncelemesi (GHİ) yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, göl hidromorfolojik değişimlerinin makrofitlerin varlığı ve nicel çeşitliliği etkileyen önemli bir ekolojik faktör olduğunu göstermiştir. Çalışılan göllerdeki değişimlerin çoğunlukla rekreasyonel kullanımdan kaynaklandığı belirtilmiştir.

Dalu vd. (2016) antropojenik faaliyetlerin etkisi altında olan Zimbabve'deki Cleveland ve Chivero rezervuarında Göl Habitat İncelemesi (GHİ) protokolünü test etmiştir. Göl Habitat Kalite Değerlendirmesi (GHKD) ve Göl Habitat Modifikasyon Skoru (GHMS), rezervuarların habitat kalitesini ve antropojenik etkinin büyüklüğünü değerlendirmek için kullanılmıştır. Sonuçlar, Cleveland Rezervuarının artan antropojenik baskı altında olduğunu göstermiştir. İki rezervuar arasında makrofit türü ve kıyı/riparyan baskılarının sayısında önemli farklılıklar bulunmuştur. Sonuç olarak GHİ'nin tropikal sistemlerde göl

hidromorfolojik değerlendirmelerinin kalitesini ve güvenilirliğini artıracabileceği ve karar alma sürecini destekleyebileceği ifade edilmiştir.

Latinopoulos vd. (2018a) SD gereği hidromorfolojik baskı değerlendirmesinin gerekliliğine vurgu yapmış, büyük ölçüde değiştirilmiş su kütleleri (BDSK'ler) için habitat değişimi ve doğal kayıp miktarının maksimum ekolojik potansiyel belirleme açısından öneminden bahsetmiştir. Çalışmada Yunanistan'da Gl Habitatı İncelemesi (GHİ) ilk kez iki doğal sığ gölde test edilmiş ve habitat modifikasyonu ile hidromorfolojik değişikliğin boyutunu tahmin etmek için kullanılmıştır. Araştırmada, her iki gln de karakter açısından önemli ölçüde değiştiği, birden fazla baskı altında olduğu ve bozulmuş kıyılarla birlikte kalitesi bozulmuş habitatları barındırdığı bulunmuştur. GHİ yönteminin hidromorfolojik değerlendirme için kolayca uygulanabilir ve kullanışlı bir araç olduğu ve SD için bir tarama aracı olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Latinopoulos vd. (2018b) Yunanistan'da "Gl Habitatı Kalite Değerlendirmesi", "Gl Habitatı Modifikasyon" ve "Gl Morfolojisinin Değişimi" indekslerini incelemiş, göllerin bozulması ve habitat kalitesinin azalması gibi önemli değişimleri ortaya koymuştur. Bu alışma, gl ekosistemlerinin yapısını ve işlevini doğrudan etkileyen litoral bölge morfolojisinin önemini vurgulamıştır.

Hidromorfolojik alışmalar göllerin hidroloji ve morfolojisini değerlendirmek için kullanılmakta olup ulusal ve uluslararası yasal düzenlemeler kapsamında gereklidir. Avrupa Standardizasyon Komitesi (CEN) hidromorfolojik izleme için iki protokol geliştirmiştir. İlk standart (EN 16039), gl hidromorfolojisini değerlendirmek için altı kategori belirler: hidrolik, morfometri, yatak formu/arazi formu ve altlık, bağlantı ve srekliyet ve arazi rts. İkinci standart (EN 16870), gl hidromorfolojisinin değişim derecesini değerlendirmek için bir puanlama sistemi belirler; bu sistem, yedi Avrupa ülkesindeki 127 glden elde edilen verilerle tasarlanmış, test edilmiş ve iyileştirilmiştir. CEN standartları, kıyısal, sahil, littoral ve açık su olmak üzere dört gl bölgesine odaklanmaktadır, ancak göllerin daha geniş havza bağlamı içinde ele alınmasının önemini de kabul etmektedir. Alan teknikleri büyük ölçüde mevcut veri tabanları, haritalar ve uzaktan algılama verileri ile Gl Habitat İncelemesi (GHİ)'ne dayanmaktadır. Bu

standartlar, sadece SCD kapsamında gölleri izlemek için değil, aynı zamanda göl koruma programlarına katkıda bulunmak için de oldukça önemlidir. Boon vd. (2019) Avrupa’da uygulanan yaklaşımın, birçok ülkede verilerin karşılaştırılabilirliğini artıracığı, elde edilen izleme sonuçlarının göl hidromorfolojik durumunu ve biyolojik toplulukları iyileştirmek için tedbir alınmasını sağlayacağı bildirilmiştir.

Opiyo vd. (2019) antropojenik baskının ve iklim değişikliğinin artan etkileriyle karşı karşıya kalan tropikal alkali bir gölün habitat kalitesini değerlendirmek için Göl Habitat İncelemesi (GHİ) protokolünü uygulamıştır. Simbi Gölü için hesaplanan Göl Habitat Kalite Değerlendirmesi (GHKD) ve Göl Habitat Modifikasyon Skoru (GHMS) gibi GHİ ölçütlerine göre, gölün fiziksel habitat kalitesinin orta olduğu, hidromorfolojisinin ise orta derecede değiştirildiği belirtilmiştir. Sonuç olarak çalışmada GHİ’nin su kütlelerinin ekolojik durumunu izlemede etkili bir yöntem olduğu, Kenya ve tropik bölgelerde standart bir göl çevresel değerlendirme aracı olarak kullanılmaya uygun olduğu belirtilmiştir.

Kutyła vd. (2021), Polonya Gölleri için Göl Habitatı İncelemesi indeksi (GHİ)-PL geliştirmiştir. Yöntem, göllerin morfolojik özelliklerinin ve antropojenik baskıların değerlendirilmesini içermektedir. Alan çalışmasında toplanan verilerle, Polonya Gölleri için Göl Habitatı Modifikasyon Skoru (GHMS_PL) olarak adlandırılan bir indeksi de geliştirilmiştir.

Kutyła vd. (2025) Polonya'daki ova göllerinin ekolojik durumu üzerinde hidromorfolojik baskıların etkilerini makrofit ve fitoplanktonu kullanarak araştırmıştır. Çalışmada, 30 gölden toplanan biyolojik, hidromorfolojik ve fizikokimyasal veriler kullanılmış, biyolojik ve fizikokimyasal indeksler hidromorfolojik indeks LHMS_PL ile önemli ölçüde ilişkili bulunmuştur. Hidromorfolojik baskıların fitoplankton kullanılarak değerlendirilen ekolojik durum üzerinde doğrudan bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Sonuçlar, göllerde hidromorfolojik değişikliklerin genellikle artan besin konsantrasyonlarıyla ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, fiziksel değişikliklerin göl biyolojik komünitelerini yalnızca doğrudan değil, ekosistemin doğal tamponlama

kapasitesini azaltarak dolaylı olarak da etkileyebileceğini ve böylece ötrofikasyon sürecini teşvik edebileceğini göstermiştir.

2.4 Mogan Gölünde Yürütülen Çalışmalar

TP ve Kl-a konsantrasyonlarına dayalı olarak Mogan Gölü'nde yapılan bir çalışmada (1992-1994 arası), gölün mezotrofik ve besin zenginleşmesinin olduğu belirtilmiştir (Pulatsü ve Aydın 1997). Fosfor bütçesi analizi, aşırı fosfor girdilerini vurgulayarak göldeki fosfor yükünün yönetilmesinin önemini ortaya koymuştur. Çalışma, Mogan Gölü'ndeki TP konsantrasyonunun, Dillon-Rigler modeline göre TP yükü, ortalama derinlik ve fosfor tutma katsayısı gibi faktörler ile tahmin edilebileceğini göstermiştir. Çalışmada, Mogan Gölü'nün su kalitesini hem rekreasyonel hem de çevresel amaçlarla korumak ve iyileştirmek için besin girdilerinin, özellikle de fosforun izlenmesi ve yönetilmesinin önemi vurgulanmıştır.

Burnak ve Beklioğlu (2000), Mogan Gölü'nün su kimyası ve zooplankton topluluğunu incelemiştir. Göl havzasında bulunan küçük ölçekli endüstriler, tarım faaliyetleri, Gölbaşı belediyesinin arıtılmamış atık su deşarjı ve rekreasyonel etkinliklerin, göldeki Toplam İnorganik Azot (DIN) ve TP yükünü arttırdığı sonucuna varılmıştır. Ancak, gölün güney ucunda bulunan Çölovası veya Çökek Bataklığı gibi alanların, besin maddelerini tutma rolü oynadığı ve bu nedenle, göldeki DIN ve TP konsantrasyonlarının, girişlerden önemli ölçüde düşük olduğu belirlenmiştir. Mogan Gölü, makrofitlerin hakim olduğu, düşük TP ve Kl-a konsantrasyonlarına sahip, çok yüksek SD (gölün dibine kadar görülebilen derinlik) olan ve neredeyse tüm gölü kaplayan su içi bitkilerle karakterize edilen berrak bir su durumundadır. Çalışmada su içi bitkilerin ve epifitlerin besin alımının, gölün fitoplankton biyokütlesini baskıladığını ve tampon mekanizması olarak işlev gördüğünü bildirmişlerdir.

Akbulut ve Akbulut (2002) tarafından sığ bir alüvyal göl olan Mogan Gölü'nün trofik durumu, planktonik organizmaların komünite yapısı ve mevsimsel dağılımı değerlendirilmiştir. Fitoplanktonda Bacillariophyta baskın olup bunu Chlorophyta,

Cyanobacteria, Cryptophyta, Euglenophyta ve Dinophyta izlemiştir. Fitoplanktonda 90 tür, zooplanktonda ise toplam 30 tür tespit edilmiştir.

Karabacak (2003) Mogan Gölü'ne yönelik dış kaynaklı besin girdisini azaltma çabaları kapsamında, toplam inorganik azot derişiminin yüksek olduğu belirtilerek dış kaynaklı kirlilik yükünü azaltmak için ek önlemler alınması gerektiği ve bu önlemlerin göl üzerindeki etkilerinin izlenmesinin önemi vurgulanmıştır.

Karakoç vd. (2003) Mogan ve Eymir Göllerinin durumunu ortaya koymak amacıyla gölü besleyen derelerde 6 izleme istasyonu seçmiştir. Genel olarak, yaz aylarında daha yüksek kirlilik yükleri gözlenmiş, Mogan Gölü'nden gelen akış nedeniyle Eymir Gölü'ndeki kirleticilerin yoğunlaştığı bildirilmiştir. 1995'teki çalışmayla karşılaştırıldığında; KOİ, TP ve Kjeldahl-N benzer seviyede olduğu veya çok az azaldığı belirtilmiştir. Erozyon kontrol önlemleri ve evsel atık suyunun azalması nedeniyle askıda katı maddenin önemli ölçüde azaldığı belirtilmiştir. Göllerin kirlilik durumundaki iyileşme, Mogan Gölü'nün etrafından dolaşan ve atık su deşarjlarını toplayan kanalizasyon sisteminin inşa edilmesine ve arazi kullanım planı ile göllerin etrafındaki kentsel yerleşim gelişimine getirilen kısıtlamalara bağlanmaktadır.

Mogan Gölü'ne ulaşan TP yükünü belirlemek amacıyla gölü besleyen derelerden örneklemeler yapılmış, TP yükü, doğal ve yapay fosfor yüklerinin toplamı olarak hesaplanmıştır. Göle ilişkin TP yükünün kritik fosfor yükleme değerinden oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda dış kaynaklı fosfor girdilerini azaltmaya yönelik ek tedbirlerin alınması gerektiği belirtilmiştir (Fakıoğlu ve Pulatsü 2005).

Mogan Gölü'ndeki zooplankton komünitesinde roiferler %91,1 oranında hakimken, bunu Copepoda (%7,7) ve Cladocera (%1,2) izlemiştir. Mogan Gölü'nde ötrofikasyon sonucunda zooplankton kompozisyonunun 1970'lerden bu yana önemli ölçüde değiştiği belirlenmiştir (Altındağ vd. 2007).

Mangıt (2007) Mogan Gölü'nde trofik durumdaki değişimi izlemiştir. Gölün baskın zooplankton ve zoobentos türleri ile su kalitesi ve K1-a derişimi belirlenmiştir. Değerlendirmeye göre gölün trofik durumu hipertrofik eğilimli ötrofik olarak bildirilmiştir.

Manav ve Yerli (2008) Aralık 2001-Ocak 2003 tarihleri arasında Mogan Gölü'nün trofik durumunu değerlendirmek amacıyla toplanan verileri kullanarak gölün trofik durumu, mezotrofik/ötrofik olarak değerlendirilmiştir.

Pulatsü vd. (2008) tarafından, Mogan Gölü'nde makrofitlerin baskın olduğu, berrak su durumunda litoral sedimentin TP ve fosfor fraksiyonlarının dikey dağılımları ile demir ve organik madde derişimi incelenmiştir. Ayrıca, sedimentte bentik makroomurgasızlar ve toplam bakteri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, Mogan Gölü yönetiminin optimize edilmesi ve devam eden dış kaynaklı fosfor yükü sonrasında berrak su durumunun ne kadar süreceğinin belirlenmesi için göl sedimentinin uzun vadeli değişikliklerinin izlenmesinin önemi vurgulanmıştır.

Atıcı vd. (2010) tarafından Çevre Koruma statüsüne sahip iki sığ göl olan Beyşehir ve Mogan Göllerinde yapılan çalışmada baskın alg ve zooplankton grupları tespit edilmiş ve göllerin ağır metal konsantrasyonu incelenmiştir. Mogan Gölü'nde fitoplanktonunda çeşitli türler tespit edilmiştir. Beyşehir ve Mogan Göllerinin su ve planktonunda ağır metallerin birikimi mevsimsel olarak incelenmiştir. Planktonda tüm ağır metallerin suya göre daha yüksek konsantrasyonları kaydedilmiştir. Ayrıca ağır metallerin konsantrasyonunun mevsimsel olarak değiştiği tespit edilmiştir.

Yerli vd. (2012) Mogan Gölü'nde fitoplanktonun komünite yapısı, K1-a ve bazı fiziko-kimyasal özelliklerindeki mevsimsel değişimleri incelemiştir. Toplanan veriler geçmiş ve yeni çalışmalarda elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır. Gölde nütrient konsantrasyonlarının son yıllarda göle evsel atıksuların girmesiyle arttığı gözlenmiştir. Gölün fitoplankton komünitesi, ötrofik göller için karakteristik olan alg patlamaları ile K1-a derişimi trofik seviyenin ötrofik olduğuna işaret etmektedir.

Mogan Gölü ile Abant, Karagöl ve Poyrazlar Göllerinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik verilere Kümeleme Analizi uygulanmış ve aynı biyotik indeksler kullanılarak göllerin kirlilik seviyeleri belirlenmiştir. Abiyotik verilere göre, Mogan Gölü'nün incelenen limnolojik parametrelerin hemen hemen tamamında I. ila II. Sınıf su kalitesi özelliği gösterdiği belirlenmiştir. Alg Türleri Kirlilik İndeksi sonuçlarına göre belirlenen alg türleri açısından besin seviyesi en yüksek göl Mogan Gölü olmuştur (Atıcı ve Tokatlı 2014).

Demir vd. (2014) Mogan Gölü'nün fitoplankton fonksiyonel gruplarına dayalı Q fitoplankton topluluk indeksini hesaplamış ve 2006 yılı için kalite durumunu araştırmıştır. Fitoplankton, fiziksel (su sıcaklığı, SD, pH, iletkenlik) ve kimyasal (çözünmüş oksijen, Kl-a, alkalinite, toplam sertlik, çözünür reaktif fosfor, TP, NO₂-N, NO₃-N, NH₃-N) parametreler incelenmiştir. Q indeksi, fiziksel ve kimyasal parametrelerdeki mevsimsel değişiklikleri yansıtmış ve Mogan Gölü için orta ekolojik durum göstermiştir. Araştırmada fitoplankton biyokütlesi 0,75-10,12 mg/l arasında değişmiş, Q indeksi, Kl-a, TP ve SD ile benzer bir ekolojik durum göstermiştir. Çalışma süresince, 12 fonksiyonel gruba ait toplam 76 fitoplankton türü belirlenmiştir. Baskın fonksiyonel grupların mevsimlere bağlı olarak sıralı değişimi; **X2**, **Lo**, **F**, **S1**, **M** ve **F** şeklinde bulunmuştur.

Şanal vd. (2015) tarafından, Mogan Gölü'nde on yılda ekolojik kalitedeki değişikliklerin tahmin edilmesinde sucul makrofitler kullanılmıştır. Gölde makrofitlere göre ekolojik kalite 2003 ve 2013 yıllarında karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve gölün on yıl içinde makrofitlere bağlı olarak orta ekolojik durumdan kötüye doğru değiştiği tespit edilmiştir.

Mogan Gölü, yoğun kentsel-endüstriyel kirliliğin baskısı altındadır, bu nedenle zaman zaman makrofit hasadı, suyunun iyileştirilmesini hızlandırmak için akan suyun göle yönlendirilmesi ve dip taraması gibi bazı yönetim stratejileri 1995 yılından beri devam etmektedir. Topçu ve Pulatsü (2017), tarafından yapılan çalışmada, gölden 2015 ile 2016'da sediment ve üstü su örnekleri alınmıştır. Çalışmada, sediment kimyasal bileşimi ve fosfor hareketliliği incelenmiş gölde ötrofikasyonunun mevcut durumu ortaya konmuştur. Çalışmaya göre gölde fosfor salınımı son on yılda artmıştır, ancak Mogan Gölü'ndeki bazı yönetim faaliyetleriyle birlikte hala düşük bir seviyededir, bu nedenle

gelecekteki araştırmaların i fosfor kaynağı yerine dış kaynaklara odaklanması gerektiği vurgulanmıştır.

Batu ve Akbulut (2018) Beytepe Göleti, Mogan Gölü ve Delice Nehri'nde Cyanobacteria türlerini taksonomik olarak incelemiştir. Mogan Gölü'nden 22 tür, Beytepe Göleti'nden 19 tür ve Delice Nehri'nden 13 tür bulunmuş, *Planktolyngbya limnetica* ve *Aphanocapsa incerta* türleri Mogan Gölü'nde tüm aylarda sıkça gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda Mogan Gölü'nde tür çeşitliliği ve yoğunluğunun sonbahar ve yaz aylarında zengin olduğu bildirilmiştir.

şanal ve Demir (2018) tarafından Mogan Gölü'nün gölün ekolojik durumu epifitik diyatomelerle değerlendirilmiştir. Gölde toplam 61 epifitik diyatome türü tespit edilmiştir. Ortalama SD, K_{l-a} ve TP konsantrasyonlarına göre gölün ötrofik olduğu belirlenmiştir. Epifitik diyatomelere dayalı IDG, IPS, DESCY, WAT, IDP ve TDI endeksleri, orta ve kötü ekolojik kaliteyi göstermiştir. Göldeki ekolojik durumun izlenmesinde diyatome indekslerinden IDG ve IPS nerilmiştir. Kirliliğe toleranslı türlerin varlığı ve çoğu indeksin orta veya kötü ekolojik kaliteyi göstermesinin gölde organik madde artışı ve ötrofikasyonun artışına işaret ettiği bildirmiştir.

Mogan ve Eymir Gölleri, küresel ısınmaya duyarlı sığ sulak alanlardır. Apaydın ve Ocakoğlu (2020), 1800'lerden bu yana Mogan Gölü'nde bir dizi tam kuruma ve küçülme olayını belirlemiştir. Arşiv kayıtları, 1910, 1934 ve 1938'de en az üç krurma olayını ve daha sonra birçok ciddi küçülme olayını göstermiştir. Hidrolojik verilerin geriye dönük analizi, Mogan Gölü'nün insan müdahalesi olmasaydı 1974'te kuruyacağını, 2007-2008 ve 2017-2018 yıllarında önemli ölçüde küçüleceğini göstermiştir. Gl bütçesi analizi, her iki gölün su seviyesinin doğal deşarj nedeniyle bir haftadan kısa bir sürede eşik seviyesinin altına düşeceğini ve geri kalan hacminin ise 1 haftadan daha kısa sürede buharlaşacağını ortaya koymuştur. Bu durum, göllerin korunmasında regülatörlerin önemini vurgulamıştır. Meteorolojik ve gl bütçesi verileri, göller üzerindeki temel iklim tehdidinin, yüksek frekanslı yağış kıtlığı ve uzun vadeli güneşlenme artışı olduğunu göstermiştir.

Binici vd. (2021) Mogan Gölü'nde zaman zaman gerçekleştirilen sediment tarama faaliyetinin etkilerini incelemiştir. Elde edilen sonuçlar, gölde gerçekleştirilen sediment temizleme faaliyetlerinin göl için yeterince etkili olmadığını göstermiştir. Göl havzasındaki antropojenik kirleticilerin varlığı devam ettiği sürece, göl sedimentinin ağır metaller açısından rutin olarak izlenmesi gerektiği bildirilmiştir.

Ozdemir vd. (2024) Mogan Gölü'nün mevcut su kalitesini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Gölde 29 kirletici değişken hem yüzey suyu hem de dip çamurunda analiz edilmiştir. Ayrıca, gölü besleyen beş ana akarsudan alınan su örneklerinde 26 kirletici ölçülmüştür. Sonuçlar gölde önemli düzeyde organik kirliliğin yanı sıra hipertrofik koşulları gösteren yüksek azot seviyelerini ortaya koymuştur. Göl sedimentinde organik kirleticiler tespit edilmiştir.

Coşkun ve Demir (2025) Mogan Gölü'nde, 2022 ve 2023 yıllarında üç istasyondan mevsimsel olarak su örnekleri almış ve TP, TN, Kl-a ve SD parametrelerine göre gölün trofik durumunu değerlendirmiştir. Sonuçlar, Mogan Gölü'nün trofik durumunda mevsimsel olarak önemli değişiklikler olduğunu göstermiştir. Ağustos 2022'de, Kl-a ve TP seviyelerine göre göl, ötrofik bir durum sergilerken, su berraklığı ve TN değerleri hipertrofik bir duruma işaret etmiştir. Mayıs 2023'te, TP (79–92 µg/L) ve TN (3889–6014 µg/L) konsantrasyonlarının artması, göl üzerinde artan ötrofikasyon baskısını göstermiştir. Kl-a derişiminin istasyon ve mevsime göre değişiklik gösterdiği, mezotrofik ile ötrofik sınır değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çalışmada, su berraklığı ölçümleri ise artan besin maddesi ile ilişkili olarak azalan bir eğilim göstermiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Araştırma Yeri

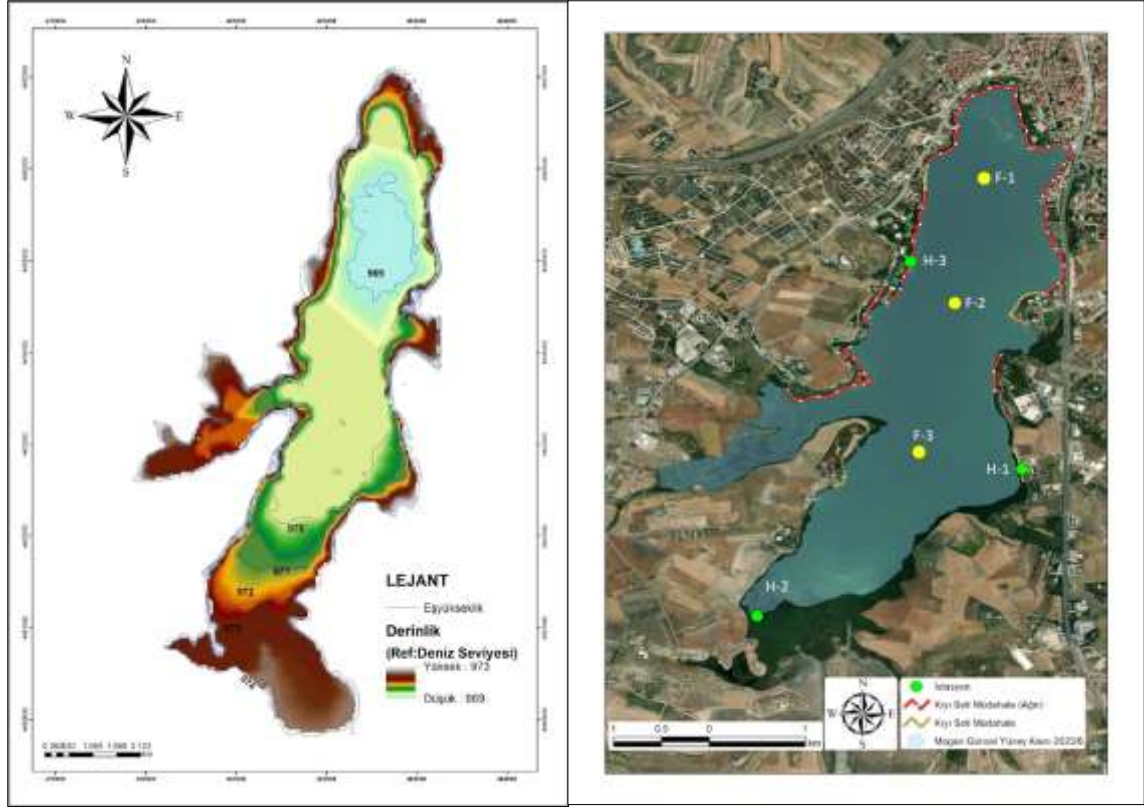
Mogan Gölü, Ankara sınırları içerisinde yer alan bir alüvyon set gölüdür. 980 m kotundaki gölün su hacmi yaklaşık 1,8 hm³, yüzey alanı yaklaşık 5,7 km² (550 ha) ve ortalama derinliği 2,43 m'dir. En derin yeri 4 m olan gölün çevresinin uzunluğu ise yaklaşık 16,1 km'dir (Anonim 1995, Demir vd. 2014).



Şekil 3.1 Mogan ve Eymir Gölleri drenaj havzası (Demir vd. 2014)

Mogan Gölü Eymir Gölü ile bağlantılı olduğundan aynı drenaj havzası içinde bulunmaktadır. Mogan ve Eymir Göllerinin doruk ağı ve akarsu rejimleri dikkate alınarak elde edilmiş yüzeysel drenaj alanı şekil 3.1'de gösterilmektedir. Her iki gölü içine alan drenaj alanı 988 km² (98800 ha) olarak belirlenmiştir. Mogan Gölü'ne ilişkin derinlik verisinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı programlar ile değerlendirilerek göle ait

sayısal derinlik modeli (batimetri haritası) elde edilmiştir (Şekil 3.2). Mogan Gölü'nde batimetri çalışmaları ve hesaplamaları sonucunda gölün su seviyesi 973 m olarak belirlenmiştir (Demir vd. 2014).



Şekil 3.2 Mogan Gölü batimetri haritası (Demir vd. 2014) ve istasyonların konumu

Mogan Gölü yaz aylarında genellikle kuruyan küçük derelerle beslenmekte olup, suyu kuzeydoğusunda bulunan regülatörle Eymir Gölü'ne akış göstermektedir. Güneyinde yaklaşık 750 hektarlık alana sahip olan sulak alanlar, çeşitli hayvan türlerine, özellikle kuşlara, yaşam alanı oluşturmaktadır. Mogan Gölü çevresinde geniş sazlıklar ve çok sayıda restoran bulunmaktadır. Göl suyu, Eymir Gölü'ne iletilmekte ve ardından Ankara Çayı'na ulaşmaktadır. Havza genelinde kuru tarım uygulamaları ve mera faaliyetleri yaygın olup, bölgede çeşitli sanayi tesisleri bulunmaktadır. Bu tesislerin tamamı Mogan Gölü'nü çevreleyen kuşaklama kolektörüne bağlı olmasına rağmen zaman zaman kontrolsüz deşarjların gerçekleştiği bildirilmiştir (Fakıoğlu ve Pulatsü 2005, Yagbasan ve Yazıcıgil 2009, Karaaslan vd. 2010, Velioğlu 2013, Şanal 2016).

Hassas ekosistemleriyle sulak alanlar, su rejimlerini düzenlemede ve özellikle su habitatlarıyla ilişkili olan çeşitli bitki ve hayvan topluluklarını desteklemede önemli bir rol oynamaktadır. Mogan-Eymir Gölleri ve çevresindeki sulak ve bataklık alanlar, yoğun kentsel-endüstriyel kirlilik baskısı altında olduğundan ekolojik ve rekreasyonel önemleri göz önüne alınarak, "Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi" olarak belirlenmiştir (Anonim 2024a). Bölgede, karakteristik bozkır bitki örtüsü gözlenmektedir. Yaz aylarında yüksek sıcaklıklar ve kurak hava hakimken, kışları soğuk ve yağış azlığı dikkat çeker. Ortalama yıllık yağış miktarı yaklaşık 500 mm civarındadır. En düşük ortalama sıcaklık değeri, Ocak-Şubat aylarında -5°C civarında seyrederken, en yüksek sıcaklıklar Temmuz-Ağustos aylarında 25°C civarında ölçülmektedir. Mogan Gölü'nü besleyen derelerin düşük eğimli alanlara ulaştığı ve Mogan-Eymir bağlantısını sağlayan alanda "Sulak-Bataklık Alanlar" gelişmiştir. Bölgedeki sulak ve bataklık alanlar hem su kaynağı sağlamaları hem de birincil üretimi desteklemeleri nedeniyle çok sayıda bitki ve hayvan türü için yaşamsal öneme sahiptir. Tür çeşitliliği bakımından zengin olan bu alanlar, ekolojik açıdan da kritik bir konumda olup barınma, üreme, konaklama amacıyla 227 kuş türüne ev sahipliği yapmaktadır ve Türkiye'de önemli kuş alanları arasında yer almaktadır (Anonim 2024a, Ozdemir vd. 2024).

