

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MOGAN GÖLÜ'NDE TROFİK DURUMUN ZAMANSAL DEĞİŞİMLERİ

Joshghun ELDAROV

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2023

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MOGAN GÖLÜ'NDE TROFİK DURUMUN ZAMANSAL DEĞİŞİMLERİ

Joshghun ELDAROV

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nilsun DEMİR

Bu çalışmada, Ankara'ya yakın olması nedeniyle rekreasyonel açıdan önem taşıyan Mogan Gölü'nün trofik durumunun zamansal değişimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Su örnekleri Mayıs 2022 ve Şubat 2023 tarihleri arasında mevsimsel olarak iki noktadan alınmıştır. Noktalarda derinlik, Secchi derinliği, su sıcaklığı, pH, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş katı madde, alkalinite, çözünmüş oksijen, oksijen doygunluğu, klorofil *a* ve toplam fosfor derişimi belirlenmiştir. Çalışmada klorofil *a*, toplam fosfor ve Secchi derinliği değerleri kullanılarak Carlson Trofik Durum İndeksi hesaplanmış, gölün trofik durumu tahmin edilmiştir. Ayrıca önceki yıllarda gölde yapılan çalışmalardan elde edilen veriler kullanılarak Carlson Trofik Durum İndeksi hesaplanmış ve 34 yıllık değişim TSI, OECD, YSKY bazında incelenmiştir.

Mogan Gölü'nde TSI (ORT) değeri 52,46 olarak hesaplanmış ve gölün trofik durumunun ötrofik olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tüm aylar ve noktalar bazında TSI (ORT) değerleri arasındaki farklılığın örneklem tarihi ve noktalar bazında önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Önceki yıllarda yapılan çalışmalardan elde edilen verilerle hesaplanmış TSI değerine göre 34 yıllık bir zaman aralığında gölün trofik durumunun ötrofik olduğu tespit edilmiştir. Yıllar bazında elde edilen TSI (ORT) değerlerine uygulanan benzerlik testinde (Bray-Curtis Similarity Index) 2023 yılındaki değerlerin 1989 yılındaki değerlerle güçlü benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak, Mogan Gölü'nde ötrofikasyon önlenmesine yönelik planların hazırlanması ve TSI kullanılarak trofik durumun izlenmesi önerilir.

Haziran 2023, 64 sayfa

Anahtar Kelimeler: Mogan Gölü, klorofil *a*, Secchi derinliği, toplam fosfor, Trofik Durum İndeksi

ABSTRACT

MSc Thesis

TEMPORARY CHANGES OF THE TROPHIC STATUS IN LAKE MOGAN

Joshghun ELDAROV

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

Supervisor: Prof. Dr. Nilsun DEMİR

In this study, it is aimed to examine the temporal changes of the trophic state of Mogan Lake, which is of recreational importance due to its proximity to Ankara. Water samples were taken from two different points seasonally between May 2022 and February 2023. Depth, Secchi depth, water temperature, pH, total dissolved solids, alkalinity, electrical conductivity, dissolved oxygen, oxygen saturation, chlorophyll *a*, and total phosphorus values were determined in the sampling points. The Carlson Trophic State Index was calculated using the chlorophyll *a*, total phosphorus, and Secchi depth values, and the trophic status of the lake was estimated. Furthermore, the Carlson Trophic State Index was also calculated using data obtained from previous studies conducted in the lake, and a 34-year change was analyzed based on TSI, OECD, and YSKY.

In Lake Mogan, the TSI (AVG) value was calculated as 52,46 and the trophic status of the lake was determined as eutrophic. Differences in TSI (AVG) values among all months and sampling points were found statistically significant ($p < 0,05$). Based on the TSI values calculated using data from previous years, it was determined that the trophic structure of the lake still maintained a eutrophic level over a 34-year period. A similarity test (Bray-Curtis Similarity Index) applied to the TSI (AVG) values obtained for different years showed a strong similarity between the values in 2023 and those in 1989.

As a result, preparing precautionary plans against eutrophication of Lake Mogan and monitoring the trophic status via TSI is recommended.

June 2023, 64 pages

Key Words: Lake Mogan, chlorophyll *a*, Secchi depth, total phosphorus, Trophic State Index

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yaptığım bütün çalışmalarda beni destekleyen, engin akademik bilgileriyle kendimi geliştirmeme katkıda bulunan, manevi desteğini hiç esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Nilsun DEMİR'e, tüm arazi çalışmalarında, laboratuvarda yapılan çalışmalarda, istatistiksel analizlerimde yardımlarda bulunan değerli Dr. Tolga COŞKUN'a, arazi çalışmalarında, laboratuvar analizlerinde sırt-sırta çalıştığım Doktor Adayı Damla COŞKUN'a, varlıklarından her zaman destek ve güç aldığım anneannem Sima ALEKBEROVA'ya, annem Arzu KHALILOVA'ya, her zaman örnek aldığım ve onun bana açtığı yolla ilerlediğim ablam Doktor Adayı Gullu ELDARZADE'ye sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Türkiye'de Yüksek Lisans eğitimi almam için bana maddi ve manevi olarak destek olan, beni burslandıran Yurtdışı Türkler ve Akraba Topluluklar Başkanlığı'na, Ankara Üniversitesi'nde tanıdığım ve destekleriyle bana her zaman hayat dolu enerji veren değerli hocam ve arkadaşım Öğr. Gör. Gamze BULGAN'a, desteğini her zaman hissettiğim değerli arkadaşlarım Mahshid ALIZADEH NOSHANAGH ve Erdin SADIKU'ya teşekkürlerimi sunarım.

Joshghun ELDAROV
Ankara, Haziran 2023

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1 Göllerin Verimliliklerine Göre Sınıflandırılması	4
2.2 OECD'ye Göre Trofik Durumun Sınıflandırılması	5
2.3 Carlson'un Trofik Durum İndeksi (TSI)	6
2.4 Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne Göre Trofik Durum Sınıflandırılması	10
2.5 Mogan Gölü'nde Trofik Durum ve Yıllar Bazında Rehabilitasyon Çalışmaları	10
2.6 Türkiye Göllerinde Trofik Durum	13
2.7 Diğer Ülkelerde Yapılmış Bazı Çalışmalar	24
3. MATERYAL VE YÖNTEM	32
3.1 Materyal	32
3.2 Araştırma Yeri	32
3.2 Yöntem	35
3.2.1 Araştırmada kullanılan araç ve gereçler	35
3.2.2 Fiziksel ve kimyasal su analizleri	36
3.2.2.1 Sıcaklık (T)	36
3.2.2.2 Çözünmüş oksijen (ÇO) ve oksijen doygunluğu (OD)	36
3.2.2.3 Toplam çözünmüş katı madde (TDS)	36
3.2.2.4 Secchi derinliği (SD)	37
3.2.2.5 pH	37
3.2.2.6 Elektriksel iletkenlik (EC)	37

3.2.2.7 Alkalinite tayini	37
3.2.2.8 Klorofil <i>a</i> (Chl <i>a</i>) analizi	37
3.2.2.9 Toplam fosfor (TP) tayini	38
3.2.2.10 İstatistiksel analizler	38
3.2.3 Trofik durumun belirlenmesi.....	38
4. BULGULAR	40
4.1 Fiziksel ve Kimyasal Su Analizlerine Dair Bulgular	40
4.1.1 Sıcaklık (T)	40
4.1.2 Çözünmüş oksijen (ÇO) ve oksijen doygunluğu (OD)	40
4.1.3 Toplam çözünmüş katı madde (TDS)	41
4.1.4 Secchi derinliği (SD)	41
4.1.5 pH	43
4.1.6 Elektriksel iletkenlik (EC)	43
4.1.7 Alkalinite	43
4.1.8 Klorofil <i>a</i> (Chl <i>a</i>)	44
4.1.9 Toplam fosfor (TP)	44
4.2 Trofik Duruma Dair Bulgular	45
4.2.1 Çalışmada elde edilen verilerle TSI sonuçları	45
4.2.2 Mogan Gölü'nde önceki yıllarda yapılmış çalışmalara göre TSI belirlenmesi.....	46
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	47
KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ	64