Mogan Gölü'nü tehdit eden unsurlardan en önemlisi göle erozyonla taşınan sedimenttir. Bunun yanı sıra göl çevresindeki tesislerin foseptik sistemlere atıklarını sızdırması, sazlık alanların yakılması, kaçak avlanma ve sivrisinek kontrolünde bilinçsiz insektisit kullanımı, evsel, endüstriyel ve tarımsal atıkların gölü besleyen akarsularla birlikte taşınması gölün durumunu etkileyen önemli faktörlerdir (Fakıoğlu ve Pulatsü 2005). Mogan Gölü, Türkiye'de en çok araştırma yapılan göllerden birisidir. Ankara, Hacettepe, ODTÜ, Gazi, Dokuz Eylül, Osmangazi, İstanbul Teknik Üniversitesi gibi birçok üniversite ve kamu kurumları araştırmalar yapmış, detaylı raporlar yayınlanmıştır. Bu açıdan göl uzun dönemli değişimlerin incelenebileceği ve çok veri bulunan nadir göllerden biridir (Demir vd. 2014).

3.2 Araştırmada Kullanılan Araçlar

Araştırmada, aşağıda belirtilen araçlar ve kimyasallar kullanılmıştır:

- Hydrobios marka Ruttner su örnekleyicisi (2l),
- Kova, naylon torba, su numunesi şişeleri (500-1000 ml) ve fitoplankton örneklerinin muhafazası için numune kapları (200 ml),
- Fitoplankton örneklerinin korunması amacıyla Lugol çözeltisi,
- Hydrobios marka Secchi Diski (20 cm çaplı),
- 55 µm göz açıklığına sahip Hydrobios marka plankton kepçesi,
- Derinlik ölçer,
- Örneklem noktalarının konumlarının belirlenmesinde GPS,
- YSI marka Proplus20 Model multi parametre (ÇO, OD, su sıcaklığı, pH, TDS ve EC) cihazı,
- Shimadzu UV 1240 marka spektrofotometre cihazı,
- Whatman GF/C filtre kağıdı,

Fitoplankton örneklerinin teşhis ve sayımlarında ise aşağıdaki araçlar kullanılmıştır:

- Hydrobios marka, sayım çemberleri (5-10 ml hacim),
- 100x, 200x, 400x, 630x büyütme kapasitelerine sahip inverted ve binoküler mikroskoplar (Leica DM750, Leica DMIL)
- Leica Application Suite v4.8 yazılımıyla birlikte dijital fotoğraf çekebilen kameralı (Leica MFC170 HD) görüntüleme sistemi.

3.3 Arazi Çalışması

Araştırma Mogan Gölü'nde 2022-2023 yılı içerisinde mevsimsel (9 Ağustos 2022, 5 Kasım 2022, 25 Şubat 2023 ve 27 Mayıs 2023 tarihlerinde) olarak yapılmıştır. Mogan Gölü 500hektardan büyük olan göl grubuna dahil olduğundan fiziksel ve kimyasal parametrelerin belirlenmesi ve fitoplankton örneklerinin alınmasında gölün pelajik bölgesinden üç istasyon (F-1, F-2 ve F-3) Anonim'e (2021a) göre seçilmiştir (Şekil 3.3-3.5). Araştırmanın yapılacağı istasyonların koordinatları tespit edilerek örneklem çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Mogan Gölü'nde seçilen istasyonlar ve konumları*

İstasyonlar	Kuzey	Doğu
1. İstasyon (F-1)	39° 47' 5.44"	32° 47' 49.59"
2. İstasyon (F-2)	39° 46' 39.32"	32° 47' 44.45"
3. İstasyon (F-3)	39° 45' 32.49"	32° 47' 30.67"
1. İstasyon (H-1)	39° 45' 35"	32° 47' 58"
2. İstasyon (H-2)	39° 44' 19"	32° 46' 21"
3. İstasyon (H-3)	39° 46' 35"	32° 47' 22"

*F-1, F-2, F-3 su ve fitoplankton istasyonları, H-1, H-2, H-3 hidromorfolojik inceleme yapılan istasyonlar



Şekil 3.3 Mogan Gölü 1. örnekleme istasyonu (F-1)



Şekil 3.4 Mogan Gölü 2. örnekleme istasyonu (F-2)



Şekil 3.5 Mogan Gölü 3. örnekleme istasyonu (F-3)

3.3.1 Örneklerin alınması

Su ve fitoplankton örnekleri Ruttner su örneği alma aleti kullanılarak toplanmıştır. Aynı zamanda plankton kepçesi ile (55 μm 'lik) kalitatif incelemeye yönelik örnek çekimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.6). Fitoplanktona yönelik örnek kaplarına 100ml örnek için 0,3 ml Lugol solüsyonu eklenmiş ve örnekler karanlıkta muhafaza edilmiştir (APHA 1998).



Şekil 3.6 Örneklerin alınmasında kullanılan ekipman ve plankton kepçesi

3.3.2 Hidromorfolojik durumun belirlenmesi

Mogan Gölü'nde hidromorfolojik izleme çalışması için gölün büyüklüğü dikkate alınarak, gölün hidromorfolojik özelliklerini ve rekreasyon ile tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan baskıları temsil edecek şekilde 3 nokta (H-1, H-2 ve H-3) seçilmiştir (Çizelge 3.1) (Anonim 2021a).

Hidromorfolojik izleme yapılacak noktaları belirlendikten sonra Anonim (2021a)'ya göre göl çevresinde belirlenen noktalarda hidromorfolojik değerlendirmeye esas veriler Türkiye Göl Hidromorfolojisi Değerlendirme Arazi Formu (SYGM, 2024) kullanılarak toplanmıştır. Ayrıca, izleme noktalarının dışında, göl çevresinde yapılan gözlemler ile analizlere destek sağlayacak ek bilgiler toplanmıştır.

Bu çalışmada, Mogan Gölü hidromorfolojisi Ekim 2022 ve Mayıs 2023'te olmak üzere Anonim (2021a)'ya göre seçilen istasyonlarda kış ve bahar aylarını kapsayacak şekilde

gerçekleştirilmiştir. Anonim (2021)'e göre hidromorfolojik izleme arazi formları doldurularak istasyonlar fotoğraflanmıştır (Şekil 3.7- 3.9).

Mogan Gölü'nde hidromorfolojik izleme çalışmaları Göller için Hidromorfolojik İzleme ve Değerlendirme Rehber Dokümanında (SYGM 2024) yer alan parametreler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, göl yüzey alanında meydana gelen uzun dönemli değişimler, geçmiş yıllara ait uydu görüntüleri kullanılarak gölün maksimum yüzey alanı ile izleme dönemine ait yüzey alanı analiz edilerek karşılaştırılmıştır. Gölü besleyen nehirler üzerinde bulunan baraj ve göletlerin gölün su bütçesine ve hidrolojik rejimine etkisi baraj veya gölet toplam drenaj alanının gölün toplam drenaj alanındaki yüzdesi bulunarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.7 Mogan Gölü hidromorfolojik izleme 1. istasyon (H-1)



Şekil 3.8 Mogan Gölü hidromorfolojik izleme 2. istasyon (H-2)



Şekil 3.9 Mogan Gölü hidromorfolojik izleme 3. istasyon (H-3) x

Göl çıkışıındaki regülatör mevcudiyeti, göl kıyı seti ve sahildeki modifikasyon durumu kontrol edilmiş, arazide toplanan bilgiler çerçevesinde uydu görüntüleri kullanılarak hesaplanmıştır. Gölün kıyı kenar alanındaki arazi kullanım durumu ve göl çevresindeki orman durumu CORINE (Coordination of Information on The Environment) verileriyle yüzde oranları hesaplanarak değerlendirilmiştir. Mogan Gölü'nün hidromorfolojik durumunun belirlenmesinde Türkiye gölleri için geliştirilen Göl Hidromorfolojisi Değerlendirme İndeksi (GHDİ) (SYGM 2024) kullanılmıştır. Değerlendirme sürecinde, arazide toplanan gözlem verileri, uydu görüntüleri aracılığıyla sayısallaştırılmış yersel bilgiler ve CBS verileri birlikte kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. GHDİ kapsamında, her bir parametre için doğal durumdan modifikasyona doğru (1-5 arası) bir skarlama yapılmış ve her parametreye özgü katsayı tanımlanmıştır. Parametre skorlarının katsayılarla çarpılmasıyla hidrolojik, morfolojik modifikasyon, habitat kalitesi ve genel hidromorfolojik değerlendirme skorları elde edilmiştir. Nihai hidromorfolojik durum ise izleme dönemlerinin ortalaması alınarak, SÇD'ye uygun olarak “çok iyi” ile “kötü” sınıfları arasında beşli sınıflandırma sistemi içerisinde değerlendirilmiştir

3.4 Suyun Fiziksel ve Kimyasal Yönden İncelenmesi

3.4.1 Secchi derinliği (SD)

SD, Hydrobios marka Secchi diski (20 cm çapında) kullanılarak diskin su içerisine bırakıldıktan sonra gözden kaybolduğu ve yüzey çekerken tekrar görüldüğü derinlik tespit edilerek ölçülmüştür.

3.4.2 Su sıcaklığı (T)

Multiparametre cihazı (YSI-Proplus20 marka) kullanılarak su sıcaklığı her istasyonda yerinde ölçülmüştür.

3.4.3 Çözünmüş oksijen (ÇO) ve oksijen doygunluğu (OD)

Multiparametre cihazı (YSI-Proplus20 marka) kullanılarak çözünmüş oksijen ve oksijen doygunluğu her istasyonda *in-situ* olarak ölçülmüştür.

3.4.4 pH

pH değeri multiparametre cihazı kullanılarak her istasyonda *in-situ* olarak ölçülmüştür.

3.4.5 Elektriksel iletkenlik (EC)

EC, multiparametre cihazı kullanılarak her istasyonda *in-situ* olarak ölçülmüştür.

3.4.6 Alkalinite analizi

Alkalinite, su örneklerine (50 ml) fenolftalein ve metiloranj indikatörlerinin ilave edilmesinin ardından sülfürik asit (0,02 N) ile titrasyon yapılarak belirlenmiştir (TS3790 EN ISO 9963-1).

3.4.7 Toplam azot analizi (TN)

TN derişimi spektrofotometrik yöntemle APHA (1998)'e göre belirlenmiştir.

3.4.8 Toplam fosfor analizi (TP)

TP derişimi spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir (APHA 1998).

3.4.9 Klorofil *a* (Kl-*a*) analizi

Kl-*a* derişiminin belirlenmesinde etanol ile spektrofotometrik metot kullanılmıştır. Gölde alınan yüzey su numuneleri (500-1000 ml), filtre kâğıtlarından (Whatman GF/C, 47 mm çapında) süzölmüştür. Filtrasyon sonrası, etanolde (%96) ekstrakte edilmiş, 665 ve 750 nm dalga boylarında spektrofotometrik yöntemle ekstraktın optik yoğunluğu okunarak Kl-*a* derişimi belirlenmiştir (APHA 1998).

3.5 Fitoplankton Sayımı

Fitoplankton sayımında Hydrobios plankton sayım çemberleri kullanılmış, örnekler Lugol solüsyonu ile bekletilerek çöktürölmüş ve ardından inverted mikroskop altında sayılmıştır (Utermöhl 1958, Anonymous 2003). Fitoplankton sayısının hesaplanmasında aşağıdaki formöl kullanılmıştır;

$$\text{Fitoplankton sayısı (adet/ml)} = \frac{C * TA}{F * A * V} \quad (3.1)$$

C= Sayımda tespit edilen organizma sayısı (adet),

TA= Sayım hücresinin dip alanı (mm²),

F= Sayım yapılan alan sayısı (adet),

A= Mikroskop görüş alanı (mm²),

V= Çöktürölen örnek hacmi (ml)'dir.

3.6 Fitoplankton Biyohacminin Hesaplanması

Fitoplankton hücreleri çeşitli geometrik şekillere benzetilerek boyutları ölçülmüş ve biyohacimleri hesaplanmıştır (Wetzel ve Likens 1991, Hillebrand vd. 1999). Toplam fitoplankton biyohacminin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$HH = \sum_{i=1}^n (HNI * SHi) \quad (3.2)$$

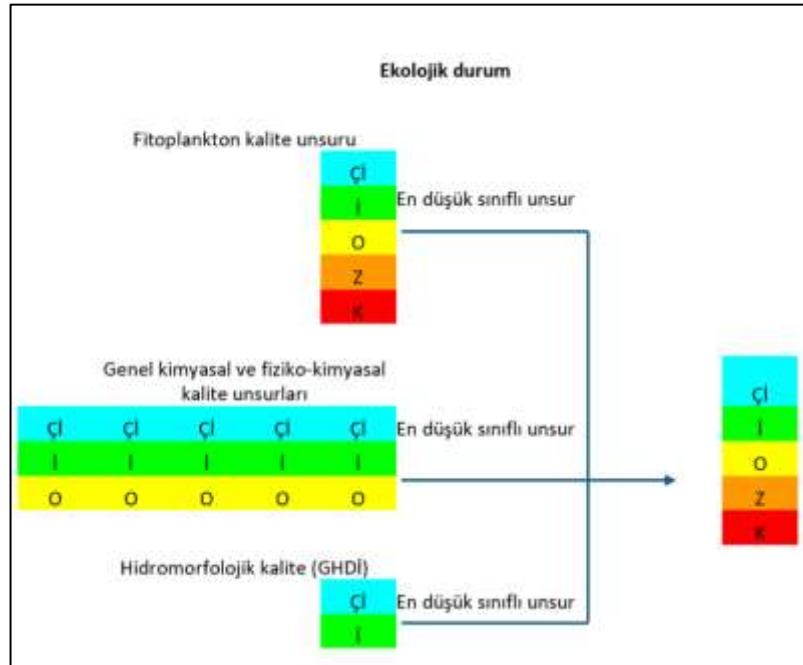
HH= Toplam fitoplankton biyohacmi (mm³/l),

HNI= (i) türüne ait fitoplankton sayısı/l

SHi= (i) türünün hücre hacmi (mm³/l).

3.7 Ekolojik Durumun Belirlenmesi

Mogan Gölü'nün Anonim (2021b)'ye göre nihai ekolojik durumunu belirleme aşamaları şekil 3.10'da gösterilmektedir.



Şekil 3.10 Ekolojik durumun belirlenmesinde yerüstü su kütlelerinin sınıflandırma şeması (Anonim 2021b)

3.8 Fitoplankton İndeksleri

Mogan Gölü'nde fitoplanktona yönelik; Shannon-Weiner (H'), Evenness (düzenlilik) İndeksi, Margalef tür zenginliği (DMg), Simpson Çeşitlilik (S), Fitoplankton Biyohacim (PT-BV), Cyanobacteria Biyohacim (CY-BV) metrikleri, Fitoplankton Trofik İndeksi (PTI), Akdeniz Fitoplankton Trofik İndeksi (Med-PTI), PHYTO-TR ve Q indeksi hesaplanmıştır.

3.8.1 Shannon-Weiner çeşitlilik indeksi (H')

H, tür çeşitliliği ile türlere ait birey sayıları arasındaki ilişkiyi ifade etmekte kullanılan bir indekstir. Bu indeks, türlerin birbirleri arasındaki ve ortamdaki bulunma oranlarını dikkate alır. Ekolojik kaliteyi yansıtan bu indeksin sınırları, 0 (düşük kalite) ile 5 (yüksek kalite) arasında değişmektedir. Yüksek indeks değeri, tür zenginliği ve türler arasındaki dağılımın önemli olduğunu işaret eder. Özellikle, 2,5'in üzerindeki bir değer, ortamda bir türün baskınlığının başladığını işaret eder (Shannon ve Wiener 1963, Jorgensen vd. 2004, 2005, Sezen 2008). Shannon-Weiner (H') çeşitlilik indeksinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$H' = - \sum P_i * \ln P_i \quad \text{ve} \quad P_i = \frac{N_i}{N} \quad (3.3)$$

N_i =(a) türünün birey sayısı,

N =Toplam birey sayısı,

P_i =(i)'nci gruptaki birey sayısının örneklemedeki toplam birey sayısına oranı.

3.8.2 Düzenlilik (Evenness) indeksi (E)

Türler arasında birey sayılarına göre dağılımının düzenliliğini incelemek için E kullanılmakta olup türlerin dominansının dağılımını göstermektedir. E indeksi 0 ile 1 arasında değişir, değer 0'a yaklaştıkça düzensiz dağılımı, değer 1'e yaklaştığında ise

düzenli dağılımı gösterir (Jorgensen vd. 2004, Jorgensen vd. 2005, Sezen 2008). Düzenlilik (Evenness) İndeksinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$E = \frac{H'}{\log_2 S} \quad \text{ve/veya} \quad E = \frac{H'}{H'_{max}} \quad (3.4)$$

H' = Shannon-Weiner indeksi,

H'_{max} = Shannon-Weiner indeksinin maksimum çeşitliliği ve/veya $H'_{max} = \log_2 (S)$,

S = Belirlenen tür sayısıdır.

3.8.3 Margalef tür zenginliği indeksi (D_{mg})

Margalef indeksi (D_{mg}) ise örneklemedeki türlerin çeşitliliği ve zenginliğinin belirlenmesinde kullanılır. Ayrıca tür zenginliğine bağlı olarak bir bölgedeki tür artışı ve azalışını gösterirken aynı zamanda çevresel kirlilik etkisini belirlemede kullanılan bir indekstir. Komünitedeki tür sayısı ile orantılı olarak indeksin sınır değeri yükselmektedir (Jorgensen vd. 2004, Jorgensen vd. 2005, Sezen 2008). Margalef İndeksinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$D_{mg} = \frac{S-1}{\log_2 N} \quad \text{ve/veya} \quad D_{mg} = \frac{S-1}{\ln N} \quad (3.5)$$

N = Örneklemedeki toplam birey sayısı,

S = Teşhis edilen tür sayısıdır.

3.8.4 Simpson çeşitlilik indeksi (S)

Simpson Çeşitlilik (S) indeksi, bir toplulukta tür çeşitliliğini türlerin durumunu belirlemek için kullanılır. Bu indeks, 0 ile 1 arasında değer alır (Odum ve Barrett 2005). Tür sayısının fazla ve bireylerin dağılımının dengeli olduğu durumlarda Simpson Çeşitlilik indeksi 1'e yakındır (Simpson 1949, Jorgensen vd. 2005, Kocataş 2006, Sezen 2008). Simpson çeşitlilik indeksinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$S=1-\sum_{i=1}^s P_i^2 \quad (3.6)$$

S=Simpson çeşitlilik indeksi

P_i=(i)'nci örnekteki fitoplankton sayısının örneklemedeki toplam birey sayısına oranıdır.

3.8.5 Fitoplankton trofik indeksi (PTI)

PTI, fitoplanktonun trofik seviyesine göre ağırlıkların belirlenmesi ile hesaplanır. PTI ile örnekteki taksonların biyohacim oranları ve bunların fosfor konsantrasyonlarındaki duyarlılıklarını dikkate alarak bir sucul ekosistemin trofik durumu değerlendirilmektedir. İndeks sonucunda yüksek PTI değeri, ekosistemin besin açısından zengin olduğunu ve yüksek bir trofik duruma sahip olduğunu göstermektedir (Phillips vd. 2013). Fitoplankton Trofik İndeksinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$PTI = \frac{\sum a_j * s_j}{\sum a_j} \quad (3.7)$$

a_j= (j) türüne ait trofik ağırlık

s_j= (j) türüne ait ortalama biyohacimdir.

3.8.6 Akdeniz fitoplankton indeksi (MedPTI)

Med-PTI İndeksi, Akdeniz ekosistemlerinde trofik düzeylerin değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiş bir indekstir. Bu indeks, sucul ekosistemlerdeki biyolojik çeşitliliği ve trofik ilişkileri anlamak ve izlemek için kullanılır (Marchetto vd. 2009, Çelekli vd. 2018). Med-PTI, belirli bir alanda bulunan türlerin biyohacimlerine dayalı olarak hesaplanır ve bu türlerin trofik değerleri ile gösterge değerleri dikkate alınarak ekosistemin trofik yapısı hakkında bilgi sağlar (Marchetto vd. 2009, Çelekli vd. 2018). Med-PTI değerinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$Med-PTI = \frac{\sum b_i * a_i * s_i}{\sum b_i} \quad (3.8)$$

bi= i. taksonun örnekteki hacminin oranını,

ai= i. taksonun trofik değerini

si = i. taksonun örnekteki gösterge değerini ifade etmektedir.

3.8.7 Q indeksi

Q indeksi ise fitoplankton komünitesine göre ekolojik kalitenin belirlenmesinde kullanılır. Q indeksi, fitoplanktonun fonksiyonel gruplarının belirlenmesine ve her grubun ekolojik ağırlığı ile çarpılarak hesaplanmasına dayanır. İndeks 0 ile 5 arasında değişir ve 0 olduğunda hipertrofik durum, 5 olduğunda ise Oligotrofik duruma işaret eder (Reynolds vd. 2002, Padisák vd. 2009). Q indeksinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$Q = \sum_{i=1}^s (P_i * F) \text{ ve } P_i = \frac{N_i}{N} \quad (3.9)$$

ni= (i) grubuna ait fitoplankton biyokütlesi,

N= Toplam biyokütle,

F= Fonksiyonel grupların faktör sayısıdır.

3.8.8 PHYTO-TR indeksi

SÇD kapsamında Türkiye'de yapılan son izleme çalışmalarının bulgularına göre Çetin (2023) tarafından Türkiye'ye özgü yeni bir göl fitoplankton kompozisyon indeksi olan PHYTO-TR indeksi geliştirilmiştir. PHYTO-TR indeksinde “T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü” tarafından izlenen 491 göl ve rezervuardan toplanan 2650 fitoplankton örneğinin sonuçları analiz edilmiştir. Bu indekste, toplam 165 fitoplankton cinsi kullanılarak fitoplankton türlerinin TP'ye olan tepkileri analiz edilerek PHYTO-TR kompozisyon indeksi geliştirilmiştir. Çalışma sonucunda, göllerin PHYTO-TR ve TP sonuçları regresyona tabi tutulmuş ($R^2 = 0,4081$, $p < 0,01$) ve TP ile iyi bir korelasyon gösterdiği için PHYTO-TR indeksinin SÇD'ye göre rutin fitoplankton

değerlendirmesi için uygun bir araç olduğu belirtilmiştir (Çizelge 3.2) (Çetin 2023). PHYTO-TR indeksinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$\text{PHYTO-TR} = \frac{\sum_{j=1}^n a_j \cdot s_j}{\sum_{j=1}^n a_j} \quad (3.10)$$

a_j= örnekteki j'inci türün biyokütle oranı

s_j= örnekteki j'inci türün optimum değeridir.

Çizelge 3.2 PHYTO-TR kompozisyon indeksine dayalı kalite sınıfları

PHYTO-TR	Kalite Sınıfları
PHYTO-TR ≤ -0,54	Çok İyi
-0,54 < PHYTO-TR ≤ -0,21	İyi
-0,21 < PHYTO-TR ≤ 0,19	Orta
0,19 < PHYTO-TR < 0,64	Zayıf
PHYTO-TR ≥ 0,64	Kötü

PHYTO-TR indeksinin yüksek, iyi, orta, zayıf ve kötü sınıf sınırlarını tanımlamak için %10, %25, %50 ve %75 persentil değerleri kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında Çetin (2023) tarafından bildirilen PHYTO-TR v2023.05 Calculation Excel File'a göre hesaplamalar yapılmıştır.

3.8.9 Fitoplankton ve Cyanobacteria biyohacim metriği

Fitoplanktonun ekolojik durumunun değerlendirilmesinde sığ göller için geliştirilen PT-BV ve CY-BV metrikleri Çizelge 3.3'te yer alan sınırlara göre 5 ekolojik durumda değerlendirilmiştir (Anonim 2020).

Çizelge 3.3 Sığ göllerde önerilen biyohacim sınır değerleri (Anonim 2020)

Metrik	Çok İyi	İyi	Orta	Zayıf	Kötü
PT-BV (mm ³ /l)	<0,78	0,79-2,2	2,2-6,8	6,8-25,8	>25,8
CY-BV (mm ³ /l)	<0,003	0,003-0,04	0,04-0,32	0,32-2,43	>2,43

3.9 İstatistiksel Analizler

Mogan Gölü'nde fitoplanktona yönelik; H', E, DMg, S, PTI, Med-PTI, PHYTO-TR, PT-BV, CY-BV ve Q indeksi hesaplanmıştır. Fitoplankton türleri ile fizikokimyasal parametreler arasındaki ilişkileri inceleyen ordinasyon modelinin lineer ya da unimodal olduğunu tespit etmek amacıyla Eğilimsiz Uyum Analizi (DCA) temel alınmıştır. En uzun eksenin 3.1 olması nedeniyle Kanonik Uyum Analizi (CCA) gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerde Canoco 5.0 programı ile yapılmıştır (Ter Braak ve Smilauer 2012). Fitoplankton tür kompozisyonunda biyohacmi %1'in üzerinde olan türler değerlendirilmiştir. Fizikokimyasal parametrelerin istatistiksel anlamlılığı Monte Carlo Simülasyonuna göre 499 permütasyon ile test edilmiştir. CCA analizine ileri seçim analizi (forward selection) yöntemi kullanılarak SD, TDS, pH, TN, TP, sıcaklık (T), Kl-a parametreleri dahil edilmiştir ($p < 0,01$).

İndeksler ile CCA analizi sonucunda fitoplankton kompozisyonunu etkilediği belirlenen su kalitesi parametreleri arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon ve regresyon analizleri ile incelenmiştir. Bu analizler XLSTAT Addinsoft (2014), 5.03 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada incelenen tüm fizikokimyasal parametrelerin örnekleme istasyonları ve dönemlere göre ortalamaları arasındaki farklılıkları tek yönlü Varyans analizi incelenerek varyansı önemli olan parametrelere Tukey testi uygulanmıştır. İstatistiksel analizler açık kaynak kodlu bir yazılım programı olan Jamovi (Jamovi 2.6.44 2023) kullanılarak Kesici ve Kocabaş (2007) tarafından bildirilen esaslara göre gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1 Fiziksel ve Kimyasal Su Analizlerine İlişkin Bulgular

4.1.1 Su sıcaklığı (T)

Mogan Gölü'nde, araştırma süresince ortalama su sıcaklığı $15,37 \pm 8,73^{\circ}\text{C}$ olarak tespit edilmiştir. Sıcaklığın maksimum değeri Ağustos ayında ($26,22^{\circ}\text{C}$) 3. istasyonda, minimum değeri ise Şubat ayında ($5,29^{\circ}\text{C}$) yine 3. istasyonda kaydedilmiştir (Çizelge 4.1). Su sıcaklığının aylara göre değişiminin istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$) ve Tukey testi uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda, tüm aylar ve istasyonlar bazında sıcaklık değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır. Araştırma süresince Ağustos ayında su sıcaklığının en yüksek seviyeye ulaştığı ardından azalmaya başladığı görülmüştür (Çizelge 4.1).

4.1.2 Çözünmüş oksijen (ÇO) ve oksijen doygunluğu (OD)

Araştırmada ortalama ÇO değeri $7,19 \pm 1,77$ mg/l bulunmuştur. Maksimum ÇO değeri Şubat ayında (10,67 mg/l), minimum ÇO değeri (4,84 mg/l) ise Mayıs ayında ölçülmüştür (Çizelge 4.1). Mogan Gölü'nde ortalama OD $\%78,63 \pm 11,44$ olarak tespit edilmiştir. En yüksek OD $\%95,18$ ile Şubat ayında, en düşük OD ise $\%57,26$ olarak Kasım ayında kaydedilmiştir. ÇO ve OD değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi istatistiksel olarak önemlidir ve Tukey testi ile değerlendirilmiştir ($p < 0,05$).

4.1.3 pH

Araştırmada ortalama pH değeri $8,71 \pm 0,13$ olarak tespit edilmiştir. pH'nın maksimum ve minimum değerleri 8,85 ile 8,50 arasında, sırasıyla Şubat ve Ağustos ayında gözlemlenmiştir (Çizelge 4.1). Mevsimsel değerlendirme yapıldığında, pH değerlerinin Ağustos ve Kasım aylarında görece düşük, Şubat ve Mayısta ise daha yüksek olduğu

belirlenmiştir. pH'nın aylara göre değişiminin istatistiki olarak anlamlı bulunmuş ($p<0,05$) ve Tukey testi uygulanmıştır.

4.1.4 Elektriksel iletkenlik (EC)

Ortalama EC $4197,54\pm300$ $\mu\text{S/cm}$ olarak saptanmıştır. En yüksek EC değeri Şubat ayında ($4502,69$ $\mu\text{S/cm}$), en düşük değer ise Mayıs ayında ($3861,25$ $\mu\text{S/cm}$) bulunmuştur (Çizelge 4.1). EC değerlerinin hem mevsimsel olarak hem de istasyonlar arasında değişimi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Mevsimsel değerlendirme sonucunda, iletkenliğin yazın daha düşük, kışın oransal olarak daha yüksek olduğu saptanmıştır.

4.1.5 Toplam çözünmüş katı madde (TDS)

Araştırma boyunca ortalama TDS değeri $2800,88\pm146,12$ mg/l olarak ölçülmüştür. TDS maksimum 2925 mg/l ile Şubat ayında, minimum $2544,50$ mg/l olarak Ağustos ayında ölçülmüştür (Çizelge 4.1). TDS değerlerinin değişimi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). TDS değerlerinin Şubat ayında belirgin bir artış, Ağustos ayında ise düşüş eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Tukey testi sonuçları, aylara göre anlamlı şekilde farklılaştığını göstermektedir.

4.1.6 Klorofil *a* (Kl-*a*)

Mogan Gölü'nde araştırma süresince ortalama Kl-*a* $7,34\pm3,65$ mg/m³, maksimum Kl-*a* Ağustosta ($16,87$ mg/m³), minimum Kl-*a* ise Kasımda ($4,35$ mg/m³) tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Kl-*a* derişiminin dönemsel ve istasyonlara göre değişimi istatistiksel açıdan önemli bulunarak Tukey testi ile incelenmiştir ($p<0,05$). Yaz aylarında Kl-*a* değerlerinde artış gözlenmiş, özellikle Ağustos ayında Kl-*a* değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiş, Ağustos ile diğer dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir.

4.1.7 Alkalinite

Araştırmada ölçülen ortalama alkalinite değeri $299,25 \pm 81,61$ mg CaCO_3/l olarak belirlenmiştir. Mayısta maksimum alkalinite (448 mg CaCO_3/l) belirlenirken, Kasımda minimum alkalinite (199 mg CaCO_3/l) değeri saptanmıştır. Alkalinite değerlerinin mevsimsel değişimi incelendiğinde Ağustos ayından sonra düşüş görüldüğü Mayıs ayında ise en yüksek değerlere ulaştığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Alkalinite değerlerinin değişimlerinin istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiş ($p < 0,05$) ve değerlendirmede Tukey testi kullanılmıştır. 3. istasyonda Kasım ve Şubat ayları arasındaki ortalama alkalinite değerinin farkı istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Diğer istasyonlarda ise aylara göre anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p < 0,05$).

4.1.8 Toplam azot (TN)

Araştırma boyunca ortalama TN değeri $3,94 \pm 1,57$ mg/l, en yüksek TN değeri Şubat (6,21 mg/l) ayında, en düşük değer ise (1,99 mg/l) Ağustos ayında belirlenmiştir (Çizelge 4.1). TN'nin mevsimsel değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tukey testi sonuçları Şubat ve Mayıs aylarında TN konsantrasyonlarının diğer aylardan yüksek olduğunu göstermiştir ($p < 0,05$).

4.1.9 Toplam fosfor (TP)

Gölde araştırma süresince ortalama TP konsantrasyonu $0,06 \pm 0,02$ mg/l, maksimum TP konsantrasyonu Mayısta (0,09 mg/l), minimum TP konsantrasyonu Şubatta (0,01 mg/l) saptanmıştır (Çizelge 4.1). TP'nin aylara ve istasyonlara göre değişimi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Tukey testi sonuçları Mayıs ve Şubat aylarında TP düzeylerinin diğer dönemlerden farklılaştığını göstermiştir. TP konsantrasyonları, özellikle Mayıs ayında yükselmiş, Şubat ayında bazı istasyonlarda azalmıştır. Bu durum, fosforun mevsimsel değişimler gösterdiğini desteklemektedir.

4.1.10 Secchi derinliği (SD)

Araştırmada ortalama SD $1,8\pm0,55$ m bulunmuştur. En yüksek SD 2,63 m olarak şubat ayında, en düşük değer ise 0,98 m olarak Ağustos ayında tespit edilmiştir. SD'nin mevsimsel olarak Ağustos ayında en düşük değere sahip olduğu, Kasım ve şubat aylarında artış gösterdiği ve Mayıs ayında yeniden düşüş göstermeye başladığı belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Tukey testi sonuçlarına göre şubat ayında tüm istasyonlarda llen SD değerlerinin diğer dönemlere kıyasla istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Ağustos ayındaki ortalama değerler ise çoğu istasyonda diğer aylardan önemli düzeyde daha düşüktür. Bu bulgular gölde kış döneminde berraklığın arttığını, yaz aylarında ise fitoplankton artışı veya askıdaki maddelerin etkisiyle berraklığın azaldığını göstermektedir.

4.1.11 Fiziksel ve kimyasal analiz bulgularının YSKYY'e göre değerlendirilmesi

Mogan Gölü'nün YSKYY'ye göre (Anonim 2021b) su kalitesi değerlendirilmiştir (Çizelge 4.1). Mogan Gölü'nün su kalitesi parametreleri ortalama değerleri yönünden incelendiğinde TP bakımından I. sınıf, ÇO ve TN konsantrasyonuna göre II. sınıf su ve EC açısından III. sınıf su özelliği göstermektedir.

Çizelge 4.1 Mogan Gölü su kalitesi sonuçlarının YSKYY (Anonim 2021b) su kalite sınıflarına göre değerlendirilmesi

Dönem	Ağustos 2022			Kasım 2022			Şubat 2023			Mayıs 2023			Ort. ±Std.	Sınıf I	Sınıf II	Sınıf III
İstasyon	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
Sıcaklık (°C)	26,15 ±2,26 ^{aA}	25,13 ±0,04 ^{aA}	26,22 ±0,19 ^{aA}	11,99 ±0,01 ^{cC}	11,96 ±0,06 ^{cC}	8,52 ±4,22 ^{bC}	5,47 ±0,09 ^{dD}	5,52 ±0,18 ^{dD}	5,29 ±0,02 ^{bD}	19,50 ±0,05 ^{bB}	19,43 ±0,03 ^{bB}	19,31 ±0,16 ^{aB}	15,37 ±8,23	-	-	-
pH	8,53 ±0,00 ^{dC}	8,50 ±0,00 ^{dC}	8,52 ±0,00 ^{cC}	8,71 ±0,01 ^{cB}	8,74 ±0,00 ^{cB}	8,67 ±0,01 ^{bB}	8,84 ±0,00 ^{aA}	8,85 ±0,00 ^{bA}	8,77 ±0,01 ^{aA}	8,78 ±0,00 ^{bA}	8,84 ±0,00 ^{bA}	8,77 ±0,00 ^{aA}	8,71 ±0,13	6-9	6-9	6-9
EC (µS/cm)	3911,8 ±5,23 ^{cC}	3919,3 0 ±6,65 ^{cC}	3944,19 ±3,80 ^{bC}	4455,55 ±0,64 ^{bB}	4461,2 ±1,13 ^{bB}	4482,88 ±0,18 ^{aB}	4501,05 ±2,05 ^{aA}	4496,2 ±4,53 ^{aA}	4502,69 ±0,44 ^{aA}	3861,25 ±6,72 ^{dD}	3878,95 ±4,31 ^{dD}	3955,38 ±58,87 ^{bD}	4197,54 ±300	< 400	1000	> 1000
ÇO (mg/l)	6,27 ±047 ^{bB}	6,34 ±0,39 ^{bB}	5,55 ±0,02 ^{cB}	5,44 ±0,16 ^{bBC}	5,68 ±0,11 ^{bB} C	6,83 ±0,03 ^{bBC}	10,67 ±0,20 ^{aA}	10,49 ±0,07 ^{aA}	10,40 ±0,08 ^{aA}	4,84 ±0,15 ^{cC}	5,41 ±0,11 ^{cC}	5,64 ±0,08 ^{cC}	7,19 ±1,77	> 8	6	< 6
OD (%)	71,61 ±2,89 ^{bB}	80,37 ±10,79 bB	76,91 ±1,61 ^{bB}	57,26 ±1,47 ^{cC}	59,41 ±0,83 ^{bC}	71,96 ±0,20 ^{cC}	95,18 ±0,40 ^{aA}	94,58 ±1,10 ^{aA}	93,84 ±0,86 ^{aA}	59,77 ±2,23 ^{cC}	67,39 ±1,65 ^{bC}	69,64 ±0,50 ^{dC}	78,63 ±1,44	-	-	-
SD (m)	0,98±0, 04 ^{bC}	1,38±0, 04 ^{cC}	1,18±0,04 dC	1,78±0,0 4 ^{cB}	1,83±0, 00 ^{bB}	1,83±0,04 bB	2,58±0,0 4 ^{aA}	2,63±0,0 4 ^{aA}	2,38±0,04 aA	2,18±0,0 4 ^{bB}	1,38±0, 04 ^{cB}	1,43±0,0 4 ^{cB}	1,8 ±0,55	-	-	-
TDS (mg/l)	2544,5 ±4,95 ^{dD}	2551 ±4,24 ^{dD}	2565,5 ±2,12 ^{cD}	2899 ±0,00 ^{bB}	2899 ±0,00 ^{bB}	2912 ±0,00 ^{aB}	2925 ±0,00 ^{aA}	2920,75 ±1,06 ^{aA}	2918,5 ±0,00 ^{aA}	2804,75 ±4,60 ^{cC}	2824,1 3±4,42 ^c C	2820,75 ±13,79 ^{bC}	2800,88 ±146, 12	-	-	-
Alkalinite (mg/l)	289 ±72,12 aB	289 ±24,04 aB	323 ±24,04 ^{aB}	211 ±43,84 ^{aC}	204 ±28,28 abC	199 ±26,87 ^{abC}	230 ±19,80 aBC	294 ±104,65 aBC	319 ±69,30 ^{aBC}	372 ±76,37 ^{aA}	448 ±36,77 aA	413 ±12,73 aA	299,25 ±81,61	-	-	-
Kl-a (mg/m ³)	11,54 ±6,28 ^{aA}	16,87 ±2,93 ^{aA}	8,88 ±2,51 ^{aA}	5,30 ±1,05 ^{aB}	5,54 ±1,72 ^{bB}	4,35 ±1,63 ^{aB}	4,85 ±0,08 ^{aB}	4,80 ±0,00 ^{bB}	4,38 ±0,25 ^{aB}	9,77 ±0,42 ^{aB}	6,69 ±0,59 ^{bB}	5,15 ±0,25 ^{aB}	7,34 ±3,65	-	-	-
TN (mg/l)	2,65 ±0,00 ^{cB}	2,97 ±0,00 ^{cB}	1,99 ±0,00 ^{dB}	2,60 ±0,03 ^{cB}	2,09±0, 01 ^{dB}	2,58 ±0,03 ^{cB}	5,34 ±0,06 ^{bA}	5,71 ±0,06 ^{aA}	6,21 ±0,06 ^{aA}	6,01 ±0,11 ^{aA}	5,26 ±0,07 ^{bA}	3,89 ±0,14 ^{bA}	3,94 ±1,57	<3,5	11,5	> 11,5
TP (mg/l)	0,05 ±0,00 ^{cB}	0,05 ±0,00 ^{cB}	0,05 ±0,00 ^{bB}	0,07 ±0,00 ^{bA}	0,06 ±0,00 ^{bA}	0,08 ±0,00 ^{aA}	0,01 ±0,00 ^{dB}	0,03 ±0,00 ^{dB}	0,05 ±0,00 ^{bB}	0,08 ±0,00 ^{aA}	0,09 ±0,00 ^{aA}	0,08 ±0,00 ^{aA}	0,06 ±0,02	<0,08	0,2	> 0,2

^{ABCD} Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamaların aylar arasındaki farkı istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

^{abcd} Aynı satırda farklı üslü harf taşıyan ortalamaların istasyonlar arasındaki istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

4.2 Fitoplanktona İlişkin Bulgular

4.2.1 Fitoplankton kompozisyonu

Mogan Gölü’nde araştırma süresinde 3 istasyondan alınan fitoplankton örnekleri incelenmiş ve toplam **40 fitoplankton türü** teşhis edilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Mogan Gölü’nde teşhis edilen fitoplankton taksonları

Divizyo:	Charophyta
Sınıf:	Zygnematophyceae
Takım:	Desmidiales
	<i>Cosmarium moniliforme</i> Ralfs
	<i>Staurastrum cingulum</i> (West & G.S. West) G.M.Smith
Divizyo:	Chlorophyta
Sınıf:	Chlorophyceae
Takım:	Sphaeropleales
	<i>Ankyra ancora</i> (G.M. Smith) Fott
	<i>Desmodesmus communis</i> (E. Hegewald) E.Hegewald
	<i>Korshikoviella limnetica</i> (Lemmermann) P.C. Silva
	<i>Scenedesmus semipulcher</i> Hortobágyi
	<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann
	<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg
Takım:	Chlamydomonadales
	<i>Carteria</i> sp.
	<i>Chlamydomonas globosa</i> J.W. Snow
	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová
	<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chodat
Sınıf:	Trebouxiophyceae
Takım:	Trebouxiales
	<i>Botryococcus braunii</i> Kützing
Takım:	Chlorellales
	<i>Oocystis naegelii</i> A. Braun
	<i>Oocystis lacustris</i> Chodat

Çizelge 4.2 Mogan Gölü’nde teşhis edilen fitoplankton taksonları (devamı)

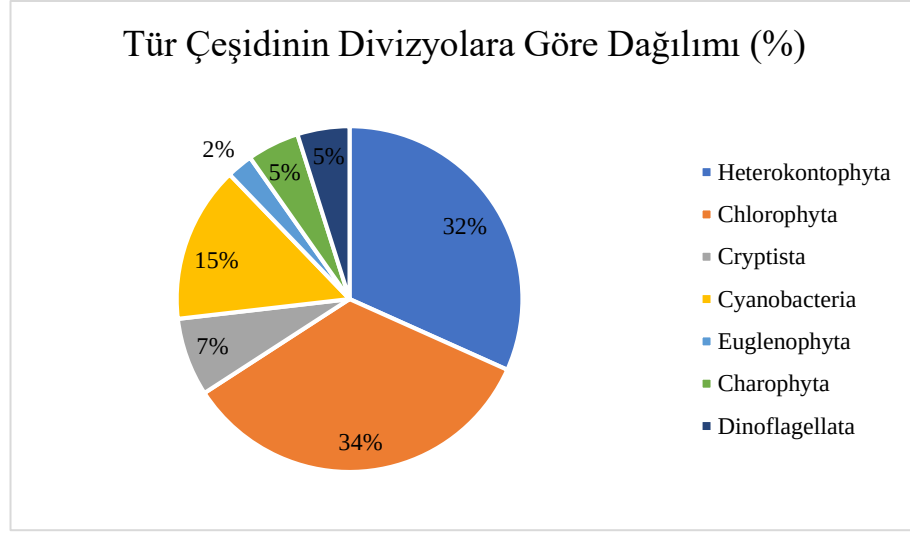
Divizyo:	Cryptista
Sınıf:	Cryptophyceae
Takım:	Pyrenomonadales
	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (Skuja) G. Novarino, I.A.N.Lucas & Morrall
Takım:	Cryptomonadales
	<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg
	<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja
Divizyo:	Cyanobacteria
Sınıf:	Cyanophyceae
Takım:	Chroococcales
	<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) G. Cronberg & Komárek
	<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli
	<i>Merismopedia tenuissima</i>
	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing
	<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittrock) Kirchner
Takım:	Oscillatoriales
	<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek
Divizyo:	Dinoflagellata
Sınıf:	Dinophyceae
Takım:	Peridinales
	<i>Peridinium cinctum</i> (O.F. Müller) Ehrenberg
Takım:	Gonyaulacales
	<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F. Müller) Dujardin
Divizyo:	Euglenophyta
Sınıf:	Euglenophyceae
Takım:	Euglenales
	<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg
Divizyo:	Heterokontophyta
Sınıf:	Bacillariophyceae
Takım:	Achnanthales
	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg
Takım:	Cymbellales
	<i>Cymbella excisa</i> Kützing
Takım:	Bacillariales
	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Smith
	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow
	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith

Çizelge 4.2 Mogan Gölü’nde teşhis edilen fitoplankton taksonları (devamı)

Divizyo:	Heterokontophyta
Sınıf:	Bacillariophyceae
Takım:	Rhopalodiales
	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller
Takım:	Fragilariales
	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton
Takım:	Licmophorales
	<i>Ulnaria acus</i> (Kützting) Aboal
	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P. Compere
Sınıf:	Mediophyceae
Takım:	Stephanodiscales
	<i>Stephanocyclus meneghinianus</i> (Kützting) Kulikovskiy, Genkal & Kociolek
Sınıf:	Coscinodiscophyceae
Takım:	Melosirales
	<i>Melosira varians</i> C. Agardh
Sınıf:	Chrysophyceae
Takım:	Chromulinales
	<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof
	<i>Kephyrion limneticum</i> (D.K. Hilliard) Starmach

4.2.2 Fitoplankton dağılımı ve sıklık değerleri

Heterokontophyta (13), Chlorophyta (13), Cryptista (3), Cyanobacteria (6), Charophyta (2), Dinoflagellata (2) ve Euglenophyta (1) divizyolarına ait olmak üzere toplam 40 tür belirlenmiş, Heterokontophyta ve Chlorophyta fitoplankton tür çeşidi bazında toplam fitoplanktonun %67’sini oluşturmuştur (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Mogan Gölü'nde tespit edilen tür sayısının divizyolara göre dağılımı

Mogan Gölü'nde fitoplankton türlerinin sıklıkları Çizelge 4.3'te yer almaktadır. **Ağustos** döneminde *Schroederia setigera*, *Monoraphidium minutum*, *Plagioselmis nannoplantica*, *Microcystis aeruginosa* devamlı; *Scenedesmus semipulcher*, *Tetraëdron minimum*, *Chlamydomonas globosa*, *Botryococcus braunii*, *Oocystis lacustris*, *Cryptomonas ovata*, *Cryptomonas marssonii*, *Microcystis flos-aquae*, *Aphanocapsa incerta*, *Cymbella excisa*, *Ulnaria acus* seyrek; *Staurastrum cingulum*, *Ankyra ancora*, *Trachelomonas volvocina*, *Desmodesmus communis*, *Korshikoviella limnetica*, *Carteria* sp., *Sphaerocystis schroeteri*, *Oocystis naegelia*, *Merismopedia tenuissima*, *Chroococcus minutus*, *Planktothrix agardhii*, *Peridinium cinctum*, *Ceratium hirundinella*, *Trachelomonas volvocina*, *Cocconeis placentula*, *Nitzschia acicularis*, *Nitzschia palea*, *Nitzschia amphibia*, *Rhopalodia gibba*, *Fragilaria crotonensis*, *Ulnaria ulna*, *Stephanocyclus meneghinianus*, *Dinobryon divergens*, *Kephyrion limneticum*, *Melosira varians*, *Cosmarium moniliforme* ise nadir olarak tespit edilmiştir. **Kasım** döneminde *Schroederia setigera*, *Tetraëdron minimum*, *Monoraphidium minutum*, *Botryococcus braunii*, *Oocystis naegelia*, *Plagioselmis nannoplantica*, *Microcystis aeruginosa*, *Nitzschia acicularis*, *Ulnaria acus*, *Ulnaria ulna*, *Stephanocyclus meneghinianus* devamlı; *Sphaerocystis schroeteri*, *Cryptomonas ovata*, *Planktothrix agardhii*, *Cymbella excisa* çoğunlukla; *Staurastrum cingulum*, *Ankyra ancora*, *Desmodesmus communis*, *Korshikoviella limnetica*, *Carteria* sp., *Chlamydomonas globosa*, *Oocystis lacustris*,

Chroococcus minutus, *Peridinium cinctum*, *Ceratium hirundinella*, *Trachelomonas volvocina*, *Cocconeis placentula*, *Nitzschia palea*, *Nitzschia amphibia*, *Rhopalodia gibba*, *Fragilaria crotonensis*, *Dinobryon divergens*, *Kephyrion limneticum*, *Melosira varians*, *Cosmarium moniliforme* nadir olarak tespit edilmiştir. **Şubat** döneminde *Korshikoviella limnetica*, *Tetraëdron minimum*, *Monoraphidium minutum*, *Plagioselmis nannoplantica*, *Chroococcus minutus* devamlı; *Cymbella excisa*, *Nitzschia acicularis*, *Nitzschia palea*, *Ulnaria acus* çoğunlukla; *Schroederia setigera*, *Merismopedia tenuissima*, *Fragilaria crotonensis* seyrek; *Staurastrum cingulum*, *Ankyra ancora*, *Desmodesmus communis*, *Scenedesmus semipulcher*, *Carteria* sp., *Chlamydomonas globosa*, *Sphaerocystis Schroeteri*, *Botryococcus braunii*, *Oocystis naegelii*, *Oocystis lacustris*, *Cryptomonas ovata*, *Cryptomonas marssonii*, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis flos-aquae*, *Aphanocapsa incerta*, *Planktothrix agardhii*, *Peridinium cinctum*, *Ceratium hirundinella*, *Trachelomonas volvocina*, *Cocconeis placentula*, *Nitzschia amphibia*, *Rhopalodia gibba*, *Ulnaria ulna*, *Stephanocyclus meneghinianus*, *Dinobryon divergens*, *Kephyrion limneticum*, *Melosira varians*, *Cosmarium moniliforme* ise nadir olarak belirlenen türlerdir. **Mayıs** döneminde *Schroederia setigera*, *Tetraëdron minimum*, *Chlamydomonas globosa*, *Monoraphidium minutum*, *Plagioselmis nannoplantica*, *Microcystis aeruginosa*, *Cymbella excisa*, *Stephanocyclus meneghinianus*, *Melosira varians* devamlı; *Staurastrum cingulum* çoğunlukla; *Sphaerocystis Schroeteri*, *Botryococcus braunii*, *Oocystis naegelii*, *Merismopedia tenuissima*, *Microcystis flos-aquae*, *Aphanocapsa incerta*, *Chroococcus minutus*, *Peridinium cinctum*, *Ceratium hirundinella*, *Cocconeis placentula*, *Nitzschia acicularis*, *Dinobryon divergens*, *Cosmarium moniliforme* seyrek; *Ankyra ancora*, *Desmodesmus communis*, *Korshikoviella limnetica*, *Scenedesmus semipulcher*, *Carteria* sp., *Oocystis lacustris*, *Cryptomonas ovata*, *Cryptomonas marssonii*, *Planktothrix agardhii*, *Trachelomonas volvocina*, *Nitzschia palea*, *Nitzschia amphibia*, *Rhopalodia gibba*, *Ulnaria acus*, *Ulnaria ulna*, *Kephyrion limneticum* nadiren tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3 Mogan Gölü’nde tespit edilen fitoplankton türlerinin dönemlere göre sıklıkları

Divizyo *	Tür	Ağustos 2022	Kasım 2022	Şubat 2023	Mayıs 2023
CHA	<i>Cosmarium moniliforme</i> Ralfs	N	N	N	+
	<i>Staurostrum cingulum</i> (West & G.S. West) G.M.Smith	N	N	N	+++
CHL	<i>Ankyra ancora</i> (G.M. Smith) Fott	N	N	N	N
	<i>Botryococcus braunii</i> Kützing	+	++++	N	+
	<i>Carteria</i> sp.	N	N	N	N
	<i>Chlamydomonas globosa</i> J.W. Snow	+	N	N	++++
	<i>Desmodesmus communis</i> (E. Hegewald) E. Hegewald	N	N	N	N
	<i>Korshikoviella limnetica</i> (Lemmermann) P.C. Silva	N	N	++++	N
	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	++++	++++	++++	++++
	<i>Oocystis naegeli</i> A. Braun	N	++++	N	+
	<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	+	N	N	N
	<i>Scenedesmus semipulcher</i> Hortobágyi	+	+	N	N
	<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann	++++	++++	+	++++
	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i> Chodat	N	+++	N	+
CRY	<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg	+	++++	++++	++++
	<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	+	+	N	N
	<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	+	+++	N	N
CYA	<i>Plagioselmis nannoplantica</i> (Skuja) G. Novarino, I.A.N.Lucas & Morrall	++++	++++	++++	++++
	<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) G. Cronberg & Komárek	N	+	N	+
	<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nægeli	N	N	++++	+
	<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	N	+++	+	+
	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	++++	++++	N	++++
	<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittrock) Kirchner	+	+	N	+
DIN	<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	N	+++	N	N
	<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F. Müller) Dujardin	N	N	N	+
EUG	<i>Peridinium cinctum</i> (O.F. Müller) Ehrenberg	N	N	N	+
	<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	N	N	N	N
HET	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	N	N	N	+
	<i>Cymbella excisa</i> Kützing	+	+++	+++	++++
	<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof	N	N	N	+
	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	N	N	+	++++
	<i>Kephyrion limneticum</i> (D.K. Hilliard) Starmach	N	N	N	N
	<i>Melosira varians</i> C. Agardh	N	N	N	++++
	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Smith	N	++++	+++	+
	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	N	N	N	N
	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	N	N	+++	N
	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller	N	N	N	N
	<i>Stephanocyclus meneghinianus</i> (Kützing) Kulikovskiy, Genkal & Kociolek	N	++++	N	++++
	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	+	++++	+++	N
	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P. Compere	N	++++	N	N

*CHA: Charophyta divizyonu, CHL: Chlorophyta divizyonu, CRY: Cryptista divizyonu, CYA: Cyanobacteria divizyonu, DIN: Dinoflagellata divizyonu, EUG: Euglenophyta divizyonu, HET: Heterokontophyta divizyonu. N: %1-20: nadir, +: %21-40: seyrek, ++: %41-60: genellikle, +++: %61-80: çoğunlukla, ++++: %81-100: devamlı bulunan türleri temsil etmektedir.