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde oran
>	Büyüktür
<	Küçüktür
=	Eşittir
°C	Santigrat
cm	Santimetre
km	Kilometre
km ²	Kilometrekare
L	Litre
m	Metre
m ³	Metreküp
meq/l	Bir litre çözeltide miliekivalent birimindeki yoğunluk
mg/l	Litrede 1 miligram
mg/m ³	Metreküpde 1 miligram
µS/cm	Santimetrede 1 mikrosimens
ppm	Milyonda bir kısım
T	Sıcaklık

Kısaltmalar

ASKİ	Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi
Chl <i>a</i>	Klorofil <i>a</i>
ÇO	Çözünmüş Oksijen
EC	Elektriksel İletkenlik
OD	Oksijen Doygunluğu
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
ÖÇKK	Özel Çevre Koruma Kurumu
pH	Hidrojen Potansiyeli
SD	Secchi Derinliği
TDS	Toplam Çözünmüş Katı
TN	Toplam Azot
TP	Toplam Fosfor
TSI	Trofik Durum İndeksi
TSI (CHL)	Klorofil <i>a</i> 'ya göre Trofik Durum İndeksi
TSI (ORT)	Ortalama Trofik Durum İndeksi
TSI (SD)	Secchi Derinliğine göre Trofik Durum İndeksi
TSI (TP)	Toplam Fosfora göre Trofik Durum İndeksi
YKSY	Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Mogan Gölü ve Noktalar	33
Şekil 3.2 Mogan Gölü 1. Nokta	34
Şekil 3.3 Mogan Gölü 2. Nokta	35
Şekil 3.4 Laboratuvar Ortamında Alkalinite Tayini	37
Şekil 4.1 Mogan Gölü’nde TSI (CHL), TSI (TP), TSI (SD), TSI (ORT) değerlerinin aylara göre değişimi	45
Şekil 4.2 Mogan Gölü’nde TSI (CHL), TSI (TP), TSI (SD), TSI (ORT) değerlerinin yıllar bazında değişimi	46
Şekil 5.1 Bu çalışmada elde edilen TSI (ORT) değerleri ile önceki yıllarda elde edilen değerler arasında Bray-Curtis benzerlik testi sonuçları.....	48

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 OECD trofik durum sınıflandırılması	5
Çizelge 2.2 Trofik durum indeksi, Chl <i>a</i> , SD, TP konsantrasyonuna göre göllerin trofik durumu	8
Çizelge 2.3 Carlson ve Havens (2005)'e göre TSI değişenleri arasındaki ilişki	9
Çizelge 2.4 YSKY'ye göre göl, gölet ve baraj gölleri ötrofikasyon kriterleri	10
Çizelge 2.5 Türkiye göllerinde trofik duruma yönelik çalışmalar	18
Çizelge 2.6 Çeşitli göllerde trofik duruma ilişkin çalışmalar	28
Çizelge 3.1 Mogan Gölü'nde belirlenen örnekleme noktaları koordinatları ve örnekleme tarihleri	34
Çizelge 4.1 Mevsimlere ve noktalara göre sıcaklık, OD, ÇO, EC, pH, TDS, alkalinite, TP, Chl <i>a</i> , SD, TSI (TP), TSI (CHL), TSI (SD), TSI (ORT) parametrelerinin karşılaştırılması	42
Çizelge 4.2 Bu araştırma verileriyle ortalama Chl <i>a</i> , TP, SD parametrelerinin Carlson (1977) ve OECD (1982)'ye göre değerlendirilmesi	46
Çizelge 5.1 Mogan Gölü'nde yapılmış çeşitli araştırmalara göre Chl <i>a</i> , TP, SD parametrelerinin Carlson (1977) ve OECD (1982)'ye göre yıllar bazında değerlendirilmesi	51