4.2.3 Fitoplankton sayısı ve biyohacim

Mogan Gölü’nde çalışmada fitoplankton sayısının ortalaması 8458 adet/ml saptanmıştır. Minimum fitoplankton sayısı Kasım ayında 3. istasyonda 6197 adet/ml ve maksimum fitoplankton sayısı Mayıs ayında 1. istasyonda 13306 adet/ml saptanmıştır. Mogan Gölü’nde Ağustos ayında 1. istasyonda yapılan sayım çalışmalarında 4 tür tespit edilmiş ve toplam fitoplankton biyohacmi 2,37 mm³/l’dir. Toplam biyohacmin %93,71’i Cyanobacteria’dan oluşmaktadır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 Mogan Gölü Ağustos 1. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu

Divizyo *	Tür	AĞUSTOS 1. İstasyon			
		Sayı (adet/ml)	PT-BV (mm ³ /l)	CY-BV (mm ³ /l)	Biyohacim Yüzde Kompozisyon (%)
CHL	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli)	5359	0,054		4,63
	Komárková-Legnerová				
	<i>Schroederia setigera</i> (Schröder)	431	0,056		
	Lemmermann				
CRY	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (Skuja)	1037	0,039		1,67
	G. Novarino, I.A.N. Lucas & Morrall				
CYA	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing)	185	2,218	2,218	93,71
	Kützing				
TOPLAM		7012	2,37	2,22	100,00

*CHL: Chlorophyta divizyonu, CRY: Cryptista divizyonu, CYA: Cyanobacteria divizyonu

Mogan Gölü’nde Ağustos ayında 2. istasyonda yapılan sayım çalışmalarında 15 tür tespit edilmiştir ve toplam fitoplankton biyohacmi 4,31 mm³/l’dir. Toplam biyohacmin %57,32’si Cyanobacteria’dan oluşmaktadır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 Mogan Gölü Ağustos 2. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu

Divizyo *	Tür	AĞUSTOS 2. İstasyon			
		Sayı (adet/ml)	PT-BV (mm ³ /l)	CY-BV (mm ³ /l)	Biyohacim Yüzde Kompozisyon (%)
HET	<i>Cymbella excisa</i> Kützing	82	0,655		16,47
	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	41	0,055		
CHL	<i>Botryococcus braunii</i> Kützing	21	0,708		24,04
	<i>Chlamydomonas globosa</i> J.W. Snow	72	0,026		
	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	5985	0,060		
	<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	185	0,174		
	<i>Scenedesmus semipulcher</i> Hortobágyi	21	0,001		
	<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann	370	0,048		
	<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg	51	0,018		
CRY	<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	31	0,036		2,17
	<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	103	0,039		
	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (Skuja) G. Novarino, I.A.N.Lucas & Morrall	503	0,019		
CYA	<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) G. Cronberg & Komárek	164	0,004	2,470	57,32
	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	205	2,464		
	<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittrock) Kirchner	21	0,001		
TOPLAM		7854	4,31	2,47	100,00

*HET: Heterokontophyta divizyonu, CHL: Chlorophyta divizyonu, CRY: Cryptista divizyonu, CYA: Cyanobacteria divizyonu

Mogan Gölü’nde Ağustos ayında 3. istasyonda yapılan sayım çalışmalarında 4 tür tespit edilmiştir ve toplam fitoplankton biyohacmi 2,34 mm³/l’dir. Toplam biyohacmin %94,64’ünü Cyanobacteria divizyonu oluşturmaktadır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 Mogan Gölü Ağustos 3. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu

Divizyo *	Tür	AĞUSTOS 3. İstasyon			
		Sayı (adet/ml)	PT-BV (mm ³ /l)	CY-BV (mm ³ /l)	Biyohacim Yüzde Kompozisyon (%)
CHL	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli)	5523	0,0552		4,74
	Komárková-Legnerová				
	<i>Schroederia setigera</i> (Schröder)	431	0,0559		
	Lemmermann				
CRY	<i>Plagioselmis nannoplantica</i> (Skuja) G. Novarino, I.A.N.Lucas & Morrall	380	0,0144		0,62
CYA	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützinger) Kützinger	185	2,2176	2,218	94,64
TOPLAM		6519	2,34	2,22	100,00

*CHL: Chlorophyta divizyonu, CRY: Cryptista divizyonu, CYA: Cyanobacteria divizyonu

Mogan Gölü’nde Kasım ayında 1. istasyonda yapılan sayım çalışmalarında 14 tür tespit edilmiştir ve toplam fitoplankton biyohacmi 2,20 mm³/l’dir. Toplam biyohacmin %33,57’sini Cyanobacteria oluşturmaktadır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 Mogan Gölü Kasım 1. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu

Divizyo *	Tür	KASIM 1. İstasyon			
		Sayı (adet/ml)	PT-BV (mm ³ /l)	CY-BV (mm ³ /l)	Biyohacim Yüzde Kompozisyon (%)
HET	<i>Cymbella excisa</i> Kützing	72	0,5727		32,27
	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Smith	41	0,0078		
	<i>Stephanocyclus meneghinianus</i> (Kützing) Kulikovskiy, Genkal & Kociolek	51	0,0334		
	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	41	0,0553		
	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P. Compere	6	0,0413		
	<i>Botryococcus braunii</i> Kützing	10	0,3542		
CHL	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	749	0,0075		20,08
	<i>Oocystis naegeli</i> A. Braun	51	0,0454		
	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i> Chodat	144	0,0086		
	<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann	62	0,0080		
	<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg	51	0,0185		
	<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	62	0,0712		
CRY	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (Skuja) G. Novarino, I.A.N. Lucas & Morrall	6283	0,2388		14,08
	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	62	0,7392	0,74	33,57
TOPLAM		7686	2,20	0,74	100,00

*HET: Heterokontophyta divizyonu, CHL: Chlorophyta divizyonu, CRY: Cryptista divizyonu, CYA: Cyanobacteria divizyonu

Mogan Gölü'nde Kasım ayında 2. istasyonda yapılan sayım çalışmalarında 14 tür tespit edilmiştir ve toplam fitoplankton biyohacmi 1,76 mm³/l'dir. Toplam biyohacmin %49,37'si Cyanobacteria'dan oluşmaktadır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 Mogan Gölü Kasım 2. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu

Divizyo *	Tür	KASIM 2. İstasyon			
		Sayı (adet/ml)	PT-BV (mm ³ /l)	CY-BV (mm ³ /l)	Biyohacim Yüzde Kompozisyon (%)
HET	<i>Cymbella excisa</i> Kützing	31	0,2454		29,02
	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Smith	21	0,0039		
	<i>Stephanocyclus meneghinianus</i> (Kützing) Kulikovskiy, Genkal & Kociolek	41	0,0267		
	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	144	0,1936		
	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P. Compere	6	0,0413		
CHL	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	431	0,0043		5,55
	<i>Oocystis naegeli</i> A. Braun	51	0,0454		
	<i>Scenedesmus semipulcher</i> Hortobágyi	21	0,0013		
	<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann	41	0,0053		
	<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chodat	10	0,0006		
	<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg	113	0,0407		
CRY	<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	72	0,0271		16,06
	<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	10	0,0119		
	<i>Plagioselmis nannoplantica</i> (Skuja) G. Novarino, I.A.N.Lucas & Morrall	6417	0,2438		
CYA	<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) G. Cronberg & Komárek	21	0,0000	0,87	49,37
	<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	21	0,0037		
	<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	51	0,0006		
	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	72	0,8624		
	<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	10	0,0023		
TOPLAM		7583	1,76	0,87	100,00

* CRY: Cryptista divizyonu, HET: Heterokontophyta divizyonu, CYA: Cyanobacteria divizyonu, CHL: Chlorophyta divizyonu

Mogan Gölü'nde Kasım ayında 3. istasyonda yapılan sayım çalışmalarında 11 tür tespit edilmiştir ve toplam fitoplankton biyohacmi 1,38 mm³/l'dir. Toplam biyohacmin %17,82'si Cyanobacteria'dan oluşmaktadır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9 Mogan Gölü Kasım 3. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu

Divizyo *	Tür	KASIM 3. İstasyon			
		Sayı (adet/ml)	PT-BV (mm ³ /l)	CY-BV (mm ³ /l)	Biyohacim Yüzde Kompozisyon (%)
HET	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Smith	31	0,006		11,37
	<i>Stephanocyclus meneghinianus</i> (Kützing) Kulikovskiy, Genkal & Kociolek	21	0,013		
	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	72	0,097		
	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P. Compere	6	0,041		
CHL	<i>Botryococcus braunii</i> Kützing	21	0,708		55,49
	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	329	0,003		
	<i>Oocystis naegelii</i> A. Braun	31	0,027		
	<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann	21	0,003		
	<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg	72	0,026		
CRY	<i>Plagioselmis nannoplantica</i> (Skuja) G. Novarino, I.A.N.Lucas & Morrall	5575	0,212		15,32
CYA	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	21	0,246	0,246	17,82
TOPLAM		6197	1,38	0,25	100,00

* CRY: Cryptista divizyonu, HET: Heterokontophyta divizyonu, CYA: Cyanobacteria divizyonu, CHL: Chlorophyta divizyonu

Mogan Gölü'nde Şubat ayında 1. istasyonda yapılan sayım çalışmalarında 11 tür tespit edilmiştir ve toplam fitoplankton biyohacmi 2,39 mm³/l'dir. Toplam biyohacmin %0,39'unu Cyanobacteria oluşturmaktadır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 Mogan Gölü Şubat 1. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu

Divizyo *	Tür	ŞUBAT 1. İstasyon			
		Sayı (adet/ml)	PT-BV (mm ³ /l)	CY-BV (mm ³ /l)	Biyohacim Yüzde Kompozisyon (%)
HET	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	21	0,0246		6,79
	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Smith	21	0,0039		
	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	82	0,0353		
	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	72	0,0968		
	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P. Compere	0	0,0014		
CHL	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	1232	0,0123		91,88
	<i>Korshikoviella limnetica</i> (Lemmermann) P.C. Silva	4753	2,1200		
	<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann	41	0,0053		
	<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg	154	0,0554		
CRY	<i>Plagioselmis nannoplantica</i> (Skuja) G. Novarino, I.A.N.Lucas & Morrall	595	0,0226		0,95
CYA	<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	51	0,0092	0,0092	0,39
TOPLAM		7023	2,39	0,01	100,00

* CRY: Cryptista divizyonu, HET: Heterokontophyta divizyonu, CYA: Cyanobacteria divizyonu, CHL: Chlorophyta divizyonu

Mogan Gölü'nde Şubat ayında 2. istasyonda yapılan sayım çalışmalarında 11 tür tespit edilmiştir ve toplam fitoplankton biyohacmi 2,77 mm³/l'dir. Toplam biyohacmin %0,94'ünü Cyanobacteria oluşturmaktadır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 Mogan Gölü Şubat 2. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu

Divizyo *	Tür	ŞUBAT 2. İstasyon			
		Sayı (adet/ml)	PT-BV (mm ³ /l)	CY-BV (mm ³ /l)	Biyohacim Yüzde Kompozisyon (%)
HET	<i>Cymbella excisa</i> Kützing	21	0,1636		10,70
	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Smith	21	0,0039		
	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	103	0,0441		
	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	62	0,0830		
	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P. Compere	0	0,0014		
CHL	<i>Korshikoviella limnetica</i> (Lemmermann) P.C. Silva	5308	2,3673		87,53
	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	975	0,0098		
	<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg	123	0,0444		
CRY	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (Skuja) G. Novarino, I.A.N. Lucas & Morrall	606	0,0230		0,83
CYA	<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	144	0,0258	0,026	0,94
	<i>Merismopedia tenuissima</i>	21	0,0002		
TOPLAM		7382	2,77	0,03	100,00

* CRY: Cryptista divizyonu, HET: Heterokontophyta divizyonu, CYA: Cyanobacteria divizyonu, CHL: Chlorophyta divizyonu

Mogan Gölü'nde Şubat ayında 3. istasyonda yapılan sayım çalışmalarında 7 tür tespit edilmiştir ve toplam fitoplankton biyohacmi 2,72 mm³/l'dir. Toplam biyohacmin %0,20'si Cyanobacteria'dan oluşmaktadır (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12 Mogan Gölü Şubat 3. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu

Divizyo *	Tür	ŞUBAT 3. İstasyon			
		Sayı (adet/ml)	PT-BV (mm ³ /l)	CY-BV (mm ³ /l)	Biyohacim Yüzde Kompozisyon (%)
HET	<i>Cymbella excisa</i> Kützinger	21	0,1636		6,10
	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch)				
	P. Compere	0	0,0021		
CHL	<i>Korshikoviella limnetica</i> (Lemmermann) P.C. Silva	5523	2,4635		92,76
	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	1150	0,0115		
	<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg	123	0,0444		
CRY	<i>Plagioselmis nannoplantica</i> (Skuja) G. Novarino, I.A.N.Lucas & Morrall	667	0,0254		0,93
CYA	<i>Chroococcus minutus</i> (Kützinger) Nägeli	31	0,0055	0,0055	0,20
TOPLAM		7516	2,72	0,01	100,00

* CRY: Cryptista divizyonu, HET: Heterokontophyta divizyonu, CYA: Cyanobacteria divizyonu, CHL: Chlorophyta divizyonu

Mogan Gölü'nde Mayıs ayında 1. istasyonda yapılan sayım çalışmalarında 15 tür tespit edilmiştir ve toplam fitoplankton biyohacmi 4,22 mm³/l'dir. Toplam biyohacmin %46,71'i Cyanobacteria'dan oluşmaktadır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13 Mogan Gölü Mayıs 1. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu

Divizyo *	Tür	MAYIS 1. İstasyon			
		Sayı (adet/ml)	PT-BV (mm ³ /l)	CY-BV (mm ³ /l)	Biyohacim Yüzde Kompozisyon (%)
HET	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	82	0,0220		23,75
	<i>Cymbella excisa</i> Kützing	72	0,5727		
	<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof	21	0,0004		
	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	41	0,0493		
	<i>Melosira varians</i> C. Agardh	113	0,2710		
	<i>Stephanocyclus meneghinianus</i> (Kützing) Kulikovskiy, Genkal & Kociolek	133	0,0868		
CHL	<i>Botryococcus braunii</i> Kützing	21	0,7084		26,65
	<i>Chlamydomonas globosa</i> J.W. Snow	62	0,0219		
	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i> Chodat	21	0,0286		
	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	8963	0,0896		
	<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann	1561	0,2022		
	<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg	205	0,0739		
CHA	<i>Staurostrum cingulum</i> (West & G.S. West) G.M.Smith	62	0,0538		1,27
CRY	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (Skuja) G. Novarino, I.A.N.Lucas & Morrall	1786	0,0679		1,61
CYA	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	164	1,9712	1,9712	46,71
	TOPLAM	13306	4,22	1,97	100,00

* CRY: Cryptista divizyonu, HET: Heterokontophyta divizyonu, CYA: Cyanobacteria divizyonu, CHL: Chlorophyta divizyonu, CHA: Charophyta divizyonu

Mogan Gölü'nde Mayıs ayında 2. istasyonda yapılan sayım çalışmalarında 15 tür tespit edilmiştir ve toplam fitoplankton biyohacmi 6,04 mm³/l'dir. Toplam biyohacmin %37,49'u Cyanobacteria'dan oluşmaktadır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14 Mogan Gölü Mayıs 2. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu

Divizyo *	Tür	MAYIS 2. İstasyon			
		Sayı (adet/ml)	PT-BV (mm ³ /l)	CY-BV (mm ³ /l)	Biyohacim Yüzde Kompozisyon (%)
HET	<i>Cymbella excisa</i> Kützing	31	0,2454		14,54
	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	21	0,0246		
	<i>Melosira varians</i> C. Agardh	246	0,5914		
	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Smith	21	0,0039		
	<i>Stephanocyclus meneghinianus</i> (Kützing) Kulikovskiy, Genkal & Kociolek	21	0,0133		
CHL	<i>Botryococcus braunii</i> Kützing	41	1,4168		30,17
	<i>Chlamydomonas globosa</i> J.W. Snow	41	0,0146		
	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	9230	0,0923		
	<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	21	0,0182		
	<i>Oocystis naegelii</i> A. Braun	31	0,0274		
	<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann	1540	0,1996		
	<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chodat	41	0,0025		
	<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg	144	0,0517		
CRY	<i>Plagioselmis nannoplantica</i> (Skuja) G. Novarino, I.A.N.Lucas & Morrall	1088	0,0414		0,68
CYA	<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) G. Cronberg & Komárek	62	0,0000	2,2656	37,49
	<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	246	0,0443		
	<i>Merismopedia tenuissima</i>	82	0,0010		
	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	185	2,2176		
	<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittrock) Kirchner	41	0,0027		
DIN	<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F. Müller) Dujardin	21	0,3157		17,12
	<i>Peridinium cinctum</i> (O.F. Müller) Ehrenberg	21	0,7187		
TOPLAM		13172	6,04	2,27	100,00

* CRY: Cryptista divizyosu, HET: Heterokontohyta divizyosu, CYA: Cyanobacteria diviziyosu, CHL: Chlorophyta divizyosu, CHA: Charophyta divizyosu, DIN: Dinophyta divizyosu

Mogan Gölü'nde Mayıs ayında 3. istasyonda yapılan sayım çalışmalarında 12 tür tespit edilmiştir ve toplam fitoplankton biyohacmi 3,20 mm³/l olarak belirlenmiştir. Cyanobacteria, toplam biyohacmin %53,92'sini oluşturmaktadır (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15 Mogan Gölü Mayıs 3. istasyondaki fitoplankton türlerinin sayısı, biyohacim değerleri ve kompozisyonu

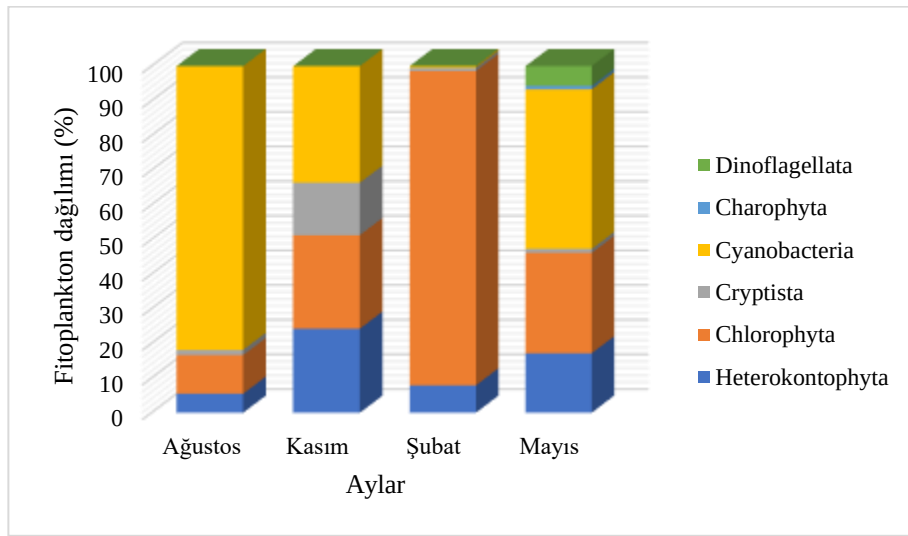
Divizyo *	Tür	MAYIS 3. İstasyon			
		Sayı (adet/ml)	PT-BV (mm ³ /l)	CY-BV (mm ³ /l)	Biyohacim Yüzde Kompozisyon (%)
HET	<i>Cymbella excisa</i> Kützing	21	0,1636		13,06
	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	31	0,0370		
	<i>Melosira varians</i> C. Agardh	82	0,1971		
	<i>Stephanocyclus meneghinianus</i> (Kützing) Kulikovskiy, Genkal & Kociolek	31	0,0200		
CHL	<i>Botryococcus braunii</i> Kützing	21	0,7084		30,16
	<i>Chlamydomonas globosa</i> J.W. Snow	41	0,0146		
	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	7772	0,0777		
	<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann	924	0,1198		
	<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg	123	0,0444		
CRY	<i>Plagioselmis nannoplantica</i> (Skuja) G. Novarino, I.A.N.Lucas & Morrall	996	0,0378		1,18
CYA	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	144	1,7248	1,7248	53,92
CHA	<i>Staurostrum cingulum</i> (West & G.S. West) G.M.Smith	62	0,0538		1,68
TOPLAM		10246	3,20	1,72	100,00

* CRY: Cryptista divizyonu, HET: Heterokontophyta divizyonu, CYA: Cyanobacteria divizyonu, CHL: Chlorophyta divizyonu, CHA: Charophyta divizyonu

Mogan Gölü'nün Anonim (2020)'nin sığ göllerde önerilen fitoplankton biyohacim sınır değerlerine göre; Kasım ayında iki istasyonda “iyi” diğer aylar ve istasyonların “orta”, CY-BV değerleri açısından Ağustos ayında “zayıf” yalnız 2. istasyonda “kötü”, Kasım ayında “zayıf” sadece 3. istasyonda “orta”, Şubat ayında tüm istasyonlarda “iyi”, Mayıs ayında ise “zayıf” ekolojik durum gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırma boyunca Mogan Gölü'nün toplam fitoplankton biyohacmi değerleri ortalamasına göre “orta”,

Cyanobacteria biyohacmi değerleri ortalamasına göre ise “**zayıf**” ekolojik durumda olduğu belirlenmiştir.

Fitoplankton sayısının aylara ve istasyonlara göre değişimine bakıldığında, Mayıs ayında tüm istasyonlarda belirgin bir artış gözlemlenmiştir. Mayıs ayında 1. ve 2. istasyonlarda sırasıyla 13305 adet/ml ve 13172 adet/ml, 3. istasyonda ise 10246 adet/ml ile dönemsel olarak en yüksek değerleri kaydedilmiştir. Ağustos ve Kasım 2022 dönemlerinde, özellikle 3. istasyonda nispeten daha düşük değerler tespit edilmiştir. Şubat 2023 döneminde ise fitoplankton bolluğu tüm istasyonlarda benzer bir durum göstermiştir.

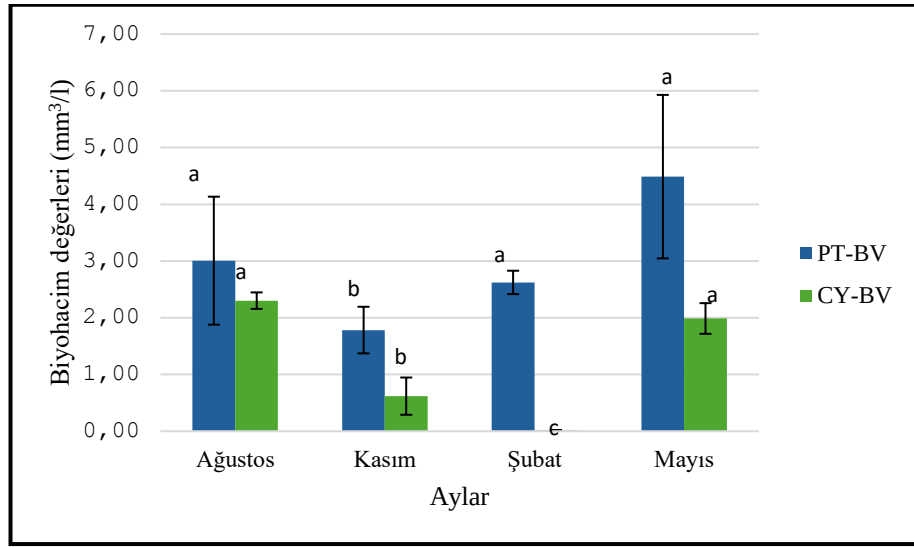


Şekil 4.2 Mogan Gölü’nde bulunan fitoplankton divizyolarının fitoplankton biyohacmi bazında aylara göre oransal dağılımı

Mogan Gölü’nde elde edilen biyohacim verilerinin oranına göre ise fitoplankton kompozisyonu mevsimsel olarak farklı divizyoların baskınlığı ile karakterize olmuştur (Şekil 4.2). Ağustos ayında Cyanobacteria (%81,89) baskın durumdayken, Chlorophyta (%11,13) ikinci sırada yer almıştır. Kasım ayında Chlorophyta (%27,03), Heterokontophyta (%24,20) ve Cyanobacteria (%33,61) divizyolarının fitoplankton üzerindeki baskınlıkları benzer seviyelerde dağılım göstermiştir. Şubat ayında ise fitoplankton kompozisyonu büyük ölçüde değişmiş, Chlorophyta (%90,72) baskın olmuştur. Mayıs ayında Cyanobacteria kompozisyonu yeniden yükselmiş (%46,04) ve

bunu Chlorophyta (%28,99) takip etmiştir. Bu dönemde Dinoflagellata (%5,71) ve Charophyta (%0,98) gibi diğer divizyoların da komünitede yer aldığı gözlemlenmiştir.

Mogan Gölü'nde aylara göre PT-BV değerlerinin değişimi istatistiki açıdan önemli bulunmuş ($p < 0,05$), Tukey testi sonuçlarına göre, Kasım ve Mayıs ayları arasında önemli fark tespit edilmiştir. Diğer aylar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir. CY-BV aylara göre önemli farklılıklar göstermiştir ($p < 0,05$). Tukey testi sonucunda Ağustos ile Mayıs ayları arasında önemli bir fark bulunmamış ancak diğer aylar arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 PT-BV ve CY-BV değerlerinin aylara göre değişimi “Farklı harf taşıyan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p < 0,05$)”

4.3 Biyolojik İndeks Sonuçları

4.3.1 Shannon-Weiner çeşitlilik indeksi (H')

Mogan Gölü H' sonuçlarına göre, en yüksek indeks değeri Mayıs 2023 döneminde, en düşük indeks değeri ise Kasım 2022 döneminde tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

4.3.2 Düzenlilik (evenness) indeksi (E)

Mogan Gölü düzenlilik indeksine (E) göre değerleri genel olarak düşük düzeyde seyretmiştir (Çizelge 4.16). Ağustos 2022’de en yüksek değer, Kasım 2022’de ise en düşük değer belirlenmiştir. Kasım ayında tüm istasyonlarda düzenlilik değerlerinin düşmesi, birkaç türün baskınlık kazandığını göstermektedir. Şubat ayında ise tekrar artış eğilimi gözlenmiştir.

4.3.3 Margalef çeşitlilik indeksi (*Dmg*)

Margalef çeşitlilik indeksine (*Dmg*) göre dönemler arasında belirgin çeşitlilik farklılıkları gözlemlenmiş, en üst *Dmg* değeri Kasım 2022 döneminde, Ağustos 2022’de ise en alt *Dmg* değeri tespit edilmiştir. Aylara ve istasyonlara göre *Dmg* değerlerinin dağılımı Çizelge 4.16’da verilmiştir.

4.3.4 Simpson çeşitlilik indeksi (S)

Mogan Gölü Simpson çeşitlilik indeksi (S) sonuçlarına göre Mayıs 2023 döneminde en üst değer, Kasım 2022 döneminde ise en alt değer tespit edilmiştir. Dönemler incelendiğinde, Kasım 2022 döneminde çeşitliliğin en düşük seviyede olduğu görülmektedir. Mayıs 2023 döneminde ise çeşitlilik değerlerinin arttığı görülmektedir (Çizelge 4.16).

4.3.5 Fitoplankton trofik indeksi (PTI)

Mogan Gölü PTI sonuçlarına göre Ağustos 2022’de en üst değer, Kasım 2022’de ise en alt değer döneminde tespit edilmiştir (Çizelge 4.16). Ortalama PTI değeri $0,76 \pm 0,52$ olup ekolojik kalite “orta” olarak tespit edilmiştir. PTI sonuçlarına göre Mogan Gölü’nde mevsimlere ve istasyonlara bağlı olarak trofik durumda farklılıklar gözlemlenmiştir.

4.3.6 Akdeniz fitoplankton trofik indeksi (Med-PTI)

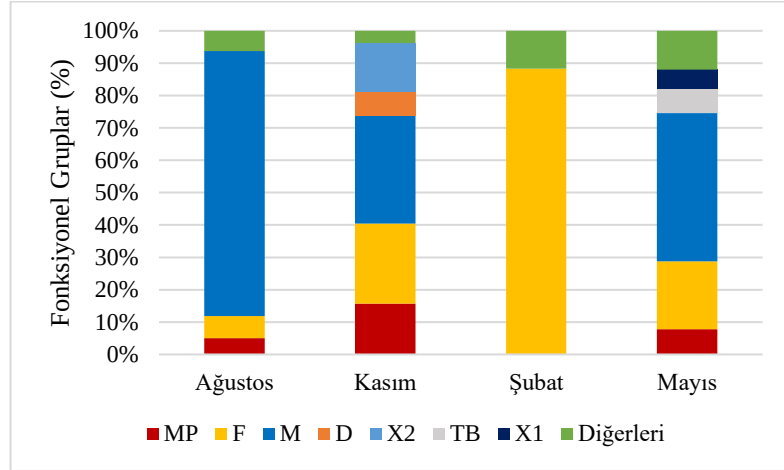
Mogan Gölü, Med-PTI sonuçlarına göre en yüksek değerler Şubat 2023 döneminde, en düşük değerler ise Ağustos 2022’de belirlenmiştir. Ortalama Med-PTI değeri $2,14 \pm 0,56$ olarak hesaplanmış, genel olarak gölde Med-PTI indeksine göre ekolojik kalite “orta” seviyede tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

4.3.7 Q indeksi

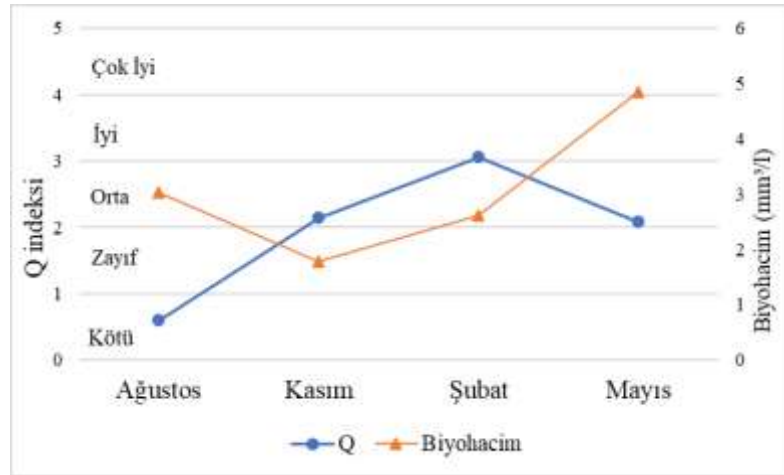
Mogan Gölü’nde ekolojik kalitenin tahmin edilmesi amacıyla 3 istasyonda gerçekleştirilen arazi çalışması sonucunda Q indeksi (fitoplankton topluluk indeksi) değerleri Çizelge 4.16’da verilmiştir. Mogan Gölü’nde tespit edilen fitoplankton türlerinin; **C** (*Stephanocyclus meneghinianus*), **D** (*Nitzschia acicularis*, *Nitzschia palea*, *Ulnaria acus*), **E** (*Dinobryon divergens*), **F** (*Botryococcus braunii*, *Korshikoviella limnetica*, *Oocystis lacustris*, *Oocystis naegelii*, *Sphaerocystis Schroeteri*), **J** (*Scenedesmus semipulcher*, *Tetraëdron minimum*), **K** (*Aphanocapsa incerta*), **Lm** (*Ceratium hirundinella*), **M** (*Microcystis aeruginosa*, *Microcystis flos-aquae*), **MP** (*Cocconeis placentula*, *Cymbella excisa*, *Ulnaria ulna*), **P** (*Fragilaria crotonensis*, *Staurostrum cingulum*), **S1** (*Planktothrix agardhii*), **TB** (*Melosira varians*), **X1** (*Monoraphidium minutum*, *Schroederia setigera*), **X2** (*Chlamydomonas globosa*, *Cryptomonas ovata*, *Cryptomonas marssonii*, *Plagioselmis nannoplantica*) fonksiyonel gruplarında olduğu belirlenmiştir. Q indeksine göre, Mogan Gölü’nün Ağustos döneminde “**kötü**”, Kasım ve Mayıs döneminde “**orta**”, Şubat döneminde ise “**iyi**” ekolojik kalite gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.5). Mogan Gölü’nde tespit edilen fitoplankton fonksiyonel gruplarının sıralı değişimi Şekil 4.4’te gösterilmiştir.

Mayıs ayında fitoplankton biyohacmi ($4,847 \text{ mm}^3/\text{l}$) en yüksek seviyeye ulaşmış aynı dönemde Q indeksi ($Q=2,07$) “orta” ekolojik kaliteyi işaret etmiştir. Benzer şekilde Ağustos ayında da biyohacim ($3,031 \text{ mm}^3/\text{l}$) yüksek bulunurken, Q indeksi 0,59 ile “kötü” ekolojik kalite durumunu göstermiştir (Çizelge 4.16). Buna karşılık, Şubat ayında Q indeksi ($Q=3,06$) “iyi” ekolojik kalite sınıfında yer almış, biyohacim ise daha düşük bir

değerde (2,623 mm³/l) tespit edilmiştir (Şekil 4.5). Çalışmada elde edilen ortalama Q değeri (1,96±1,01) “zayıf” ekolojik kaliteyi göstermiştir.



Şekil 4.4 Mogan Gölü'ndeki fitoplankton fonksiyonel gruplarının sıralı değişimi. "Diğerleri" toplam biyokütlenin %5'inden daha azını oluşturan fitoplankton türlerini temsil etmektedir.



Şekil 4.5 Mogan Gölü'nde Q indeksi ve fitoplankton biyohacminin örnekleme dönemlerine göre değişimi

4.3.8 PHYTO-TR indeksi

Mogan Gölü'nde PHYTO-TR indeksi en düşük Şubat 2023 döneminde, en yüksek Ağustos 2022 döneminde kaydedilmiştir (Çizelge 4.16). Ortalama PHYTO-TR değeri

0,31±0,63 olarak belirlenmiş, istasyonlar arasında ve dönemsel olarak belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Ortalama değerlere göre gölde ekolojik kalite “zayıf” olarak tespit edilmiştir.

4.3.9 Fitoplankton (PT-BV) ve Cyanobacteria (CY-BV) biyohacmi metriği

Araştırmada en yüksek PT-BV metriği Mayıs ayında belirlenmiş ve orta ekolojik durum göstermiştir. Ortalama PT-BV ise $2,97 \pm 1,30$ (mm³/l) olarak bulunmuş ve PT-BV’ye göre Mogan Gölü “orta” ekolojik durumda olarak değerlendirilmiştir. CY-BV değeri ise Ağustos ayında kötü durum göstermiştir. Ortalama CY-BV ise $1,23 \pm 1,01$ (mm³/l) olarak bulunmuş ve CY-BV’ye göre Mogan Gölü’nün ekolojik durumu “zayıf” olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.16).

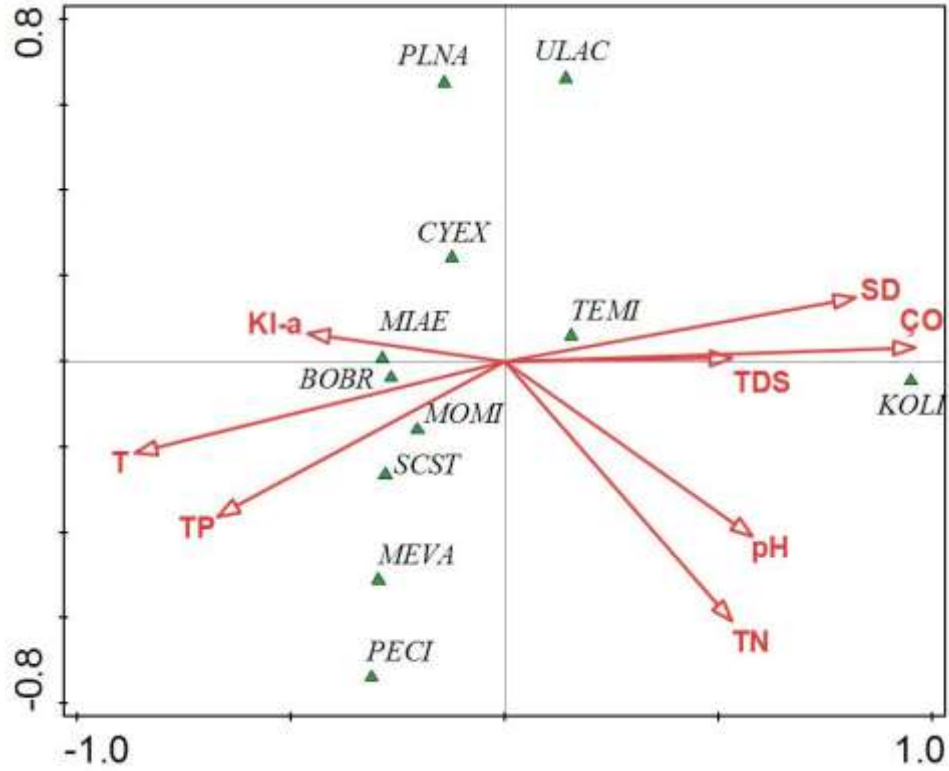
Çizelge 4.16 Mogan Gölü’nde istasyonlara ve izleme periyotlarına göre fitoplankton indeksleri*

İndeksler	PTI	Q	PHYTO-TR	PT-BV	CY-BV	Med-PTI	D Mg	S	E	H'
Ağustos 2022	1,19±0,64	0,59±0,66	1,04±0,38	3,01±1,13	2,30±0,15	1,66±0,03	1,07±0,96	0,36±0,07	0,32±0,05	0,81±0,25
Kasım 2022	0,44±0,60	2,14±0,45	0,09±0,32	1,78±0,41	0,62±0,33	2,04±0,19	2,22±0,58	0,26±0,07	0,18±0,03	0,69±0,17
Şubat 2023	0,49±0,22	3,06±0,02	-0,46±0,16	2,62±0,21	0,01±0,01	3,00±0,21	1,25±0,50	0,46±0,04	0,32±0,03	0,96±0,11
Mayıs 2023	0,92±0,26	2,07±0,54	0,57±0,17	4,49±1,44	1,99±0,27	1,85±0,15	2,18±0,84	0,47±0,06	0,28±0,02	1,07±0,15
Ort. ± St. D	0,76±0,52	1,96±1,01	0,31±0,63	2,97±1,30	1,23±1,01	2,14±0,56	1,68±0,84	0,39±0,10	0,28±0,07	0,88±0,22

*Mavi renkli indeks değerleri “çok iyi”, yeşil “iyi”, sarı “orta”, turuncu “zayıf” ve kırmızı “kötü” durumu göstermektedir.

4.4 Fitoplankton Türleri İle Su Kalitesi Parametreleri Arasındaki İlişki

Fitoplankton türleri ve fizikokimyasal parametreler arasındaki ilişki Kanonik Uyum Analizi (CCA) analizi ile incelenmiştir (Şekil 4.6). Bu analizde toplam biyohacim içindeki %1'in üzerinde olduğu tespit edilen toplam 11 tür kullanılmıştır.



Şekil 4.6 Fitoplankton türleri ve su kalitesi parametrelerine ait CCA analizi grafiği*

* BOBR: *Botryococcus braunii*, CYEX: *Cymbella excisa*, KOLI: *Korshikoviella limnetica*, MEVA: *Melosira varians*, MIAE: *Microcystis aeruginosa*, MOMI: *Monoraphidium minutum*, PECE: *Peridinium cinctum*, PLNA: *Plagioselmis nannoplantica*, SCST: *Schroederia setigera*, TEMI: *Tetraëdron minimum*, ULAC: *Ulnaria acus*

Çizelge 4.17'ye göre ilk CCA ekseninin özdeğeri 0,8940, ikinci ekseninin özdeğeri ise 0,1748'dir. Bu iki eksen, tür verilerine ait varyansın %75,22'sini göstermektedir (1. eksen %62,92; 2. eksen % 12,3). Türler-çevre korelasyonları 1. eksen için 0,9966 iken 2. eksen için 0,9698 olmuştur. Türler-çevre varyansları 1. eksen için %66,95 iken 2. eksen için %80,03'tür.

Çizelge 4.17 Mogan Gölü’ne ait CCA analizi özeti

CCA Analizi Özeti	Eksenler			
	1	2	3	4
Özdeğer	0,8940	0,1748	0,1649	0,0456
Türler-çevre korelasyonları	0,9965	0,9698	0,9256	0,9083
Tür verilerinin kümülatif yüzde varyansı	62,92	75,22	86,83	90,04
Türler-çevre ilişkisinin kümülatif yüzde varyansı	66,95	80,03	92,38	95,80

Mogan Gölü’nde su kalitesi parametreleri ile fitoplankton taksonlarının dağılımı arasındaki ilişki CCA ile incelenmiştir (Şekil 4.6). CCA sonucuna göre, bazı parametrelerin fitoplankton türleri üzerinde baskın etkiler oluşturduğu anlaşılmıştır. TP, sıcaklık ve Kl-a değişkenlerinin aynı eksen ve sol yönde yönelmesi, bu parametrelerin yüksek olduğu koşullarda *Plagioselmis nannoplanctica*, *Ulnaria acus* ve *Cymbella excisa* türlerinin daha fazla geliştiğini göstermiştir. SD, ÇO ve TDS gibi parametrelerin sağ yönde yoğunlaşması, bu çevresel koşulların farklı türlerle ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu eksen ve yer alan *Korshikoviella limnetica* ve *Tetraëdron minimum* türlerinin ÇO, TDS ve SD ile ilişkili olduğu söylenebilir.

Kl-a, sıcaklık, TP ile SD, ÇO ve TDS Şekil 4.6’ya göre Mogan Gölü’nde türlerin dağılımında önemli parametrelerdir. Türlerin büyük oranda Kl-a, sıcaklık ve TP değişkenleri çevresinde kümelenildiği gözlenmektedir. Sıcaklık parametresinin ÇO ile ters orantılı olduğu düşünüldüğünde Mogan Gölü’nde fitoplankton türlerinin dağılımında önemli bir parametre olarak belirlenmiştir. Ayrıca TP ve Kl-a parametreleri de vektörel olarak sıcaklık parametresi ile yakınlık göstermiş ve türlerin dağılımında etkili olmuştur.

4.4.1 Fitoplankton indeksleri ile su kalitesi parametreleri arasındaki ilişki

Araştırmada fitoplankton indeksleri ile su kalitesi parametreleri arasındaki ilişki Pearson korelasyon analizi ile incelenmiştir (Çizelge 4.18). Analiz sonucuna göre, PTI, Q, PHYTO-TR, SBV, PT-BV ve Med-PTI indeksleri ile bazı çevresel değişkenler arasında istatistiksel açıdan anlamlı korelasyonlar belirlenmiştir.

Sıcaklık değişkeni ile PHYTO-TR ($r = 0,925$, $p < 0,001$), CY-BV ($r = 0,971$, $p < 0,001$) ve PTI ($r = 0,602$, $p < 0,05$) arasında pozitif yönde korelasyonlar; Q ($r = -0,766$, $p < 0,01$) ve Med-PTI ($r = -0,887$, $p < 0,001$) ile negatif korelasyonlar belirlenmiştir.

pH ile Q ($r = 0,721$, $p < 0,01$) ve Med-PTI ($r = 0,704$, $p < 0,05$) ile pozitif yönde korelasyonlar, gösterirken PHYTO-TR ($r = -0,652$, $p < 0,05$) ile korelasyonunun negatif yönde önemli olduğu tespit edilmiştir.

EC ile PTI ($r = -0,608$, $p < 0,05$), PHYTO-TR ($r = -0,852$, $p < 0,001$), PT-BV ($r = -0,596$, $p < 0,05$) ve CY-BV ($r = -0,967$, $p < 0,001$) negatif; Med-PTI ($r = 0,750$, $p < 0,01$) ve Q ($r = 0,646$, $p > 0,05$) yönde anlamlı korelasyon göstermiştir.

ÇO ile PHYTO-TR ($r = -0,708$, $p < 0,05$), CY-BV ($r = -0,717$, $p < 0,01$) ile negatif yönde istatistik olarak önemli bir korelasyon göstermektedir. Med-PTI ($r = 0,881$, $p < 0,001$) ile korelasyonu pozitif yönde ve anlamlı tespit edilmiştir.

SD, Q ($r = 0,727$, $p < 0,01$) ve Med-PTI ($r = 0,861$, $p < 0,001$) ile korelasyonu pozitif yöndeyken, PHYTO-TR ($r = -0,839$, $p < 0,001$), CY-BV ($r = -0,806$, $p < 0,01$) ile negatif yönde korelasyon göstermiştir. Alkalinite ile PT-BV ($r = 0,662$, $p < 0,05$) arasında pozitif korelasyon bulunmuştur.

Kl-a ile Q ($r = -0,598$, $p < 0,05$) arasında negatif yönde, PHYTO-TR ($r = 0,615$, $p < 0,05$) ve CY-BV ($r = 0,755$, $p < 0,01$) arasında ise istatistiksel olarak pozitif yönde korelasyonlar belirlenmiştir.

TN ile Q ($r = 0,646$, $p < 0,05$) ve Med-PTI ($r = 0,606$, $p < 0,05$) arasında pozitif yönde anlamlı korelasyon tespit edilmiştir. TP ile Med-PTI ($r = -0,589$, $p < 0,05$) arasında negatif yönde korelasyon bulunmuştur. İndekslerin su kalite parametreleriyle bazıları ile pozitif bazıları ile negatif yönde ilişkili olmasının nedeni indeks skala değerlerinin farklılığından kaynaklanmaktadır.

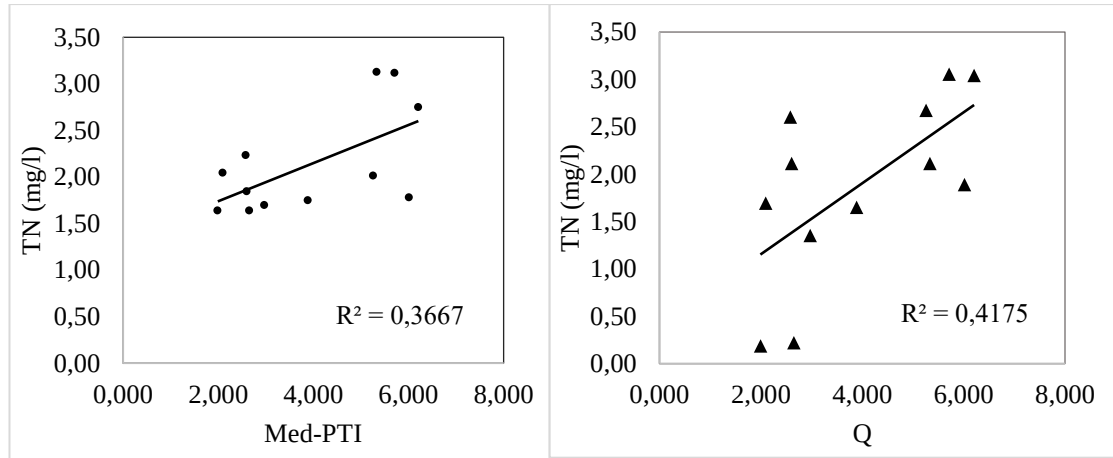
Çizelge 4.18 Mogan Gölü'nde su kalite parametreleri ile fitoplankton indeksleri arasındaki Pearson korelasyonu (n=12)

Parametreler	PTI	Q	PHYTO-TR	PT-BV	CY-BV	Med-PTI
Sıcaklık	0,602*	-0,766**	0,925***	0,400	0,971***	-0,887***
pH	-0,255	0,721**	-0,652*	0,227	-0,537	0,704*
EC	-0,608*	0,646*	-0,852***	-0,596*	-0,967***	0,750**
ÇO	-0,386	0,467	-0,708*	-0,276	-0,717**	0,881***
OD	-0,107	0,111	-0,270	0,045	-0,177	0,475
SD	-0,506	0,727**	-0,839***	-0,164	-0,806**	0,861***
Alkalinite	0,309	-0,087	0,356	0,662*	0,533	-0,301
Kl-a	0,284	-0,598*	0,615*	0,385	0,755**	-0,570
TN	-0,286	0,646*	-0,535	0,467	-0,301	0,606*
TP	-0,083	0,119	0,240	0,399	0,398	-0,589*

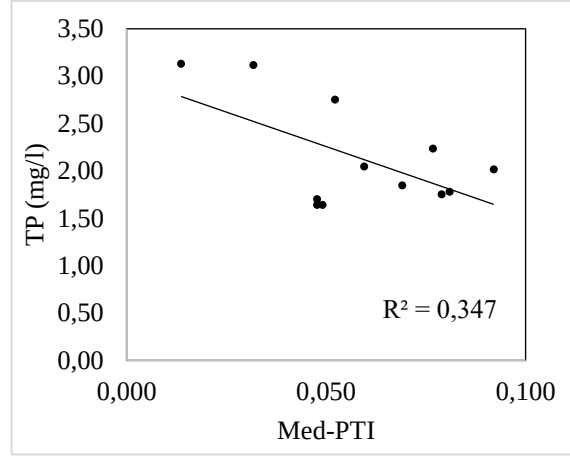
* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001

4.4.2 Fitoplankton indeksinin seçilmesi

Çalışmada öncelikli olarak fitoplanktonun gelişiminde önemli etkileri olan TN ve TP parametrelerinin istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler gösteren fitoplankton indekslerinin belirlenmesi için uygulanan Pearson korelasyon analizi sonuçları (Çizelge 4.18) incelenmiştir. Pearson korelasyon analizine göre TN parametresi ile Med-PTI ve Q indeksleri (Şekil 4.1), TP parametresi ile Med-PTI indeksi istatistiksel olarak anlamlı korelasyon göstermiştir (Şekil 4.2).

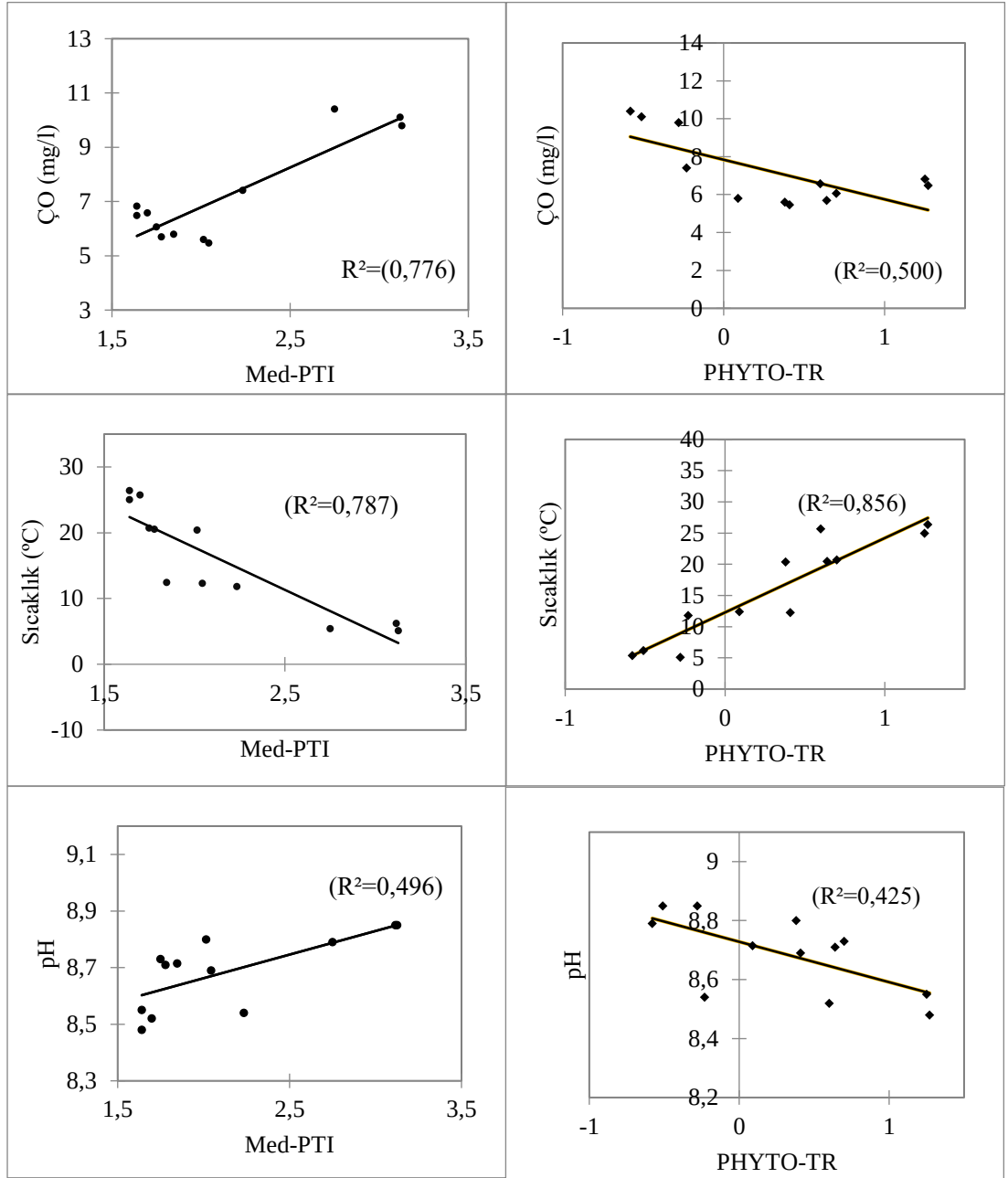


Şekil 4.7 Med-PTI ve Q indekslerinin TN ile arasındaki ilişki



Şekil 4.8 Med-PTI indeksinin TP ile arasındaki ilişki

Bu çalışmada, fitoplankton ile en ilişkili çevresel parametrelerin belirlenmesi amacıyla uygulanan CCA analizi sonuçlarına göre, fitoplankton dağılımı ile en ilişkili çevresel değişkenlerin sıcaklık, pH ve ÇO olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.6). Söz konusu parametrelerle istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler gösteren fitoplankton indekslerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen Pearson korelasyon analizine (Çizelge 4.18) göre PHYTO-TR ve Med-PTI indeksleri, sıcaklık, pH ve ÇO parametrelerinin üçüyle de istatistiksel olarak anlamlı korelasyon göstermiştir (Şekil 4.9). Bu durum, PHYTO-TR ve Med-PTI'ın çevresel stres faktörlerine karşı hassasiyet taşıdığını ve Mogan Gölü'nün ekolojik kalitesinin belirlenmesinde uygun indeksler olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 4.9 Med-PTI ve PHYTO-TR indekslerinin çözülmüş oksijen, sıcaklık ve pH arasındaki ilişki

4.5 Hidromorfolojik Durumun Değerlendirilmesi

Mogan Gölü'nde Türkiye Göl Hidromorfolojisi Değerlendirme Arazi Formu (SYGM, 2024) çerçevesinde yapılan değerlendirme sonucunda göl, sığ ve büyük göl olarak

belirlenmiştir. GHDI’de yer alan parametreler doğrultusunda gölün sığ vadi tipi içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir.

Gölün su durumu derinlik değişimleri ile su çekimi ve deşarj faaliyetlerine ilişkin verilerle değerlendirildiğinde kıyı bölgesinde oluşan izlerden yola çıkılarak göl seviyesinde yaklaşık 1 metre bir düşüş yaşandığı belirlenmiştir. İlk izleme döneminde, pompalar aracılığıyla tarımsal sulama amacıyla su çekildiği gözlemlenmiş, ancak ikinci izleme döneminde gözlenmemiştir. Ayrıca, yürütülen rekreasyon düzenlemeleri sonucu kıyı setinin doğal yapısının önemli ölçüde değiştirildiği belirlenmiştir.

Litoral bölgeye yönelik yapılan değerlendirmelere göre göl tabanında yoğun olarak sazlıklarla kaplı organik içerikli dip materyali yapısı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, özellikle gölün sığ kesimlerinde silt ve kil karakterindeki ince yapılı sedimentlerin varlığı belirlenmiştir. Göldeki seviye değişimlerine bağlı olarak, genişliği yaklaşık iki metreye kadar değişen kumsal alanların olduğu bölgeler belirlenmiştir. Ek olarak, yapılan gözlemler sonucunda makrofit varlığı ve göl içerisine uzanan ağaç köklerine rastlanmıştır. Göldeki hidromorfolojik baskı unsurlarına bakıldığında, yoğun iskele yapısının bulunduğu tespit edilmiştir. Göl çevresinde hayvancılık ve rekreasyonel etkinliklerin gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, gölün belirli kesimlerinde dolgu faaliyetleriyle kıyı yapısında düzenlemeler yapıldığı tespit edilmiştir. Gözlemler sonucunda suyun renginde hafif bulanıklık saptanmış, özellikle Ekim ayında gölde belirgin bir koku oluşumu gözlenmiştir.

CBS analizlerinde, 1985 ile 2024 yılları arasına ait uydu görüntüleri kullanılarak gölün yüzey alanı değişimi değerlendirilmiş, yüzey alanının en geniş olduğu tarihsel görüntü ile izleme dönemine ait güncel görüntü sayısallaştırılarak karşılaştırılmıştır. Akabinde kıyı setine ilişkin arazi verileri de kullanılarak, göl kıyısında gerçekleşen modifikasyonlar uydu görüntüleri üzerinde CBS ortamına aktarılmış ve bu veriler üzerinden analizler yapılmıştır (Şekil 3.2). Göl yüzey alanının uydu görüntüleri kullanılarak yapılan uzun dönemli değişiminin değerlendirilmesi kapsamında en geniş yüzey alanı 798 ha olarak hesaplanmıştır. İzleme dönemi itibarıyla yüzey alanı 638 ha olarak hesaplanmış, bu da

yaklaşık %20’lik bir azalmanın olduğu anlamına gelmektedir (158 ha). CBS analizleri kapsamında, gölün drenaj alanı 885,3 km² olarak belirlenmiş, gölü besleyen kollar üzerinde bulunan iki baraj ve göletin toplam drenaj alanı 160,9 km² olup bu alanın gölün drenaj alanına oranı %18,2 olarak hesaplanmıştır. Göl çıkışında bir regülatör bulunduğu tespit edilmiştir. Sayısallaştırılan kıyı modifikasyon verisi kullanılarak mevcut durumda göl çevresi uzunluğu 22,01 km olan Mogan Gölü, kıyı setinin modifikasyona uğradığı belirlenmiştir (%41). CORINE arazi örtüsü verilerine göre göl çevresindeki alanın %80’i tarım ve yerleşim alanı olarak kullanıldığı, bölgede orman örtüsünün bulunmadığı belirlenmiştir.

GHDİ kapsamında yapılan analiz ve değerlendirmeler sonucunda Mogan Gölü’nün hidromorfolojik değerlendirme sonuçları hesaplanmış ve Çizelge 4.19’da verilmiştir. Bu puanların ortalaması alınarak gölün genel hidromorfolojik durum puanı 3,2 olarak hesaplanmış ve SÇD’ye göre gölün hidromorfolojik durumu “**orta**” olarak bulunmuştur (Çizelge 4.19). Bu durum gölde belirli düzeyde morfolojik ve hidrolojik değişimlerin mevcut olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.19 Mogan Gölü’nün hidromorfolojik değerlendirme sonuçları

Hidromorfolojik Değerlendirme Sonuçları	1. Dönem		2. Dönem		Nihai Durum	
	Skor	Durum	Skor	Durum	Skor	Durum
Hidrolojik Modifikasyon Durumu	3,17	Orta	3,00	Orta	3,08	Orta
Morfolojik Modifikasyon Durumu	3,31	Orta	3,31	Orta	3,31	Orta
Habitat Kalitesi ve Niteliği Durumu	2,83	Orta	3,50	Zayıf	3,17	Orta
Hidromorfolojik Durum	3,13	Orta	3,28	Orta	3,20	Orta

4.6 Nihai Ekolojik Durumun Değerlendirilmesi

Mogan Gölü’nde fizikokimyasal bulgular, PHYTO-TR ve Med-PTI indeksleri kullanılarak tespit edilen biyolojik ve hidromorfolojik sonuçlara göre nihai ekolojik durum Çizelge 4.20’ de belirtilmektedir. Ekolojik durumun nihai olarak değerlendirilmesinde SÇD’ye göre “one out all out” (biri kötüyse hepsi kötü) ilkesi uygulanmıştır.

Çizelge 4.20 Mogan Gölü’nün nihai ekolojik durumu

Fizikokimyasal Durumu Etkileyen Parametreler	Fizikokimyasal Durum	Biyolojik Durum	Hidromorfolojik Durum*	Ekolojik Durum
ÇO	Sınıf II	PHYTO-TR Med-PTI	İyi ve altı (Orta)	Zayıf
pH	Sınıf III	PHYTO-TR Med-PTI	İyi ve altı (Orta)	Zayıf
EC	Sınıf III	PHYTO-TR Med-PTI	İyi ve altı (Orta)	Zayıf
TN	Sınıf II	PHYTO-TR Med-PTI	İyi ve altı (Orta)	Zayıf
TP	Sınıf I	PHYTO-TR Med-PTI	İyi ve altı (Orta)	Zayıf

*GHDİ’ye göre Hidromorfolojik durum “orta” bulunmakla birlikte SÇD’ye göre “iyi ve altı”na tekabül etmektedir.

5 TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1 Fiziksel ve Kimyasal Su Kalitesi Parametreleri

Mogan Gölü'nde yürütülen çalışmada, gölün fizikokimyasal özelliklerinde mevsimsel olarak belirgin değişimler görülmüştür. Çalışma süresinde ortalama su sıcaklığı $15,37 \pm 8,23$ °C, maksimum T ($26,22$ °C) Ağustos ayında, minimum T ($5,29$ °C) ise Şubat ayında ölçülmüştür. Su sıcaklığı değerleri Mogan Gölü'nde yapılan önceki çalışmalarla benzer bulunmuştur (Bakan 1990, Burnak ve Beklioğlu 2000, Manav ve Yerli 2008, Mangıt 2008, Yerli vd. 2012, Demir vd. 2014, Şanal 2016).