1. GİRİŞ

Göllerin sınıflandırılmasında en çok kullanılan yaklaşım gölün besin maddelerine bağlı verimliliğine bağlı olarak trofik durum sınıflandırmasıdır. Bu sınıflandırmada göller az verimli göllerden (oligotrofik) çok verimli göllere (hipertrofik) kadar değişen durumlarda verim bazında sınıflandırılır. Göllerin trofik durumunda zaman içerisinde insan kaynaklı (antropojenik) veya doğal etkilerle bir değişim gerçekleşir.

Antropojenik kirliliğe maruz kalmış olan göllerde hızlı yaşlanma görülmesinin sebebi besin maddeleri miktarına artışına bağlıdır. Bu sürece ötrofikasyon adı verilir. Ötrofikasyon terimi, besin maddelerin su ortamına girerek yapay ve doğal yollarla artması, su kaynağında mikroskobik bitki ve alglerin çok fazla bir şekilde çoğalması sonucunda su kalitesinde bozulmaların görülmesi, su kaynağının doğal ömrünün azalması ve aynı şekilde suyun kullanılma olanaklarının azalmasıdır. Alıcı ortamın ömrünün hızlı bir şekilde azalması ötrofikasyona neden olduğu için ötrofikasyona “göllerin yaşlanması” da denilmektedir. Göllerde biyolojik verimliliğin artması, organik maddelerin parçalanması ile oluşan organik detritusların birikimine ve dolayısıyla gölün hacminde azalmaya sebep olmaktadır (Tanyolaç 2009).

Günümüzde su tüketimi hızla artmakta olup su kaynakları giderek azalmaktadır. Özellikle kıta içi durgun su kaynakları olan göller antropojenik kirlenme tehdidinde maruz kalmakta ve gölün ekolojik kalitesi de bozulmaktadır. Bu durumun iyileşmesi güç, masraflı ve çok zaman alıcı olmaktadır. Bu nedenle çeşitli önlemler alınmaktadır. Su kaynakları için en önemli tehditlerin başında su kirliliği gelmektedir. Bu kirleticilere endüstriyel, tarımsal, evsel atıklar örnek gösterilebilir. Evsel kökenli atık suları temizlik amaçlı ve kanalizasyon suları teşkil ederken endüstriyel kirlilik ise organik ve inorganik atıklardan oluşur (Tünay 1996). Sanayi atıkları da miktarı ve kirleticisi türü bakımından göl, deniz ve akarsular için sorunlu atıklardır (Başbüyük 1998). Bu nedenle göllerin, akarsuların ve diğer iç suların korunması ve yönetimi bakımından, su kalitesi ve su kirlenmesine yönelik araştırmalar yüksek önem arz etmektedir (Tundisi ve Matsumura-Tundisi 2008; Tepe 2009; Mutlu vd. 2014).

Göllerin trofik durumunun belirlenmesinde toplam fosfor (TP), toplam azot (TN), klorofil *a* (Chl *a*) ve Secchi diski derinliği (SD) önemli değişkenlerdir. Göller ve baraj gölleri bu değişkenler ve değişkenlerden oluşturulan indekslere göre bir trofik sınıfın içerisinde sınıflandırılmaktadır (Carlson 1977; Şen vd. 2003; Silvino ve Barbosa 2015). Bir gölün birincil üretimi hakkında bilgi almak için trofik durumunun belirlenmesi önemli anlam taşımaktadır (Dodds 2002; Kutlu vd. 2016).