Çalışma boyunca Mogan Gölü'nde ortalama pH değeri $8,71 \pm 0,13$ olarak belirlenmiş YSKYY (Anonim 2021b) 'e göre bu parametre açısından gölün su kalitesi **Sınıf I** olarak belirlenmiştir. Bakan (1990) 7,76-9,23 arasında; Demir vd. (2014) ise pH değerlerinin 8,00-8,98 arasında değiştiğini ve yaz aylarında nispeten düşük seviyelerde seyrettiğini gözlemlemiştir. Mangıt (2008) gölde pH değerlerinin 7,54-10,01 arasında; en yüksek pH değeri (9,25) sonbaharda, en düşük değer (8,5) ise yazın (Yerli vd. 2012); Şanal (2016) pH değerini 7,9-11,18 arasında, pH değerinin ortalaması ise $9,51 \pm 1,11$ olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada ölçülen pH değerleri 8,50-8,85 arasında değişmiş olup, daha önce Mogan Gölü için bildirilen aralıklarla büyük ölçüde örtüşmektedir. Bu durum, gölün pH düzeylerinin literatürde belirtilen sınırlar içinde kaldığını göstermektedir

Mogan Gölü'nde en yüksek EC konsantrasyonu $4501,05$ µS/cm ile Şubat ayında, en düşük EC konsantrasyonu $3861,25$ µS/cm Mayıs ayında, ortalama EC ise $4197,54 \pm 300$ µS/cm bulunmuştur. Çalışma boyunca EC değerleri tüm dönemlerde oldukça yüksek bulunmuş ve YSKYY (Anonim 2021b)'e göre değerlendirildiğinde göl **III. sınıf** su kalitesi özelliği göstermiştir. Demir vd. (2014) iletkenlik konsantrasyonunu çalışmaları boyunca yüksek bulmuş (ortalama $3,37 \pm 0,68$ mS/cm) gölde iletkenlik seviyesinin kalıcı biçimde yüksek ve olduğunu ve dönemsel su bütçesi değişimlerinin bu parametre üzerinde etkili olduğunu bildirmiştir. Mangıt (2008) Mogan EC konsantrasyonunu 2,94-4,71 µS/cm; Yerli vd. (2012) en yüksek EC konsantrasyonunu yazın ($3,01 \pm 0,07$ µS/cm), en düşük ise kışın ($2,27 \pm 0,14$ µS/cm) ölçmüşlerdir. Şanal (2016) en yüksek EC'yi

(1387,50 $\mu\text{S/cm}$) Mart ayında, en düşük EC'yi ise (1221,50 $\mu\text{S/cm}$) Temmuz ayında, 1300,36 $\pm$ 45,43 $\mu\text{S/cm}$ olarak ise ortalama EC'yi belirlemiştir. Bu çalışmada EC konsantrasyonu diğer araştırmalara göre oldukça yüksek bulunmuş olup en yüksek ve en düşük konsantrasyonların belirlendiği mevsimler Şanal (2016) ile uyumludur. TDS konsantrasyonlarının en yüksek ortalama değerlerin sonbaharda, en düşük değerlerin ise ilkbaharda ölçüldüğünü bildirmiştir (Yerli vd. 2012). Bu çalışmada ise ortalama TDS 2800,88 $\pm$ 146,12 mg/l olarak bulunmuştur. Mogan Gölü'nde TDS EC değerleri ile uyumlu sonuçlar sergilemiştir. Önceki çalışmalara göre (Yerli vd. 2012) EC ve TDS'deki artışın meteorolojik ve hidrolojik koşullardaki değişimlerden kaynaklandığı söylenebilir.

Mogan Gölü'nde araştırma süresince ortalama OD (%) 78,63 $\pm$ 1,44, ortalama ÇO ise 7,19 $\pm$ 1,77 mg/l, Şubat ayında en yüksek ÇO konsantrasyonu (10,67 mg/l), Mayıs ayında ise en düşük (4,84 mg/l) ölçülmüştür. Bakan (1990) en yüksek ÇO değerini Kasım ayında (11,6 mg/l) belirlemiştir. Burnak ve Beklioğlu (2000) en yüksek ÇO konsantrasyonunu 13,2 mg/l, 2,8 mg/l en düşük konsantrasyon olarak belirlenmiş; Demir vd. (2014) ise ÇO konsantrasyonunu 4,6–10,9 mg/l aralığında; Yerli vd. (2012) ise gölde en yüksek ÇO konsantrasyonunu ilkbaharda, en düşük ÇO'yu ise yazın ölçmüşlerdir. Şanal (2016) en yüksek ÇO konsantrasyonunu Kasım ayında (11,70 mg/l), 4,85 mg/l olarak en düşük ÇO'yu ise Temmuz ayında belirlemiştir. Bu çalışmada tespit edilen ÇO konsantrasyonları (4,84-10,67 mg/l) Mogan Gölü'nde yapılan önceki araştırmalarla büyük ölçüde örtüşmektedir. Çalışmada ayrıca ortalama ÇO konsantrasyonu YSKYY (Anonim 2021b)'ye göre değerlendirilmiş ve Mogan Gölü'nün su kalitesi ortalama sonuçlara göre **Sınıf II** olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, gölün oksijen derişiminin mevsimsel sıcaklık değişimleri ve biyolojik aktivite ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir.

Gölde ortalama alkalinite değeri 299,25 $\pm$ 81,61 mg CaCO_3/l olarak belirlenmiştir. Çalışmada alkalinite değerinin Ağustos ayından sonra düştüğü, Mayıs ayında ise en yüksek değerlere ulaştığı belirlenmiştir. Demir vd. (2014) alkalinite değerlerini 240-360 mg CaCO_3/l , ortalama alkaliniteyi ise 307 $\pm$ 40 mg CaCO_3/l olarak hesaplamıştır. Yüksek alkalinite değerleri, gölün karbonat ve bikarbonat açısından zengin bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir (Wetzel 2001). Bu nedenle Mogan Gölü'nün pH değişimlerine karşı tamponlama kapasitesinin yüksek olduğu söylenebilir.

Mogan Gölü'nde en düşük SD 0,98 m Ağustos ayında, en yüksek 2,63 m olarak Şubat ayında, ortalama SD ise $1,8 \pm 0,55$ m olarak ölçülmüştür. Bakan (1990) gölde ortalama SD'yi 1,35 m en yüksek SD'yi ise 2,40 m; Burnak ve Beklioğlu (2000) gölde en yüksek SD'yi 3,15 m ile Aralık ayında; Mangıt (2008) SD'nin 0,5-2,5 m arasında değiştiğini, ortalama 1,35 m; Yerli vd. (2012) SD'nin 0,40-2,50 m arasında değiştiğini ve ortalama SD'yi ise 1,16 m; Demir vd. (2014) SD'yi ortalama 1,21 m; Şanal (2016) SD'yi 0,64-3,40 m arasında ortalama değeri ise 1,40 m olarak ölçmüştür. Bu sonuçlarla kıyaslandığında göldeki en yüksek SD değerinde düşüş, ortalama SD'de ise bir artışın olduğu görülmektedir. Mogan Gölü'nün sığ yapısı nedeniyle, dalgalar ve dikey karışımlar fitoplankton yoğunluğunu artırmakta; bu durum da SD'yi doğrudan etkilemektedir.

Mogan Gölü'nde ortalama Kl-a $7,34 \pm 3,65$ mg/m³ olarak bulunmuştur. Bakan (1990) en düşük Kl-a değerini 1,52 mg/m³ olarak Şubat ayında, 15,96 mg/m³ olarak ise Kasım ayında ölçmüş, ortalama Kl-a derişimi de $7,21 \pm 0,37$ mg/m³ olarak belirlemiştir. Akbulut ve Akbulut (2002) yaz aylarında artan sıcaklıkla birlikte Kl-a konsantrasyonunun artış gösterdiğini (36,75 µg/l), Karabacak (2003) Kl-a konsantrasyonunun 1,95-7,54 mg/m³ arasında değiştiğini, Yerli vd. (2012) Kl-a konsantrasyonunu daha yüksek olduğunu belirlemiş, Demir vd. (2014) ortalama Kl-a konsantrasyonunu $8,87 \pm 2,06$ mg/m³ olarak belirlemişlerdir. Bu sonuçlar kıyaslandığında ortalama Kl-a seviyelerinin benzer olduğu görülmektedir.

Mogan Gölü'nde ortalama TP bu çalışmada $0,06 \pm 0,02$ mg/l olarak belirlenmiş ve YSKYY (Anonim 2021b)'ye göre gölün su kalitesi **Sınıf I** olarak belirlenmiştir. Ancak OECD (1982)'ye göre trofik durum kriterlerine göre değerlendirildiğinde ortalama TP sonucuna göre göl **ötrofik** özellik göstermektedir (Coşkun ve Demir 2025). Literatürdeki bulgularla karşılaştırıldığında Karabacak (2003) Mogan Gölü'nde TP konsantrasyonunu 27,34-101,36 mg/m³ arasında; Demir vd. (2014) TP konsantrasyonunu 2006 yılında 0,032-0,078 mg/l arasında ve ortalama $0,063 \pm 0,040$ mg/l; Mangıt (2008) gölde TP ortalamasını 0,19 mg/l; Manav ve Yerli (2008) 1,7 µg/l- 4,0 µg/l arasında ve ortalama TP 2,79 µg/l; Mogan Gölü'nde 2009 yılında TP 0,09-0,44 mg/l (Olgun 2010); Şanal (2016) TP konsantrasyonunu 0,04-0,71 mg/l arasında, ortalama TP konsantrasyonunu ise $0,09 \pm 0,05$ mg/l olarak bulmuştur. Mogan Gölü'nde yapılan önceki çalışmalar ile TP

karşılaştırılırken bu çalışmada örneklerin yüzeyden alındığı göz önünde tutulmalıdır. Bununla birlikte, TP konsantrasyonunun geçmiş çalışmalara kıyasla daha düşük olduğu ancak Demir vd. (2014) ve Şanal (2016)'ın bulgularıyla benzerlik gösterdiği, Karabacak (2003) ve Mangıt (2008) ile karşılaştırıldığında ise değerlerin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Mogan Gölü'nde en yüksek TN 6,21 mg/l, en düşük TN 1,99 mg/l, tüm dönemlerin ortalaması ise $3,94 \pm 1,57$ mg/l olarak tespit edilmiş ve ortalama TN açısından YSKYY (Anonim 2021b)'e göre değerlendirildiğinde gölün su kalitesi **Sınıf II** olarak belirlenmiştir. Olgun (2010) Mogan Gölü'nde 2009 yılında TN'yi 2,58-9,41 mg/l bildirilmiştir. Şanal (2016) TN konsantrasyonunu 0,35-0,9 mg/l, ortalama TN'yi ise $0,51 \pm 0,11$ mg/l olarak belirlemiştir. Literatürde bildirilen daha yüksek TN konsantrasyonları (Olgun 2010) gölde dönemsel olarak azot birikiminin önemli düzeyde arttığını göstermekle birlikte bu çalışmada belirlenen TN ortalamasına göre Mogan Gölü azotça zengin (N-rich) göl olarak değerlendirilebilir (Poniewozik ve Lenard 2022). Şanal (2016) tarafından bildirilen daha düşük TN konsantrasyonları ise, örnekleme noktaları, yıl ve mevsimsel farklılıkların yanı sıra antropojenik baskıların etkisini yansıtır olabilir. Bu sonuçlar, gölde tarımsal faaliyet, yerleşim atıkları gibi faktörlerden kaynaklanan dış kaynaklı azot girişlerinin kontrol altına alınmasının gölün trofik durumunu iyileştirmede kritik rol oynayabileceğini göstermektedir. Çalışmada TN konsantrasyonu TP değerlendirmesinde olduğu gibi Nürnberg (2001) trofik durum kriterlerine göre değerlendirildiğinde ortalama TN sonucuna göre göl **hipertrofik** özellik göstermektedir (Coşkun ve Demir 2025).

Mogan Gölü'nde geçmişten günümüze çeşitli rehabilitasyon çalışmaları yapılmış (Topçu 2006, Anonim 2024b), özellikle 2018 ve 2020 yıllarında toplam yaklaşık 9 milyon m³ dip çamurunun çıkarılması, göldeki fosfor yükünün azaltılmasına katkı sağlamıştır (Anonim 2024b). Topçu ve Pulatsü (2017), sediment tarama gibi göl yönetim uygulamalarının özellikle fosfor yükünü sınırlamada etkili olduğunu ancak bazı kirleticiler açısından sınırlı etkili olabileceği vurgulamıştır (Binici ve Pulatsü 2022). Mogan Gölü'nde trofik durum Bakan (1990) tarafından "ötrofik", Pulatsü (1995) tarafından "mezotrofik", Manav (2003), Manav ve Yerli (2008), Demir vd. (2014), Şanal ve Demir (2018) tarafından

“ötrofik”, Coşkun ve Demir (2025)’ e göre Mogan Gölü'nün mevsimsel olarak mezotrofik ve ötrofik koşullar arasında değiştiği ancak artan azot seviyesi nedeniyle hipertrofik durumlar görüldüğü belirtilmiştir. OECD (1982) kriterlerine göre TP incelendiğinde bazı dönemlerde azalma gözlenmiş olup bu durum sediment tarama çalışmalarının gölün trofik yapısına olumlu katkı sağladığını düşündürmekle birlikte Mogan Gölü’nün trofik durumu zamansal olarak **ötrofik** özellik göstermeye devam etmektedir.

Mogan Gölü’nün mevcut trofik durumunu incelerken yalnızca fizikokimyasal parametrelerin değil fitoplankton topluluklarının yapısı, çeşitliliği ve ilgili biyolojik indekslerin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada da vurgulandığı üzere, gölün ekolojik değerlendirmesinin yapılmasında farklı biyolojik ve trofik indekslerin (PTI, PHYTO-TR, Med-PTI vb.) kullanılmasının, gölde trofik durumdaki değişimlerin incelenmesinde etkili sonuçlar verdiği düşünülmektedir.

5.2 Fitoplankton Dağılımı

Mogan Gölü’nde araştırma süresince toplam 40 fitoplankton türü teşhis edilmiş Heterokontophyta (13), Chlorophyta (13), Cryptista (3), Cyanobacteria (6), Euglenophyta (1), Charophyta (2) ve Dinoflagellata (2) tür ile temsil edilmiştir. Teşhis edilen türlerin büyük çoğunluğunu Heterokontophyta ve Chlorophyta divizyoları oluşturmuştur. Yaz ve sonbahar aylarında Cyanobacteria grubuna ait türlerin artış göstermesi, gölde ötrofikasyon baskısının mevsimsel olarak arttığını ortaya koymaktadır. Özellikle *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis flos-aquae* ve *Planktothrix agardhii* türlerinin yaz aylarında artış göstermesi bu durumu desteklemektedir. *Schroederia setigera*, *Plagioselmis nannoplanctica*, *Cymbella excisa*, *Tetraëdron minimum*, *Monoraphidium minutum* türleri devamlı olarak görülmüştür. Obalı (1978) *Shroederia setigera* ve *Oocystis* türlerinin sürekli bulunduğunu, Bakan (1990) Mogan Gölü’nde bu türlerin yanı sıra *Botryococcus braunii* türünün genellikle bulunan organizmalar olduğunu bildirmiştir. Bu türlerin varlığı, Wetzel (2001) ve Reynolds vd. (2002)’ne göre Mogan Gölü’nde yüksek bulanıklık ve düşük besin koşullarına dayanıklı Chlorophyta üyelerinin belirli dönemlerde baskınlık sağladığını göstermektedir

Geçmiş yıllarda yapılan çalışmalarda tespit edilen tür sayısının bu çalışmadan daha fazla olduğu görülmektedir. Obalı (1978) toplam 56 fitoplankton türü, Bakan (1990) 66 tür, Akbulut ve Akbulut (2002) toplam 90 tür (Bacillariophyta ve Chlorophyta'nın baskın), Atıcı vd. (2010) ise 81 fitoplankton cinsi olduğunu bildirmiştir. Yerli vd. (2012) ise Cyanobacteria'nın baskın olduğunu ve bunu Chlorophyta ile Bacillariophyta'nın izlediğini belirtmiştir. Demir vd. (2014), Bacillariophyta (%34) ağırlıklı toplam 76 tür tespit etmiş, Mayıs ayında Cyanobacteria'nın toplam biyokütlenin %63'ünü oluşturduğunu, Ağustos ayında ise koloniyal yeşil alglerin %93 oranında baskın olduğunu bildirmiştir. Şanal ve Demir (2018) tarafından 61 epifitik diyatome türü kaydedilmiş ve göldeki ötrofikasyonun arttığı vurgulanmıştır. Bu çalışmada tespit edilen tür sayısının önceki araştırmalara göre daha düşük olması, aradan geçen on yıl içinde değişen koşullara bağlı olabileceği gibi mevsimsel örnekleme sıklığı, yalnızca planktonik formların değerlendirilmesi, örnekleme dönemleri ve göldeki besin durumundaki değişimlerden kaynaklanabilir.

Mogan Gölü fitoplankton kompozisyonu zaman içinde önemli farklılıklar göstermiştir. *Microcystis aeruginosa* gibi türlerin sıcak aylarda baskın hale gelmesi ve Ağustos ayında alg patlaması görülmesi gölde ötrofikasyon sürecinin hızlandığını göstermiştir. Şubat ayındaki Chlorophyta baskınlığı, ışık geçirgenliği yüksek ve nispeten düşük sıcaklıklara sahip koşullara uyum sağladığını göstermektedir. Bu durum Reynolds vd. (2002) ve Padisák vd. (2009) tarafından bildirilen mevsimsel sıralı değişim ile uyumludur. Mayıs ayında ise Cyanobacteria ve Dinoflagellata'nın yoğunluğu, artan sıcaklık ve potansiyel besin girdileri ile ilişkilendirilebilir. Bu çalışmada elde edilen fitoplankton tür kompozisyonu ve mevsimsel dağılım verileri literatürle (Reynolds vd. 2002, Padisák vd. 2009, Yerli vd. 2012, Demir vd. 2014) uyum göstermektedir.

Mogan Gölü'nde, bütün istasyonlarda fitoplankton sayısı Mayıs ve Ağustosta yüksek bulunurken, Kasım ve Şubatta düşük bulunmuştur. Fitoplankton maksimum sayısı Mayısta 13305 adet/ml, minimumu ise Kasımda 6196 adet/ml belirlenmiştir. Araştırma süresince Ağustos ayında gölde yer yer alg patlaması görülmüştür. Mogan Gölü'nde fitoplankton sayısı Bakan (1990)'a göre (60-1354 adet/ml) daha yüksek bulunmuş ancak Kl-a derişimleri Bakan (1990) ve Obalı (1978)'nin değerleri ile benzer bulunmuştur.

Araştırma süresince fitoplankton biyohacmi 1,38 ile 6,04 mm³/l arasında değişmiştir. Ağustos ayından itibaren fitoplankton sayısında artış görülmüş ve Demir vd. (2014) ile uyumlu olarak maksimum biyohacim Mayıs'ta 6,04 mm³/l olarak belirlenmiştir. Buna karşın en yüksek Kl-a derişimi Ağustos ayında 16,87 mg/m³ olarak bulunmuştur. Kasım ve Şubat aylarında Kl-a ve biyohacim derişimlerinde benzer azalmalar saptanmıştır. Minimum biyohacim ve Kl-a Kasım'da (1,38 mm³/l; 4,35 mg/m³) saptanmıştır. Ortalama biyohacim 2,97±1,30 mm³/l olarak tespit edilmiştir. Mogan Gölü'nün PT-BV açısından trofik durumu Anonim (2020)'ye göre “**orta**”, CY-BV'ye göre (1,23±1,01 mm³/l) ise “**zayıf**” ekolojik kalite durumu göstermektedir.

Shannon-Weiner İndeksi ortalama 0,88±0,22 olarak bulunmuştur. Fitoplankton yapısının trofik durum ile ilişkisini belirlemede kullanılan (Krupa vd. 2016, Morkoyunlu Yüce ve Aktaş 2020, Pore vd. 2020, Suba vd. 2025) Shannon-Weiner İndeksi 0 ile 5 değerleri arasında değişmekte ve değerlerin yüksek olması tür zenginliğinin yüksek olduğunu göstermektedir (Shannon ve Wiener 1963). İndeks sonucu değerlendirildiğinde (Jorgensen vd. 2004, 2005, Shanthala vd. 2009) göl “**kötü**” ekolojik kalite sınıfındadır. Bu sonuç gölde fitoplankton trofik indeksleri ile biyoçeşitlilik indekslerinin benzer sonuçlara işaret ettiğini göstermektedir.

Düzenlilik (Evenness) indeksi ortalaması 0,28±0,07 olarak hesaplanmıştır. İndeks değerinin 1'e yaklaşması dağılımın düzenli olduğu anlamına gelmektedir (Jorgensen vd. 2004, 2005). İndeks sonuçları fitoplankton komünitesi içerisinde tür sayısı fazla olsa da bireylerin türler arasında eşit dağılmadığını, belirli türlerin dönemsel olarak baskınlık gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Margalef çeşitlilik indeksi ortalaması 1,69±0,84 olarak hesaplanmıştır. Düşük Margalef indeksi değerleri dinamik bir fitoplankton topluluğunu ifade ederken, genellikle az sayıda türün baskınlığını gösterir. Buna karşılık, yüksek Margalef değeri çeşitliliği baskın türlerin olmadığı dengeli bir topluluk yapısını yansıtır (Sezen 2008). Simpson çeşitlilik indeksi (S) ortalaması 0,39±0,10 olarak bulunmuştur. Simpson indeksinin 1'e yakın değerlerinde yüksek çeşitlilik ve eşit tür dağılımı söz konusuyken, bu çalışmada elde

edilen nispeten düşük değerler, Sezen (2008)'in belirttiği gibi fitoplankton komünitesindeki türlerin dengesiz dağıldığı ve çeşitliliğin zayıf olduğunu göstermektedir.

Fitoplankton trofik indeksi (PTI) ortalama değeri $0,76 \pm 0,52$ olarak belirlenmiştir. PTI indeksinin hesaplanmasında Salmaso (2003), Salmaso vd. (2006) ve Phillips vd. (2013) tarafından önerilen yöntemler esas alınmıştır. Fitoplankton türlerine ait trofik ağırlıkların belirlenmesinde, bu türlerin toplam fosfor derişimi ile olan ilişkisi değerlendirilmiştir. PTI sonucuna göre gölün ekolojik kalite sınıfı “**orta**” olarak belirlenmiştir.

Akdeniz fitoplankton trofik indeksi (Med-PTI) ortalama değeri $2,14 \pm 0,56$ olarak hesaplanmıştır. Med-PTI değeri, fitoplankton türlerinin biyohacimleri ile bu türlerin trofik ve gösterge değerleri temel alınarak hesaplanmış ve Mogan Gölü'nün “**orta**” su kalitesinde olduğu belirlenmiştir (Marchetto vd. 2009, Çelekli vd. 2018). Avrupa'daki pek çok gölde (Carvalho vd. 2008, Padisak vd. 2006, Lyche-Solheim vd. 2013, Phillips vd. 2013), Akdeniz havzasındaki rezervuarlarda (Marchetto vd. 2009) ve Türkiye'de gerçekleştirilen çalışmalarda (Çelekli ve Özpınar 2021, Coşkun 2017, Çelekli vd. 2018, Çetin vd. 2023) Med-PTI ve PTI indeksleri genel olarak çevresel parametrelerle ilişkili ve SÇD'ye göre göllerin izlenmesinde uygun indeksler olarak bulunmuştur.

Türkiye'ye özgü yeni bir göl fitoplankton kompozisyon indeksi olan PHYTO_TR ortalama değeri Mogan Gölü'nde $0,31 \pm 0,63$ olarak belirlenmiştir. Araştırma süresince istasyonlar arasında ve dönemsel olarak belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Ongun Sevindik vd. (2025) tarafından PHYTO-TR indeksi TP ve SD ile ilişkilendirilmiş, bu parametreler arasında özellikle TP ve fitoplankton biyohacmindeki değişimleri yansıtarak lentik sistemlerin ekolojik kalitesini en doğru şekilde gösterdiği belirtilmiştir. Ortalama değerlere göre Mogan Gölü'nün ekolojik durumu PHYTO-TR indeksine göre “**zayıf**” olarak belirlenmiştir.

5.3 Q İndeksi

Fitoplankton, tür çeşitliliği bakımından oldukça zengin bir organizma grubu olmakla birlikte, benzer morfolojik ve ekolojik özelliklere sahip türlerin çevresel koşullara benzer

tepkiler vermesi, onları fonksiyonel gruplar altında sınıflandırılabilir hâle getirmiştir (Mieleitner vd. 2008). Fonksiyonel gruplar, belirli çevresel koşullara benzer tepkiler veren, benzer özelliklere sahip tür topluluklarını ifade eder (Mieleitner vd. 2008). Göllerin yönetimi açısından, fitoplankton biyokütlesi ve fonksiyonel grupların (FG'lerin) dinamiklerini etkileyen etmenlerin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır (Yan vd. 2023). Ötrofik sığ göllerde fitoplankton komüniteleri çoğunlukla tek bir türün ya da aynı fonksiyonel gruba ait birkaç türün baskınlığı altında gelişmekte olup, bu durum tür yönünden oldukça fakir alg komünitelerinin oluşmasına yol açmaktadır (Borics vd. 2012). Bu komünitelerin yapısının anlaşılması, işleyiş mekanizmalarının çözümlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Yapılan çalışmalarda Q indeksi gibi fitoplankton kompozisyon ölçümlerinin çevresel parametrelerdeki mevsimsel değişikliklere ve antropojenik bozulmalara karşı hızlı bir şekilde cevap verdiği görülmüştür (Demir vd. 2014). Q indeksi, göllerde ekolojik durumun belirlenmesinde fitoplankton türlerini benzer ekolojik işlevlere ve habitat tercihinine sahip fonksiyonel gruplara ayırarak, su kütlelerinin ekolojik kalitesini belirlemede kullanılan bir indekstir. Fonksiyonel grup yaklaşımı, farklı türlerin ekosistem içindeki benzer işlevlerini ve çevresel koşullara tepkilerini dikkate alarak, fitoplankton türlerini gruplandırmak üzere belirlenmiştir (Reynolds vd. 2002; Padisák vd. 2003, 2009, Phillips vd. 2013). Padisák vd. (2009) tarafından fonksiyonel grupların belirlenmesi yaklaşımı düzenlenmiş ve toplam 31 fonksiyonel grup tanımlanmıştır. Bu gruplardan Mogan Gölü'nde tez çalışması süresince ve Demir vd. (2014) tarafından 12 fonksiyonel grup belirlenirken bu çalışmada 7 grup bulunmuştur. Her iki çalışmada belirlenen baskın fonksiyonel gruplar ve bu gruplarda yer alan türler yer verilerek karşılaştırılmıştır (Çizelge 5.1)

Q indeksine göre tez çalışması boyunca %5 ve üzerinde temsilciye sahip baskın olan fonksiyonel gruplar **MP, F, M, D, X2, T_B** ve **X1** olarak belirlenmiştir (Şekil 4.4). Mogan Gölü'nde ortalama Q indeksi $1,96 \pm 1,01$ olarak tespit edilmiş ve “**zayıf**” ekolojik kalite özelliği gösterdiği tespit edilmiştir. Demir vd. (2014) tarafından 2006 yılında yapılan araştırmada Q indeksi sonuçlarına göre Mogan Gölü “**orta**” ekolojik kalite özelliği göstermiştir. Bu durum gölün ekolojik durumunun zaman içinde bir kötüleşme sürecinde olduğuna işaret etmektedir.

Çizelge 5.1 Q İndeksine göre Mogan Gölü’nde yapılan tez çalışmasında ve Demir vd. (2014)’e göre tanımlanan fonksiyonel gruplar ile bulunduğu alan ve türleri

Fonksiyonel Gruplar (FG)	Bulunduğu Alan	Araştırmada Belirlenen Türler	Demir vd. (2014)
C	Stratifikasyon başlangıcına duyarlı türlerin bulunduğu ötrofik, küçük ve orta büyüklükteki göller		<i>Cyclotella</i> (<i>Stephanocyclus meneghinianus</i>)
D	Sığ, bulanık sular, nehirler dahil	<i>Nitzschia acicularis</i> , <i>Nitzschia palea</i> , <i>Ulnaria acus</i>	
F	Berrak, derin karışımli mezo-ötrofik göller	<i>Botryococcus braunii</i> , <i>Oocystis naegelii</i> , <i>Oocystis lacustris</i> , <i>Sphaerocystis Schroeteri</i> ,	<i>Botryococcus</i> , <i>Sphaerocystis</i> , <i>Planktosphaeria</i> , <i>Oocystis</i>
H1	Ötrofik, tabakalaşmış ve sığ, düşük azot içerikli göller		<i>Dolichospermum</i>
L_M	Ötrofik-hiperötrofik küçük-orta boyutlu göller		<i>Ceratium</i>
L_O	Derin ve sığ, oligo-ötrofik arası, orta büyüklükteki göller		<i>Merismopedia</i> , <i>Chroococcus</i> , <i>Peridinium</i>
M	Ötrofik-hiperötrofik küçük-orta büyüklükteki su kütleleri	<i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>Microcystis flos-aquae</i>	<i>Microcystis</i>
MP	Sıkça karışan, inorganik olarak bulanık sığ göller	<i>Cocconeis placentula</i> , <i>Cymbella excisa</i> , <i>Ulnaria ulna</i>	
P	2–3 m derinliğinde sürekli veya yarı karışmış göl tabakası; sığ göllerde ya da tabakalaşmış göllerin epilimnionunda		<i>Aulacoseira</i>
S1	Bulanık ve karışmış ortamlar; yalnızca gölgeye uyumlu siyanoprokaryotları içerir		<i>Phormidium</i> , <i>Planktothrix</i>
T_B	Yüksek akışlı ortamlar (dere ve akarsular)	<i>Melosira varians</i>	
W1	Hayvancılık veya kanalizasyon kaynaklı organik madde açısından zengin göletler, geçici de olabilir		<i>Euglena</i>
Y	Çoğunlukla büyük criptomonadlar ile küçük dinoflagellatları içeren, küçük, zengin göller ile hemen hemen tüm lentik geniş bir habitat yelpazesini ifade eder		<i>Cryptomonas</i>
X1	Sığ, ötrofik-hiperötrofik ortamlar	<i>Schroederia setigera</i> , <i>Monoraphidium minutum</i>	<i>Monoraphidium</i> , <i>Korshikoviella</i> , <i>Schroederia</i>
X2	Sığ, mezo-ötrofik ortamlar	<i>Chlamydomonas globosa</i> , <i>Plagioselmis nannoplantica</i> , <i>Cryptomonas ovata</i> , <i>Cryptomonas marssonii</i>	<i>Chlamydomonas</i>

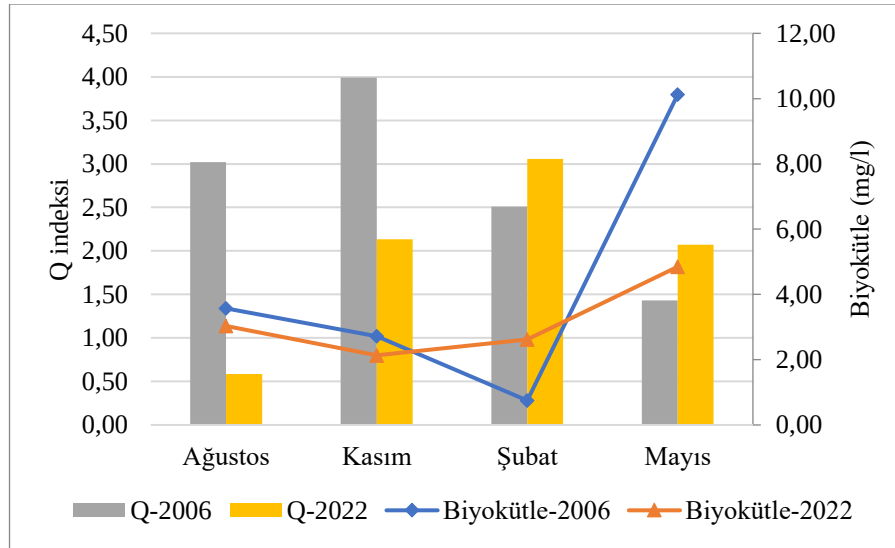
Mogan Gölü'nde yürütülen çalışma boyunca **M** grubu Ağustos, Kasım ve Mayıs aylarında baskın olurken, **F** grubu Şubat ayında baskın olmuştur. Bu durum gölün kış döneminde berrak ve karışım koşullarına yaklaştığını göstermektedir (Padisák vd. 2003). **F** grubu (*Sphaerocystis schroeteri*, *Botryococcus braunii*, *Oocystis naegelii*, *Oocystis lacustris*) koloni oluşturan ve tür zenginliği yüksek ancak toplam biyokütlesi düşük göllerde yaygın olarak bildirilmiştir (Reynolds et al. 2002, Padisák et al. 2003). **M** grubu türleri (*Microcystis*) ise genellikle günlük karışmanın ve sıcaklığın yüksek olduğu küçük ötrofik ve hiperötrofik göllerde bulunmaktadır (Reynolds vd. 2002, Padisak vd. 2009). **M** fonksiyonel grubu (Nan vd. 2020), Demir vd. (2014)'ne göre Ekim ayında Mogan Gölü'nde öne çıkarken bu çalışmada Ağustos, Kasım ve Mayıs aylarında baskın grup olmuştur. **F** grubu Demir vd. (2014)'e göre baskın gruplar arasında son sırada yer almasına rağmen bu çalışmada Şubat ayında en baskın grup olmuştur. Padisák vd. (2003) tarafından Macaristan'ın sığ göllerinde **F** fonksiyonel grubunun düşük fitoplankton biyokütlesi koşullarında ortaya çıktığı bildirilmiştir. Şubat ayında Mogan Gölü'nde tespit edilen düşük biyokütle ve yüksek su berraklığı ile bu bulgu uyumluluk göstermektedir.

Çalışma süresince tespit edilen **MP**, **F**, **M**, **D**, **X2**, **T_B** ve **X1** grupları, genellikle ötrofik veya hipertrofik koşullarda baskın hale gelen türleri içermektedir. Özellikle **MP** grubunun temsilcileri olan *Cymbella excisa* ve *Cocconeis placentula*, inorganik bulanıklığın yoğun olduğu sığ ve karışan göllerde gelişim göstermektedir. Bununla birlikte, **X1** ve **X2** gibi grupların tüm dönemlerde bulunması, gölde fitoplankton kompozisyonunun düşük ışık geçirgenliği ve artan besin yüküyle şekillendiğini düşündürmektedir. **X2** grubu içinde yer alan *Plagioselmis nannoplanctica* çalışmada tüm istasyonlarda kaydedilmiş olup mezo-ötrofik sistemlerin önemli bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Padisak vd. 2009, Wisniewska ve Dembowska 2017).

Baskın fonksiyonel grupların yanı sıra Mogan Gölü'nde **C**, **E**, **J**, **K**, **LM**, **L₀**, **P** ve **S1** gibi farklı çevresel toleranslara sahip fonksiyonel grupların varlığı da tespit edilmiştir. Bu gruplar, çoğunlukla besin maddelerinin yükseldiği, ışık geçirgenliğinin azaldığı veya kararsız karışım koşullarının hâkim olduğu sistemlerde görülmektedir. Özellikle **J**, **LM**, **M** ve **S1** gruplarının varlığı Mogan Gölü su kalitesinde bozulmaya işaret etmektedir (Padisák vd. 2009, Belkinova vd. 2014). **M** ve **S1** gruplarının varlığı, azot ve fosfor

birikiminin artmasıyla birlikte, toksin üreticisi Cyanobacteria üyelerinin gölde bulunabileceğini göstermektedir. *Microcystis aeruginosa* gibi türlerin yüksek biyokütleyle ulaşması Padisák vd. (2009), Belkinova vd. (2014), Wisniewska ve Dembowska (2017)’a göre gölde ötrofikasyonun biyolojik bir kanıtı niteliğindedir.

Demir vd. (2014) tarafından fonksiyonel gruplar incelendiğinde, Mogan Gölü için mevsimsel olarak $X2 \rightarrow L_0 \rightarrow F \rightarrow S1 \rightarrow M \rightarrow F$ sıralamasının izlediği görülürken, bu çalışmada $M \rightarrow M \rightarrow F \rightarrow M \rightarrow$ şeklinde fonksiyonel gruplar mevsimsel olarak baskın gruplar olmuştur. Mogan Gölü’ndeki mevsimsel veriler, fitoplankton biyokütlesi ile Q indeksi arasında ters yönlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. Özellikle yüksek biyokütle seviyelerinin çeşitlilik artışıyla değil, çoğunlukla birkaç türün baskınlığıyla ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Sığ göller üzerine yapılan çalışmalarda, fitoplankton biyokütlesinin $20 \text{ mm}^3/\text{l}$ ’yi aşması durumunda komünitedeki çeşitliliğin azaldığı ve daha düşük Q indeks değerlerinin ortaya çıktığı rapor edilmiştir (Belkinova vd. 2014). Bu bağlamda, Mogan Gölü’nde yüksek üretkenliğe rağmen düşük Q indeksleri, bozulmuş bir tür kompozisyonuna ve ekolojik kalitenin zayıfladığına işaret etmektedir.



Şekil 5.1 Mogan Gölü’nde Q indeksi ve fitoplankton biyohacminin 2006 ve 2022 yılları arasındaki değişimi

Demir vd. (2014) Mogan Gölü’nde Eylül ve Ekim aylarında **S1** ve **M** gruplarının etkisiyle Q indeksi değerlerinin orta düzeylere gerilediği, Kasım ayında ise ekolojik kalitenin

yeniden iyileşerek “iyi” sınıfa yükseldiğini bildirmiştir. Aynı çalışmada gölün ortalama Q indeks değeri 2,6 olarak hesaplanmış ve göl mezotrofik ile mezo-ötrofik sınırları arasında yer almıştır. Bu çalışmada elde edilen bulgularla karşılaştırıldığında, Şubat ayında gözlenen yüksek Q indeksi (3,06) ile ekolojik kalitenin geçici olarak iyileştiği, ancak Ağustos ve Mayıs aylarında daha düşük indeks değerleriyle kalite düzeyinin zayıfladığı görülmektedir (Şekil 5.1). Mevsimsel olarak gözlenen bu değişimler fitoplankton komünitesindeki yapısal değişimlerin su kalitesi üzerine doğrudan etkisini yansıtmakta ve Q indeksinin bu değişimlerini belirlemede kullanılan bir gösterge olduğunu desteklemektedir (Demir vd. 2014).

Tüm bu grupların ortak özelliği olan yüksek besin toleransı, Mogan Gölü’nün sürdürülebilir ekolojik durumuna yönelik olumsuz sinyaller vermektedir. Ortalama Q indeksinin düşük çıkması (Q=1,96) ve Padisák vd. (2009) tarafından tanımlanan bozulma eğilimi gösteren grupların baskınlığı, gölde ötrofikasyon sürecinin etkin olduğuna işaret etmektedir.

5.4 Fitoplankton ve Fizikokimyasal Parametreler Arasındaki İlişki

Fitoplankton türleri ve fizikokimyasal parametrelerle ilişkisi Kanonik Uyum Analizi (CCA) analizine göre fitoplankton türleri üzerinde ÇO, su sıcaklığı, pH, TP ve Kl-a’nın etkili olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte ÇO ile sıcaklık, Kl-a, su sıcaklığı ve TP değerleri arasında ters ilişki olduğu ve türlerin bu parametreler etrafında yoğunlaştığı tespit edilmiştir.

CCA analizinde sıcaklık, pH ve ÇO parametrelerinin fitoplankton türlerinin dağılımı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. *Monoraphidium minutum* ve *Tetraëdron minimum* gibi türlerin sıcaklıkla pozitif ilişki göstermesi, bu türlerin sıcak dönemlerde artış gösterdiğini bildiren Hutchinson (1967) ile uyumludur. *Peridinium cinctum* türünün hafif alkali pH'a sahip ötrofik göllerde baskın olabileceği (Wetzel 2001), *Cymbella excisa* ve *Ulnaria acus* türlerinin ise mezotrofik-ötrofik koşullara uyum sağladığı bildirilmiştir (Lange-Bertalot 1979, Cox 1996). *Plagioselmis nannoplanctica* türünün mezo-ötrofik sığ

göllerde yaygın olarak bulunduğu ve çözünmüş oksijenle ilişkili olduğu önceki çalışmalarla ortaya konmuştur (Reynolds vd. 2002, Padisák vd. 2009).

Su kalitesi parametrelerinin fitoplankton indeksleri ile ilişkisinin incelendiği korelasyon analizinde sıcaklık ($r= 0,971$ $p<0,001$), pH ($r= 0,721$ $p<0,01$), ÇO ($r= 0,881$ $p<0,001$), SD ($r= 0,861$ $p<0,001$), alkalinite ($r= 0,739$ $p<0,01$), Kl-*a* ($r= 0,755$ $p<0,01$), TN ($r= 0,646$ $p <0,05$) ve TP ($r= 0,739$ $p<0,01$) değerleri elde edilmiştir. CCA ve Pearson korelasyon analizi sonuçlarına göre sıcaklık, pH ve ÇO parametreleri fitoplankton türleri ve indekslerle ilişkili bulunmuştur. Q indeksi, pH ve sıcaklık ile anlamlı ilişki göstermiştir. Fonksiyonel grup temelli olması, gölde ekolojik durumun değerlendirilmesi açısından avantajlıdır ancak bu çalışmada ÇO ile ilişkisi diğer indekslerle karşılaştırıldığında düşük bulunmuştur. PTI indeksi, Türkiye’deki 70 lentik sistemde uygulanmış orta ve zayıf ekolojik kalite sınıflarına sahip göllerde sonuç vermiş, bu durum farklı trofik özelliklere sahip sistemleri ayırt etmede yetersiz kaldığını ortaya koymuştur. Ancak PHYTO-TR indeksi Türkiye gölleri için daha duyarlı sonuç vermiştir (Ongun Sevindik vd. 2025). Elde edilen bulgular doğrultusunda, Mogan Gölü’nün trofik durumunu yansıtmada PHYTO-TR ve Med-PTI indekslerinin, sıcaklık, pH ve ÇO parametreleri ile istatistiksel olarak anlamlı korelasyon göstermesi ve çevresel değişkenlere duyarlılığın yüksek olması nedeniyle Mogan Gölü için en uygun değerlendirme araçları olduğu sonucuna varılmıştır. Pore vd. (2020) rekreasyonel alan olarak kullanılan Krishnasayar Gölü’nde CCA sonuçlarına göre, fitoplankton grupları dağılımında pH ve ÇO konsantrasyonlarının etkili olduğunu, Çelekli ve Özpinar (2021) Burç Barajı’nda su sıcaklığının fitoplanktonun zamansal ve yersel dağılımında etkili olduğunu bildirmişlerdir.

5.5 Ekolojik Durum

Mogan Gölü, 2006 yılında yapılan bir çalışmada fitoplankton kalite elementine göre “orta” ekolojik durumda olarak tanımlanmıştır (Demir vd. 2014). Gölün ekolojik durumu sucul makrofitlere göre 2003’te orta olarak belirlenirken 2013’te “kötü” olarak bildirilmiştir (Şanal vd. 2015). Epifitik diyatomelere ilişkin hesaplanan farklı indekslere göre ise gölün ekolojik durumunun III. sınıf (orta) ekolojik kalitede olduğu (Şanal ve

Demir 2018), Kl-a derişimi, SD ve TP derişimine göre Mogan Gölü'nün ötrofik olduğu bildirilmiştir (Manav ve Yerli 2008, Yerli vd. 2012).

Avrupa'da göllerin hidromorfolojik durumunun belirlenmesine yönelik farklı araştırmacılar tarafından geliştirilen (Baker vd. 1997, Rowan vd. 2006a, 2006b; Rowan 2008, Siligardi vd. 2010, Peterlin ve Urbani 2013) eşitli indeksler kullanılmakla birlikte, Türkiye'de ülke şartlarına özgü kriterlere dayanarak geliştirilen Gl Hidromorfolojisi Değerlendirme İndeksi (GHDİ) bu çalışmada uygulanmış (Anonim 2021) ve Mogan Gölü'nün hidromorfolojik durumu “**orta**” olarak tespit edilmiştir. Gölde kıyı modifikasyonları ile rekreasyonel kullanıma bağlı baskıların önemli seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Geçmiş yıllarda yapılan dip çamuru çıkarımı ve diğer rehabilitasyon çalışmaları bazı parametrelerde iyileşme sağladığı belirlense de gölde dış kaynaklı kirlilik baskısının devam ettiği anlaşılmaktadır.

Mogan Gölü'nde fitoplankton topluluklarındaki ve metriklerindeki değişimleri ortaya koymak öncelikli hedef olup “*Su Kaynaklarının Sayısallaştırılması; Tipoloji, Kütle ve Risk alışmalarının Yapılarak İzleme Programlarının Hazırlanması Projesi*” (SYGM 2021) ile güncellenen gölün mevcut tipolojisi incelenmiş olup “*Türkiye'de Referans Alan İzleme Ağının Kurulması Projesi*” (SYGM 2020) doğrultusunda aynı tiplere denk gelen referans göller değerlendirilmiş, Mogan Gölü'nün ekolojik kalite oranı belirlenmiştir. Mogan Gölü'nün ekolojik kalite durumu Med-PTI (EQR=0,64) ve PHYTO-TR (EQR=0,36) indekslerinin ekolojik kalite oranları hesaplandığında her iki indeks sonucuna göre “**zayıf**” bulunmuştur.

Sonuç olarak, bu tez çalışması kapsamında Mogan Gölü'nün fiziko-kimyasal, biyolojik ve hidromorfolojik özellikleri bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmiş ve gölün genel ekolojik durumu mevsimsel olarak değişkenlik gösteren ötrofik karakterde değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen veriler, gölde özellikle yaz ve sonbahar aylarında ötrofikasyon baskısının arttığını, Kl-a ve TN konsantrasyonlarının zaman zaman yüksek değerlere ulaştığını göstermektedir. PHYTO-TR ve Med-PTI gibi fitoplankton temelli indekslerin, su kalitesindeki değişimleri yansıtmada etkili olduğu ve özellikle sıcaklık, pH ve O gibi parametrelerle anlamlı ilişkiler gösterdiği belirlenmiştir.

Fitoplankton kompozisyonu, biyokütle değişimleri ve trofik durum göstergeleri gölde özellikle yaz ve sonbahar dönemlerinde ekolojik kalitenin zayıfladığını göstermektedir.

Ayrıca bu çalışma ile göllerin korunması ve sürdürülebilir yönetimi için fitoplankton kalite elementinin ve uzun dönemli izlemelerin önemi ortaya konmuştur. Mogan Gölü'nün ekolojik durumunun iyileştirilmesi için dış kaynaklı kirlilik baskısının azaltılması ile su kalitesi ve biyolojik izleme çalışmalarının periyodik olarak devam etmesinin gerekli olduğu sonucuna varılmıştır. Gerçekleştirilecek izlemelerde ve restorasyon çalışmalarında gölün ekosistem bazında izlenmesi ve bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akbulut, N. E. 1998. Biomass Analysis of Dominant Zooplanktonic Organisms Living in Lake Mogan (Turkey) *Journal of Zoology* 22, 333-339.
- Akbulut, N., & Akbulut, A. 2002. The plankton composition of Lake Mogan in Central Anatolia. *Zoology in the Middle East*, 27, 107- 116.
- Altındağ, A., Yiğit, S., & Ergönöl, M. 2007. The Zooplankton Community of Lake Mogan, Turkey. *Journal of Freshwater Ecology*, 22, 709- 711.
- Anonim. 1995. Gölbaşı Mogan Eymir Gölleri için su kaynakları ve çevre yönetim planı projesi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 680 s.
- Anonim. 2021a. Tarım ve Orman Bakanlığından Nehir ve Göl Hidromorfolojik İzleme Tebliği. 28/01/2021 tarihli ve 31378 sayılı. (<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/01/20210128-7.htm>). Erişim Tarihi; 06.07.2022.
- Anonim. 2021b. Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği. 16 Haziran 2021 tarih ve 31513 sayılı Resmî Gazete (Sayı: 29327). Web (<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/06/20210616-1.htm>). Erişim tarihi: 26.02.2024
- Anonim. 2024a. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü. Web Sitesi: (<https://tvk.csb.gov.tr/golbasi-i-394>). Erişim tarihi: 26.02.2024
- Anonim. 2024b. Web sitesi: <https://www.ankaragolbasi.bel.tr/haberler/mogan-golu-nde-temizlik-calismalari-devam-ediyor-30007.html>. Erişim tarihi: 26.07.2024
- Anonymous. 2003. Water Quality-Guidance Standard for the Routine Analysis of Phytoplankton Abundance and Composition Using Inverted Microscopy (Utermöhl Technique). (CEN TC 230/WG 2/TG 3/N73), 37p.
- Ansari, A. A., Gill, S. S., & Khan, F. A. 2010. Eutrophication: threat to aquatic ecosystems. In *Eutrophication: causes, consequences and control* (pp. 143-170). Springer Netherlands.
- Apaydın, A., & Ocakoğlu, F. 2020. Response of the Mogan and Eymir lakes (Ankara, Central Anatolia) to global warming: Extreme events in the last 100 years. *Journal of Arid Environments*, 183, 104299.
- APHA. 1998. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Ed., American Public Health Association, 1193p. Washington.

- Atıcı, T., Obalı, O., Altındağ, A., Ahıska, S., & Aydın, D. 2010. The accumulation of heavy metals (Cd, Pb, Hg, Cr) and their state in phytoplanktonic algae and zooplanktonic organisms in Beyşehir Lake and Mogan Lake, Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 9(4).
- Atıcı, T. 2021. Topçam Baraj Gölü (Mesudiye, Ordu) Fitoplanktonik Algleri ve Su Kalite Değerlendirmesi. *Türler ve Habitatlar*, 2(1), 54-67.
- Atıcı, T., & A. Alaş. 2012. A study on the trophic status and phytoplanktonic algae of Mamasin Dam Lake (Aksaray-Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12(3).
- Atıcı, T., & Tokatlı, C. 2014. Algal diversity and water quality assessment with cluster analysis of four freshwater lakes (Mogan, Abant, Karagöl and Poyrazlar) of Turkey. *Wulfenia*, 21(4), 155-169.
- Azlak, M. 2015. Su Çerçeve Direktifine Göre Hidromorfoloji, Hidromorfolojik İzleme ve Türkiye İçin Öneri Geliştirme. Uzmanlık Tezi. Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Ankara.
- Azlak, M., Yıldırım, E., Faydaoğlu, E., Anul, N., & Dikmen, B. 2017. An approach for monitoring and assessment of hydromorphological water quality at different waterbody types by using standard method. *Proceedings of the International Water Resources Association (IWRA)*, Mexico.
- Bakan, A.N., Mogan Gölü'nün Primer Prodüksiyonu Üzerine Bir Araştırma, (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (1990).
- Baker, J. R., Peck, D. V., & Sutton, D. W. 1997. Environmental monitoring and assessment program surface waters: field operations manual for lakes. US Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- Barinova, S., Krupa, E., Tsoy, V., & Ponamareva, L. 2018. The application of phytoplankton in ecological assessment of the Balkhash Lake (Kazakhstan). *Applied Ecology & Environmental Research*, 16(3).
- Batu, A., & Akbulut, N. E. 2018. The Investigation On The Blue-Green Algae Of Mogan Lake, Beytepe Pond And Delice River (Kızılırmak). *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series C Biology*, 27(2), 1-16.
- Baykal, T., & Açıkgöz, İ. 2004. Hirfanlı Baraj Gölü Algleri. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 115-136.
- Beklioglu, M., Meerhoff, M., Søndergaard, M., Jeppesen, E. 2010. Eutrophication and Restoration of Shallow Lakes from a Cold Temperate to a Warm Mediterranean and a (Sub)Tropical Climate. In: Ansari, A., Singh Gill, S., Lanza, G., Rast, W. (eds) *Eutrophication: causes, consequences and control*. Springer, Dordrecht.

- Bellinger, E.G. and Sigeo, D.C. 2010. Freshwater Algae, Identification and Use as Bioindicators, 271 p.
- Belkinova, D., Padisák, J., Gecheva, G., & Cheshmedjiev, S. 2014. Phytoplankton based assessment of ecological status of Bulgarian lakes and comparison of metrics within the water framework directive. *Applied ecology and environmental research*, 12(1), 83-103.
- Binici, A., Pulatsü, S. 2021. Mogan Gölü (Ankara)'nde Sediment Taramasının Yüzey Sedimenti Besin Elementlerine Etkisinin Belirlenmesi. *Ziraat Mühendisliği* (373), 61-68 DOI: 10.33724/zm.938642
- Binici, A., & Pulatsü, S. 2022. Ecological risk assessment of heavy metals after dredging in Mogan Lake, Turkey. *Ege Journal of Fisheries & Aquatic Sciences (EgeJFAS)/Su Ürünleri Dergisi*, 39(3).
- Binici, A., Pulatsü, S., & Bursa, N. 2021. Evaluation of Sediment Dredging on Heavy Metal Concentrations in Mogan Lake's Sediment (Ankara, Turkey). *COMU Journal of Marine Sciences and Fisheries*, 4(2), 159-167.
- Borics, G., Tóthmérész, B., Lukács, B. A., & Várbíró, G. 2012. Functional groups of phytoplankton shaping diversity of shallow lake ecosystems. *Phytoplankton responses to human impacts at different scales*, 251-262.
- Boon, P., Argillier, C., Boggero, A., Ciampittiello, M., England, J., Peterlin, M., Radulović, S., Rowan, J., Soszka, H. & Urbanič, G. 2019. Developing a standard approach for assessing the hydromorphology of lakes in Europe. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 29(4), 655-669.
- Burnak, S. L., & Beklioğlu, M. 2000. Macrophyte-dominated clearwater state of Lake Mogan. *Turkish Journal of Zoology*, 24(3), 305-314.
- Carvalho, L., Solimini, A., Phillips, G. et al. 2008. Chlorophyll reference conditions for European lake types used for intercalibration of ecological status. *Aquat Ecol* 42, 203–211 (2008). <https://doi.org/10.1007/s10452-008-9189-4>
- Cao, J., Hou, Z., Li, Z., Chu, Z., Yang, P., & Zheng, B. 2018. Succession of phytoplankton functional groups and their driving factors in a subtropical plateau lake. *Science of the Total Environment*, 631, 1127-1137.
- Cheshmedjiev, S., Belkinova, D., Mladenov, R., Dimitrova-Dyulgerova, I., & Gecheva, G. 2010. Phytoplankton Based Assessment of the Ecological Status and Ecological Potential of Lake Types in Bulgaria. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 24(sup1), 14–25.
- Cirik, S., Gökpınar Ş., 2006. Plankton Bilgisi ve Kültürü, Ege Üniversitesi Yayınları, Su Ürünleri Fakültesi Yayın No:47, Bornova- İzmir, 2006.

- Cooke GD, Welch EB, Newroth PR. 1993. Restoration and Management of Lakes and Reservoirs, 2nd ed. Lewis Publishers, Boca Raton.
- Coşkun, D., & Ertan, Ö. 2016. Eğirdir Gölü (Hoyran Bölgesi) Fitoplanktonik Alg Florası Üzerine Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20(1), 16-26.
- Coşkun, T. 2017. Abant Gölü'nde ekolojik durumun tahmininde fitoplankton ve epifitik diyatome topluluklarının kullanılması. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, 190, Ankara.
- Coşkun, T., & Demir, N. 2018. Application of water quality index to Lake Abant, Türkiye. Paper presented at the International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology (EurasianSciEnTech 2018), November 22–23, Ankara, Türkiye.
- Coşkun, D., & Demir, N. 2025. Evaluation of the Current Trophic Status of Lake Mogan, a Natural Recreation Area of Ankara (Türkiye). Proceedings of the Ankara International Congress on Scientific Research-XI, 10-12 Jan. 2025, Ankara, Türkiye, pp. 154-163.
- Cox, E.J. 1996. Identification of Freshwater Diatoms from Live Material. Chapman and Hall, 158 p., London.
- Crossetti, L. O., Stenger-Kovács, C., & Padisák, J. 2013. Coherence of phytoplankton and attached diatom-based ecological status assessment in Lake Balaton. Hydrobiologia, 716, 87-101.
- Çelekli, A., Obalı, O., Külköylüoğlu, 2007. The Phytoplankton Community (except Bacillariophyceae) of Lake Abant (Bolu, Turkey). Turkish Journal of Botanic, 31, 109-124.
- Çelekli, A., Toudjani, A. A., Lekesiz, H. Ö., Kayhan, S., & Çetin, T. 2018. Bioassessment of ecological status of three Aegean reservoirs based on phytoplankton metrics. Turkish Journal of Water Science and Management, 2(1), 76-99.
- Çelekli, A., & Özpınar, G. 2021. Ecological assessment of Burç Reservoir's surface water (Turkey) using phytoplankton metrics and multivariate approach. Turkish Journal of Botany, 45(5), 522-539.
- Çelekli, A., Lekesiz, Ö. and Çetin, T. 2024. Eco-assessment of phytoplankton composition in relation to environmental conditions of saltwater and freshwater lakes in the Konya Closed Basin (Türkiye). Turkish Journal of Botany: Vol. 48: No. 3, Article 5.
- Çelik, K., & Ongun, T. 2007. The relationships between certain physical and chemical variables and the seasonal dynamics of phytoplankton assemblages of two inlets

- of a shallow hypertrophic lake with different nutrient inputs. *Environmental Monitoring and Assessment*, 124, 321-330.
- Çetin, T. 2017. Yukarı Sakarya Havzası'nda Ekolojik Durumun Tahmininde Fitobentozun Kullanımı. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı. Doktora Tezi. 136, Ankara.
- Çetin, T. 2023. A Phytoplankton Composition Index Response to Eutrophication in Turkish Lakes and Reservoirs. *Water, Air, & Soil Pollution*, 234(6), 343. PHYTO-TR v2023.05 Calculation Excel File
- Çetin, T. & Demir, N. 2023. Aras, Çoruh ve Doğu Karadeniz Havzalarındaki Yüksek Rakımlı Göllerde Fitoplankton Tür Kompozisyonu ve Biyokütlesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 8(3), 352-360.
- Çetin, T., Coşkun, T., & Demir, N. 2023. Yeşilirmak havzasının yüksek rakımlı, küçük ve derin göllerinde fitoplankton indeksleri ve trofik durumun değerlendirilmesi. *Acta Aquatica Turcica*, 19(4), 298-311.
- Dalkıran, N., Karacaoğlu, D., Dere, Ş., Çınar, Ş., Bulut, C., & Savaşer, S. 2016. Uluabat Gölü Fitoplankton'unun Tür Kompozisyonu ve Zamansal-Mekansal Değişimi.
- Dalu, T., Tambara, E., Chari, L. D., Moyo, S., & Nhiwatiwa, T. 2016. A test of the Lake Habitat Survey method in Cleveland Reservoir and Lake Chivero (Manyame River Basin, Zimbabwe). *Water SA*, 42(1), 102-111.
- Dembowska, E. A., Napiórkowski, P., Mieszcankin, T., & Józefowicz, S. 2015. Planktonic indices in the evaluation of the ecological status and the trophic state of the longest lake in Poland. *Ecological Indicators*, 56, 15-22.
- Demir, A. N., Fakıoğlu, Ö., & Dural, B. 2014. Phytoplankton functional groups provide a quality assessment method by the Q assemblage index in Lake Mogan (Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 38(1), 169-179.
- Demir, N., Özkan, O., Arslan, Ş., Geymen, A., Tavşanoğlu, N., Çakıroğlu, A. İ., Coşkun, T., Yılmaz, H., & Tanrıverdi, M. 2014. Sakarya Havzasındaki göllerin batimetrelerinin ölçülmesi, envanter çalışmalarının yapılması ve göl künyelerinin tasarımı: Sonuç raporu. Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- Demir, N., Kırkağaç, M. U., Topçu, A., Zencir, Ö., Pulatsü, S., & Benli, Ç. K. 2007. Sarısu-Mamuca Göleti Eskişehir Su Kalitesi ve Besin Düzeyi. *Journal of Agricultural Sciences*, 13(04), 385-390.
- Dochin, K. 2023. Using phytoplankton as a tool for evaluating changes in the ecological status of two Bulgarian reservoirs (2020-2021). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 29(2).