Carlson Trofik Durum İndeksi (TSI), Carlson (1977) tarafından göllerin trofik durumunun belirlenmesinde SD, Chl *a*, TP parametreleri kullanılarak tanımlanmış ve trofik durumu belirlemek için matematiksel üç denklem oluşturulmuştur. Bu üç denklemde TSI değerleri logaritmik veri dönüşümlü değerlerdir. TSI'de belirlenmiş üç parametre doğrusal regresyon ile bağlantılıdır, indeks değerleri ise bu değişkenler arasındaki bağlantı vasıtasıyla hesaplanmıştır. TSI'ni değerlendirmek için kullanılan sınır değerler bu parametrelere bağlı olarak hazırlanmıştır (Carlson 1977). Trofik durum değerlerine göre göller oligotrofik, mezotrofik, ötrofik, hipertrofik göller olarak sınıflandırmaktadır. Bir gölün verimlilik açısından durumu veya besin maddeleri düzeyi TSI ile belirlenmektedir. Buna göre de göller belirli bir trofik sınıfa ait edilmektedir (Şen vd. 2003; Sezen 2008; Varol 2013).

TSI değerleri 3 değişken için ayrı hesaplandığı için bu durum sapmalara sebep olmaktadır. İndeks değerlerindeki sapmanın belirlenmesi ve açıklanması, metodolojik farklılıkları belirleyebilir veya gölün dinamikleri hakkında ekstra bilgi verebilir. Örneğin, TP algal büyümeyi sınırlamadığında TSI (TP)'nin klorofil *a* ile güçlü bir korelasyon göstermiş olması beklenmektedir. Bunun yanı sıra SD değerlerinin düşük olması her zaman klorofil *a* yoğunluğu olduğunu ifade etmemektedir. Bazı durumlarda bu durum asılı parçacıklardan da kaynaklanabilir. Bu tip durumlarda Secchi diski derinliği (TSI (SD)) ile Chl *a* (TSI (CHL)) arasında güçlü korelasyon görülmemektedir ve bu durum TSI değerlerinde sapmalara neden olabilir. Carlson'un belirlediği denklemler alglerin baskın oldukları ve fosforun sınırlayıcı olduğu durumlar için uygun olarak görülmektedir (Carlson 1977; 1983).

Mogan Gölü, Ankara şehrine yakın olmasından dolayı önemli bir rekreasyon alanı olarak bilinmektedir. Gölde farklı yıllarda restorasyon çalışmaları ve sediment tarama uygulamaları gerçekleştirilmiştir.

Mogan Gölü'nde yapılan çalışmalara göre trofik durumun giderek artış gösterdiği belirtilmektedir (Pulatsü ve Aydın 1998; Demir vd. 2014; Manav ve Yerli 2008; Mangit ve Yerli 2010). Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi'nde bulunan ve rekreasyonel açıdan çok önemli olan Mogan Gölü'nün yoğun bir insan kaynaklı kentsel-endüstriyel baskı altında olduğu görülmektedir. Özellikle antropojenik kaynaklı atıkların göle boşaltılması, göl çevresinde bulunan tarım arazilerinden göle ulaşan besin maddeleri göldeki kirlilik baskısının ciddi artışına sebep olmaktadır (ÖÇKK 2002).

Bu çalışmada Mogan Gölü'nde trofik durumun TP, Chl *a*, SD parametreleri kullanımıyla TSI'ne göre değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Devam eden rekreasyonel aktiviteler ve antropojenik baskıların etkilerinden kaynaklanan zamansal değişimlerin belirlenmesi amacıyla önceki yıllarda yürütülen bazı çalışmalardan elde edilen verilerle de TSI hesaplanmış ve Mogan Gölü'nün trofik durumundaki olası değişimlerin değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Göllerin Verimliliklerine Göre Sınıflandırılması