- Dokulil, M. T., & Teubner, K. 2010. Eutrophication and climate change: present situation and future scenarios. In Eutrophication: causes, consequences and control (pp. 1-16). Springer Netherlands.
- Erdoğan, Ö. 2022. Sücüllü ve Kozluçay Baraj Göllerinin (Isparta/Yalvaç) Planktonu. Yalvaç Akademi Dergisi, 7(1), 120-131.
- Ersanlı, E. T., & Gönülol, A. 2014. Phytoplankton dynamics and some physicochemical variables in Cakmak Reservoir (Samsun, Turkey). Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences, 4(1), 17-25.
- Fakıoğlu, Ö. ve Pulatsü, S. 2005. Mogan Gölü'nde (Ankara) Bazı Restorasyon Önlemleri Sonrası Dış Kaynaklı Fosfor Yükünün Belirlenmesi. Yüzyüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 15, (1): 63-69.
- Fakıoğlu, Ö., Demir, N., 2011. Beyşehir Gölü Fitoplankton Biyokütlesinin Mevsimsel ve Yersel Değişimleri. Ekoloji 20, 80, 23-32.
- Free, G., Tierney, D., Little, R., Fiona L., K., Kennedy, B., Plant, C., Trodd, W., Wynne, C., Caroni, R., Byrne, C. 2016. Lake ecological assessment metrics in Ireland: relationships with phosphorus and typology parameters and the implications for setting nutrient standards. Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy 116B (3), 191-204.
- Hillebrand, H., Dürselen, C.D., Kirschtel., D., Pollingher, U. and Zohary, T. 1999. Biovolume Calculation for Pelagic and Benthic Microalgae, J. Phycol., 35:403-424p.
- Hutchinson, G. E. 1967. A Treatise on Limnology, Vol:II. Introduction to Lake Biology and the Limnoplankton, John Wiley and Sons. Inc, Newyork, London, Sydney, 115 p.
- Jamovi. 2023. About, <https://www.jamovi.org/>, Erişim Tarihi:15 Ekim 2025.
- Jorgensen S.E., Costanza, R. and Fu-Liu, Xu. 2004. Handbook of Ecological Indicators for Assessment of Ecosystem Health. Taylor and Francis Group Eddition, 464p. London.
- Jorgensen S.E., Fu-Liu, Xu. and Costanza, R. 2005. Handbook of Ecological Indicators for Assessment of Ecosystem Health. Second Edition. Taylor and Francis Group Edition, 500p. London.
- Jusik, S., & Macioł, A. 2014. The influence of hydromorphological modifications of the littoral zone in lakes on macrophytes. Oceanological and Hydrobiological Studies, 43, 66-76.
- Karaaslan, Y., Ertürk, F. and Akkoyunlu, A. 2010. Implementation of Aquatox, Pamolare and Wasp Models to Mogan Lake. PhD Research Article / Doktora Çalışması

Araştırma Makalesi. Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi. Sigma 28, 110-123.

- Karabacak, O.N., 2003. Mogan Gölü'nde Bazı Restorasyon Önlemleri Sonrası Fosfor, Toplam İnorganik Azot ve Klorofil –a'nın Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara).
- Karakoç, G., Erkoç, F. Ü., & Katırcıoğlu, H. 2003. Water quality and impacts of pollution sources for Eymir and Mogan Lakes (Turkey). Environment International, 29(1), 21-27.
- Kasaka, E. 2014. Küçük Lota Gölünün (Hafik/SİVAS) Fiziksel-Kimyasal Özellikleri ve Fitoplankton Toplulukları. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi, 35(2), 42-53.
- Kasaka, E. 2015. Büyük Lota Gölü (Hafik/SİVAS)'nın Fitoplankton Toplulukları ve Su Kalitesi. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi, 36(2), 51-62.
- Kemp, J. L., & Sandin, L. 2022. Hydromorphology: Overview and assessment methods.
- Kesici, T. ve Kocabaş, Z. 2007. Biyoistatistik. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Biyoistatistik Yayın No:94, Ankara.
- Kıvrak, E. 2011. Karamuk Gölü (Afyonkarahisar) Fitoplankton Kommunitésinin Mevsimsel Değişimi Ve Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 28(1), 9-20.
- Kocataş, A. 2006. Ekoloji ve Çevre Biyolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi, 597, İzmir.
- Krupa, E., Barinova, S., Romanova, S., & Malybekov, A. 2016. Hydrobiological assessment of the high mountain Kolsay Lakes (Kungey Alatau, Southeastern Kazakhstan) ecosystems in climatic gradient. British Journal of Environment and Climate Change, 6(4), 259-278.
- Kutyła, S., Soszka, H., Kolada, A. 2021. Hydromorphological assessment of Polish lakes – elaborating the LHS_PL method and determining ecologically-based boundary values for lake classification. Ecohydrology, 14(6).
- Kutyła, S., Kolada, A., & Ławniczak-Malińska, A. 2025. Hydromorphological pressure explains the status of macrophytes and phytoplankton less effectively than eutrophication but contributes to water quality deterioration. Water Research, 268, 122669.
- Lange-Bertalot, H. 1979. Pollution Tolerance of Diatoms as a Criterion for Water Quality Estimation. Nova Hedwigia 64: 285-303.

- Latinopoulos, D., Ntislidou, C., & Kagalou, I. 2018a, July. Impact assessment of habitat and hydromorphological alterations in two heavily modified lakes. In *Proceedings* (Vol. 2, No. 11, p. 622). MDPI.
- Latinopoulos, D., Ntislidou, C., & Kagalou, I. 2018b. A multi-approach lake habitat survey method for impact assessment in two heavily modified lakes: a case of two Northern Greek lakes. *Environmental monitoring and assessment*, 190(11), 658.
- Lawniczak, A. E., Choiński, A., & Kurzyca, I. 2011. Dynamics of lake morphometry and bathymetry in various hydrological conditions. *Polish Journal of Environmental Studies*, 20(4).
- Liu, J., Zou, H., Deng, F., Liu, Y., Li, W., Xu, J., Liu, S., Wu, Q., Zhang, X., Weng, F., Huang, Q., You, H., Chen, Y. 2024. Phytoplankton functional groups in Poyang Lake: succession and driving factors. *Journal of Oceanology and Limnology*, 1-13.
- Lyche-Solheim, A., Feld, C.K., Birk, S., Phillips, G., Carvalho, L., Morabito, G., Mischke, U., Willby, N., Søndergaard, M., Hellsten, S., Kolada, A., Mjelde, M., Bohmer, J., Miler, O., Pusch, M.T., Argillier, C., Jeppesen, E., Lauridsen, T.L., Poikane, S. 2013. Ecological status assessment of European lakes: a comparison of metrics for phytoplankton, macrophytes, benthic invertebrates and fish. *Hydrobiologia* 704, 57–74.
- Macintosh, K.A., Cromie, H., Forasacco, E., Gallagher, K., Kelly, F.L., McElarney, Y., O'Kane, E., Paul, A., Rippey, B., Rosell, R. and Vaughan, L., 2019. Assessing lake ecological status across a trophic gradient through environmental and biological variables. *Science of the Total Environment*, 690, pp.831-840.
- Manav, E., & Yerli, S. V. 2008. An assessment on the trophic status of Lake Mogan, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 17(1), 3.
- Manav, E. 2003. Mogan Gölü Trofik Statüsünün Belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 65 s., Ankara.
- Mangıt, F. 2008. Mogan Gölü Trofik Statüsünün İzlenmesi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 54 s., Ankara.
- Maraşlıoğlu, F., & Gönüloğlu, A. 2014. Phytoplankton Community, Functional Classification and Trophic State Indices of Yedikır Dam Lake (Amasya). *Journal of Biological and Environmental Sciences*, 8(24).
- Marchetto, A., Padedda, B. M., Mariani, M. A., Luglie, A., & Sechi, N. 2009. A numerical index for evaluating phytoplankton response to changes in nutrient levels in deep mediterranean reservoirs. *Journal of Limnology*, 68(1), 106.

- Meier, G., Zumbroich, T. & Roehrig R. 2013. Hydromorphological assessment as a tool for river basin management: The German field survey method. *Journal of Natural Resources and Development*, 03, 14-26.
- Mieleitner, J., & Reichert, P. 2008. Modelling functional groups of phytoplankton in three lakes of different trophic state. *Ecological Modelling*, 211(3-4), 279-291.
- Morkoyunlu Yüce, A. & Aktaş, M. 2020. Tahtalı, Davuldere ve Çayırköy Göletlerinin (Kocaeli) Algleri ve Su Kaliteleri Üzerine Bir Çalışma. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3).
- Napiórkowska-Krzebietke, A., Dunalska, J. A., & Zębek, E. 2017. Taxa-specific eco-sensitivity in relation to phytoplankton bloom stability and ecologically relevant lake state. *Acta Oecologica*, 81, 10-21.
- Nan, J., Li, J., Yang, C., & Yu, H. 2020. Phytoplankton functional groups succession and their driving factors in a shallow subtropical lake. *Journal of Freshwater Ecology*, 35(1), 409-427.
- Naz, M., & Türkmen, M. 2005. Phytoplankton biomass and species composition of Lake Gölbaşı (Hatay-Turkey). *Turkish Journal of Biology*, 29(1), 49-56.
- Nürnberg G. 2001. Eutrophication and Trophic State. *LAKELINE*. pp 29-33.
- Obalı, O. 1978. Mogan Gölü Fitoplanktonunun Nitesel ve Nicesel Olarak İncelenmesi, Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi.
- Odum EP, Barrett GW. 2005. *Fundamentals of ecology*. 5th edn. Belmont (CA): Thomas Brooks/Cole
- OECD (1982). *Eutrophication of Waters. Monitoring, Assessment and Control*. Paris, France: OECD.
- Olgun, E. 2010. Mogan Gölü'nün Azot ve Fosfor Kirliliği Açısından İncelenmesi. Çevre ve Orman Uzmanlık Tezi, Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı, 184 s., Ankara.
- Ongun Sevindik, T., Çetin, T., Tekbaba, A. G., & Güzel, U. 2025. Impacts of Lake Surface Area on Phytoplankton Community Dynamics and Ecological Status Across 70 Lentic Systems in Türkiye. *Ecohydrology*, 18(2), e70031.
- Opiyo, S., Getabu, A. M., Sitoki, L. M., & Shitandi, A. 2019. A test of the applicability of the Lake Habitat Survey for hydromorphological monitoring of a tropical alkaline lake (Simbi) with a fisheries potential. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 7(4), 327-333.
- Ostendorp, W., Schmieder, K., & Jöhnk, K. D. 2004. Assessment of human pressures and their hydromorphological impacts on lakeshores in Europe.

- Ouyang, Y. 2005. Evaluation of river water quality monitoring stations by principal component analysis. *Water Research*, 39, 2621–2635.
- Ozdemir, K., Ciner, M. N., Ozcan, H. K., & Aydın, S. 2024. Evaluation of Water and Sediment Quality in Lake Mogan, Türkiye. *Water*, 16(11), 1546.
- ÖÇKK 2002. Mogan Gölü Havzası Biyolojik Zenginlikleri ve Ekolojik Yönetim Planı. Çevre Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı., 167s., Ankara.
- Öterler, B. 2015. The phytoplankton composition of Kadikoy dam lake (Keşan-Edirne). *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 14(2), 69-76.
- Öterler, B., Albay, M., Elipek, B. Ç., Güher, H., & Kırğız, T. 2015. Spatial and temporal distribution of phytoplankton in Lake Gala (Edirne/TURKEY). *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 16(2), 71-78.
- Özyalın, S., & Ustaoglu, M. R. 2008. Kemer Baraj Gölü (Aydın) Net Fitoplankton Kompozisyonunun İncelenmesi. *Su Ürünleri Dergisi*, 25(4), 275-282.
- Padisák, J., Luciane O. Crossetti, O. and Naselli-Flore, L. 2009. Use and Misuse in The Application of The Phytoplankton Functional Classification; A Critical Review with Updates. *Hydrobiologia*. 621;1–19.
- Padisák J, Grigorszky I, Borics G, Soroczki-Pinter E. 2006. Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water Framework Directives: the assemblage index. *Hydrobiologia* 553: 1–14.
- Padisák J, Borics G, Feher G, Grigorszky I, Oldal I, Schmidt A, Zambone-Doma Z. 2003. Dominant species and frequency of equilibrium phases in late summer phytoplankton assemblages in Hungarian small shallow lakes. *Hydrobiologia* 502:157–168.
- Pasztaleniec, A. and Poniewozik, M., 2010. Phytoplankton based assessment of the ecological status of four shallow lakes (Eastern Poland) according to Water Framework Directive—a comparison of approaches. *Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters*, 40(3), pp.251-259.
- Peterlin, M., & Urbanič, G. 2013. A Lakeshore Modification Index and its association with benthic invertebrates in Alpine lakes. *Ecohydrology*, 6(2), 297-311.
- Phillips, G., Lyche-Solheim, A., Skjelbred, B., Mischke, U., Drakare, S., Free, G., Järvinen, M., De Hoyos, C., Morabito, G., Poikane, S., & Carvalho, L. 2013. A phytoplankton trophic index to assess the status of lakes for the Water Framework Directive. *Hydrobiologia*, 704, 75–95.
- Poikane, S., Zohary, T., & Cantonati, M. 2020 Assessing the ecological effects of hydromorphological pressures on European lakes, *Inland Waters*, 10:2, 241-255.

- Poniewozik, M., & Lenard, T. 2022. Phytoplankton composition and ecological status of lakes with cyanobacteria dominance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19 (7), 3832.
- Pore, S., Ghosh, S., Zalat, A. A., & Keshri, J. P. 2020. Study of phytoplankton flora and its use as a biomonitoring tool to determine the water quality of Krishnasayar Lake, Burdwan, West Bengal, India. *Lakes & Reservoirs: Research & Management*, 25(4), 367-376.
- Pulatsü, S., & Aydin, F. 1997. Water quality and phosphorus budget of Mogan Lake, Turkey. *Acta Hydrochimica Et Hydrobiologica*, 25, 128-134.
- Pulatsü, S., Topçu, A., Kırkağaç, M. and Köksal, G. 2008. Sediment phosphorus characteristics in the clearwater state of Lake Mogan, Turkey. *Lake and Reservoirs Research and Management*, 13: 197-205.
- Pulatsü, S., Topçu, A., & Yılmaz, E. 2015. Göllerde Ötrofikasyonun Kontrolü: Sediment Tarama Uygulamaları. *Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech*, 5(1), 51-56.
- Reynolds, C. S. 2006. *The ecology of phytoplankton*. Cambridge University Press.
- Reynolds, C.S., Huszar, V., Kruk, K., Naselli-Flores, L. and Melo, S. 2002. Towards a Functional Classification of the Freshwater Phytoplankton. *Journal of Plankton*. 24; 417-428.
- Rosenberg, R. 1985. Eutrophication—the future marine coastal nuisance? *Marine pollution bulletin*, 16(6), 227-231.
- RG. 2023. Resmi Gazete. 25/04/2023 tarihli ve 32171 sayılı Hidromorfolojik İzleme Tebliği, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2023/04/20230425.pdf>. Erişim tarihi: 06.07.2024,
- Rowan, J.S., Duck R.W., Carwardine J., Bragg O.M., Black A.R. ve Cutler M.E.J. 2004. Development of a technique for Lake Habitat Survey (LHS): Phase 1. Edinburgh: Scotland and Northern Ireland Forum for Environmental Research (SNIFFER), s:128.
- Rowan, J. S., J. Carwardine, R. W. Duck, O. M. Bragg, A. R. Black, M. E. J. Cutler, I. Soutar, and P. J. Boon. 2006a. Development of a technique for lake habitat survey (LHS) with applications for the European Union Water Framework Directive. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 16(6), 637-657.
- Rowan, J.S., Soutar, I., Bragg, O.M., Carwardine, J. & Cutler, M.E.J. 2006b. Lake Habitat Survey in the United Kingdom: Field Survey Guidance Manual. Version 3.1. The Scotland and Northern Ireland Forum For Enviromental Research (SNIFFER) Research Project WFD42, <http://www.sniffer.org.uk/>.

- Rowan, J.S. 2008. Development of a decision making framework for managing alterations to the morphology of lakes. SNIFFER Research Project WFD49f (Final Report), <http://www.sniffer.org.uk/>.
- Rowan, J. S., Greig, S. J., Armstrong, C. T., Smith, D. C., & Tierney, D. 2012. Development of a classification and decision-support tool for assessing lake hydromorphology. *Environmental Modelling & Software*, 36, 86-98.
- Salmaso, N., Morabito, G., Buzzi, F., Garibaldi, L., Simona, M. and Mosello, R. 2006. Phytoplankton As an indicator of The Water Quality of The Deep Lakes South of The Alps. *Hydrobiologia*. 563;167–187.
- Salmaso, N., Morabito, G., R. Mosello, R., Garibaldi, L., M. Simona, M., Buzzi, F. And Ruggiu, D. 2003. A Synoptic Study of Phytoplankton in The Deep Lakes South of The Alps (lakes Garda, Iseo, Como, Lugano and Maggiore). *Journal of Limnology* 62; 207–227.
- Scheffer M., Hosper S. H., Meijer M. L., Moss B. & Jeppesen E. 1993. Alternative Equilibria in Shallow Lakes. *TREE*, 8 (8), 275-279.
- Scheffer, M. 2004. Ecology of shallow lakes. Springer Science & Business Media. 357p.
- Schernewski, G., Wielgat, M., Andrushaitis, T. C., Wulff, F., & Witek, Z. 2004. A Baltic Sea typology according to the EC-Water Framework Directive: Integration of national typologies and the water body concept. *Baltic Sea Typology Coastline Reports*, 4, 1-26.
- Shiklomanov, I. A., Rodda, J. C. 2003. *World Water Resources At The Beginning Of The 21st Century*. Cambridge, Uk, Cambridge Universit Press.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of Diversity. *Nature*, 163; 688p.
- Simunovic, M., Kulaš, A., Žutinić, P., Goreta, G., & Gligora Udovič, M. 2022. Phytoplankton metrics for trophic and ecological status assessment of a natural karstic lake. *Acta Botanica Croatica*, 81(2), 185-196.
- Smith, V. H. 2003. Eutrophication of freshwater and coastal marine ecosystems a global problem. *Environmental Science and Pollution Research*, 10(2), 126-139.
- Sevindik, T. O. 2010. Çaygören Baraj Gölünde Fitoplankton Kompozisyonu, Balıkesir-Türkiye. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10(3), 295-304.
- Sevindik, T. O., Altundal, E., & Küçük, F. 2015. Poyrazlar Gölü (Sakarya) fitoplanktonunun tür kompozisyonu. *Sakarya University Journal of Science*, 19(3), 283-290.

- Sezen, G. 2008. Sarımsaklı Baraj Gölü (Kayseri) Fitoplanktonu ve Su Kalitesi Özellikleri. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Ankara. 230s.
- Shannon, C.E. and Wiener, W. 1963. The Mathematical Theory of Communication. University of Juionis Press, Urbana. 117pp.
- Shanthala, M., Hosmani, S. P., & Hosetti, B. B. 2009. Diver sity of phytoplanktons in a waste stabilization pond at Shimoga Town, Karnataka State, India. Environmental Monitoring and Assessment, 151, 437–443.
- Shen, H., Li, B., Cai, Q., Han, Q., Gu, Y., & Qu, Y. 2014. Phytoplankton functional groups in a high spatial heterogeneity subtropical reservoir in China. Journal of Great Lakes Research, 40(4), 859-869.
- Sıvacı, E.R., Dere, Ş., Kılınç, S., 2007. Tödürge Gölünün (Sivas) Epilitik Diatom Florasının Mevsimsel Değişimi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 24, (1-2), 45–50.
- Siligardi, M., Bernabi, S., Cappelletti, C., Ciutti, F., Dallafior, V., Dalmiglio, A., Fabiani, C., Mancini, L., Monauni, C., Pozzi, S., Scardi, M., Tancioni, L. & Zennaro, B. 2010. Lake shorezone functionality index (SFI). A tool for the definition of ecological quality as indicated by Directive 2000/60/CE. Autonomous Province of Trento, Provincial Environmental Protection Agency, Trento.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of Diversity. Nature, 163; 688p.
- Sondergaard, M., Larsen, S. E., Johansson, L. S., Lauridsen, T. L., & Jeppesen, E. 2016. Ecological classification of lakes: uncertainty and the influence of year-to-year variability. Ecological Indicators, 61, 248-257.
- Sömek, H., Balık, S., 2009. Karagöl'ün (Dağ Gölü, İzmir-Türkiye) Alg Florası ve Çevresel Koşullarının Mevsimsel Değişimi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 26, 2, 121-128.
- Sönmez, F., Özbey, N., Arısoy, G., Güneş, S., Seker, T. 2015. Nazik Gölü (Bitlis, Türkiye) Fitoplanktonunun Mevsimsel Değişimleri. Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research, 3(4), 219-235.
- Suba, V. O., Khan, M. S., Miruka, J., Mwalati, L., Njoroge, B., Oluoch, E., Nyongesa, J., Otieno, D., Li, Y. 2025. Seasonal phytoplankton ecosystem dynamics in response to environmental variables in Winam Gulf, Lake Victoria, Kenya. Aquatic Sciences, 87(1), 1-13.
- Su Çerçeve Direktifi (SÇD). 2000. Nisan 20, 2022 tarihinde https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-6d3d694eeb.0004.02/DOC_1&format=PDF adresinden alındı.

- SYGM (Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü). 2020. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Türkiye'de Referans İzleme Ağının Kurulması Projesi. Final Raporu. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara Türkiye
- SYGM (Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü). 2021. Su Kaynaklarının Sayısallaştırılması; Tipoloji, Kütle ve Risk Çalışmalarının Yapılarak İzleme Programlarının Hazırlanması Projesi Nihai Raporu.
- SYGM (Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü). 2024. Göller İçin Hidromorfolojik İzleme ve Değerlendirme Rehber Dokümanı. Erişim tarihi: 01.01.2025,
<https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=170>
- Şahin, P. A., Yüce, A. M., & Soylu, E. 2013. Büyük Akgöl (Sakarya) fitoplankton kompozisyonu ve mevsimsel değişimleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 9(2), 14-21.
- Şanal, M., & Demir, N. 2018. Use of the epiphytic diatoms to estimate the ecological status of Lake Mogan. Applied Ecology & Environmental Research, 16(3).
- Şanal, M., Köse, B., Coşkun, T., & Demir, N. 2015. Mogan Gölü'nde sucul makrofitlere göre ekolojik kalitenin tahmini. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5, 51-55.
- Şanal, M. 2016. Mogan Gölü'nde Ekolojik Durumun Tahmininde Epifitik Diyatome Topluluğunun Kullanımı. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Doktora Tezi, 214 s., Ankara.
- Tanyolaç, J. ve Karabatak, M. 1974. Mogan Gölü'nün Biyolojik ve Hidrobiyolojik Özellikleri. Tübitak Yay. No. 255, (1974), Pp: 50.
- Tanyolaç, J. 2006. Limnoloji-Tatlı Su Bilimi. Hatiboğlu Yayınevi, 237, Ankara.
- Taş, B., & Gönüloğlu, A. 2007. Derbent Baraj gölü (Samsun, Türkiye)'nün planktonik algleri. Journal of Fisheries Sciences, 1(3), 111-123.
- Ter Braak, C. J., & Smilauer, P. 2012. Canoco reference manual and user's guide: Software for ordination, (Version 5.0.). Microcomputer Power.
- Tian, C., Hao, D., Pei, H., Doblin, M. A., Ren, Y., Wei, J., & Feng, Y. 2018. Phytoplankton Functional Groups Variation and Influencing Factors in a Shallow Temperate Lake: Tian et al. Water Environment Research, 90(6), 510-519.
- Topçu, A. 2006. Mogan Gölü litoral sedimentte fosforun mevsimsel ve yersel değişimi ile göle salınım potansiyelinin araştırılması. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, 217s., Ankara

- Topçu, A. & Pulatsü, S. 2017. Evaluation Of Some Management Strategies In Eutrophic Mogan Lake, Turkey: Phosphorus Mobility In The Sediment-Water Interface. *Applied Ecology and Environmental Research*, 15, 705-717.
- Tuğaç, Ç. 2013. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi Kapsamında Sınıraşan Sular. ORSAM Rapor No: 154 ORSAM Su Araştırmaları Programı Rapor No: 19, 52, Ankara.
- Tunca H, Köse H, Ongun Sevindik T. 2021. Effects of Environmental Parameters on the Seasonal Distribution of Phytoplankton in the Shallow Lake Ketence, Turkey *LimnoFish*. 7(3): 250-259.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung deer Quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilungen der Internationale Vereinigung der Theoretische und Angewandte Limnologie*, 5:567-596p.
- Velioğlu, A. 2013. Mogan Gölü Zooplanktonunun Mevsimsel Değişimi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 75 s., Ankara.
- Wang, L., Cai, Q., Tan, L., & Kong, L. 2011. Phytoplankton development and ecological status during a cyanobacterial bloom in a tributary bay of the Three Gorges Reservoir, China. *Science of the Total Environment*, 409(19), 3820-3828.
- Wetzel, R. G. & Likens, G. E. 1991. *Limnological Analysis*. 2nd Ed. Springer Verlag, New York.
- Wetzel, R. G. 2001. *Limnology: Lake and River Ecosystems*. Third Edition, Academic Press, San Diego, 1006 p.
- Wisniewska, M., & Dembowska, E. A. 2017. Phytoplankton dynamics in relation to physicochemical conditions in large, stratified Lake Charzykowskie (Northern Poland). *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 46(3), 260-270.
- Yagbasan, O., & Yazicigil, H. 2009. Sustainable management of Mogan and Eymir Lakes in central Turkey. *Environmental geology*, 56, 1029-1040.
- Yan, G., Yin, X., Huang, M., Wang, X., Huang, D., & Li, D. 2023. Dynamics of phytoplankton functional groups in river-connected lakes and the major influencing factors: A case study of Dongting Lake, China. *Ecological Indicators*, 149, 110177.
- Yerli, S., Kıvrak, E., Gürbüz, H., Manav, E., Mangit, F., & Türkecan, O. 2012. Phytoplankton Community, Nutrients and Chlorophyll a in Lake Mogan (Turkey); with Comparison Between Current and Old Data. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12, 95-104.

- Yılmaz, N. 2017. Elmalı Baraj Gölü (İstanbul, Türkiye) Fitoplanktonik Alg Florası. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 78-89.
- Zaim, E. 2007. Planktonic Diatom (Bacillariophyta) Composition of Lake Kaz (Pazar, Tokat). *Turk. J. Biolog.* 31; 203-224.
- Zhang, Q., Xie, Z., Li, C., Ye, C., Wang, Y., Ye, Z., Wei, W., Wang, H. (2025). Environmental Factors Affecting the Phytoplankton Composition in the Lake of Tibetan Plateau. *Diversity*, 17(1), 47.
- Zhou, B., Yuan, Y., Jiang, L., Sun, M., Zhou, Z., & Wang, Y. 2025. Characteristics of plankton community structures and environmental factors in typical water bodies of eastern China. *Ecological Frontiers*, 45(1), 239-247.