Verimlilik açısından göller üç tipe ayrılmıştır. Bunlar ötrofik, oligotrofik ve distrofik göllerdir (Wetzel 1983; Tanyolaç 2009).

a) Oligotrofik göller: Bu tip göllere hem de az besinli göller denmektedir. Bu göller genellikle derin göller olup kıyı şeridi dardır. Birincil üretimleri düşük olup suları temizdir. Çözünmüş besin maddesi yoğunluğunun oranı azdır. Bu göllerde fitoplankton prodüksiyonu az ve tür çeşitliliği oldukça yüksektir. Suyun rengi mavi ve berraktır. Alg patlamaları yüzey tabakasında rastlanmaz ve verimliliği çok düşüktür. Fosfor ve azot bakımından fakirdirler ve neredeyse hiç humik asit yoktur. Elektrolitleri az olmakla birlikte, göl tabanında olan organik maddeleri azdır. Hipolimniyon tabakası soğuk ve çok geniştir. Tüm dönemlerde ve derinliklerde oksijen miktarı yüksektir (Tanyolaç 2009).

b) Ötrofik göller: Literatürde bu göller çok besinli göller olarak geçer (Tanyolaç 2009). Bu göllerin derinlikleri genel olarak sığdır ve kıyılarının eğimi azdır. Organik madde bakımından ve besin maddeleri bazında zengin göllerdir. Bu göllerde epilimniyon / hipolimniyon oranı büyük olup, çözünmüş besin maddesi konsantrasyonu yüksektir.

c) Distrofik göller: Bataklik tipi göller olarak adlandırılan bu göller genellikle rüzgar almayan ve akıntısı olmayan yerlerde görülmektedir. Suyun rengi kahverengidir. Üretim ve tüketim arasında bir uyum yoktur. Azot, fosfor ve organik maddeler açısından zengin olmasına karşın humik maddelerin fazla olması sebebiyle farklı organizmaların gelişimi sınırlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Alg patlamaları sık bir şekilde görülmemektedir. Derin sularda oksijen miktarı azalabilir. Türkiye’de bu tip göller bulunmamaktadır (Tanyolaç 2009).

Sucul ekosistemlerde verimliliğin karşılaştırılması açısından trofik durumun sınıflandırılması önemlidir. Trofik durumların sınıflandırılması kültürel ötrofikasyonun kapsamının belirlenmesinde temel bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Dodds 2002). İlk sınıflandırmalardan sonra OECD tarafından SD, Chl *a* ve TP konsantrasyonu kapsamında verimliliğe dayalı olarak göller ultraoligotrofik, oligotrofik, mezotrofik, ötrofik ve hipertrofik olarak sınıflandırılmıştır (OECD 1982).

2.2 OECD'ye Göre Trofik Durumun Sınıflandırılması

OECD (1982), Vollenweider'ın belirlemiş olduğu genel modeli baz alarak su kütlelerindeki besin maddeleri yükü ve trofik reaksiyon ikilisindeki bağlantıyı araştırarak, elde edilmiş olan verilerden sistematik şekilde sonuçlar çıkararak uluslararası düzeyde kabul görmekte olan sonuçlara ulaşmıştır (Çizelge 2.1). Bu indeksin elde edilmesinde hem değişkenler için hem de trofik sınıflar için ortalama değerlerin türetilmesi kullanılmıştır. Bunun sonucunda birçok trofik sınıfa ait olabilen göllerin üst sınırları kısmen de olsa çizilebilmiştir.

OECD tarafından göller ötrofikasyona bağlı olarak; SD, Chl *a* ve TP konsantrasyonuna göre, oligotrofik, mezotrofik, ötrofik ve hipertrofik olarak belirtilerek sınıflara ayrılmıştır (OECD 1982).

Çizelge 2.1 OECD trofik durum sınıflandırılması (OECD 1982)

Trofik durum	TP (mg/m ³)	Chl <i>a</i> (mg/m ³)	SD (m)
Oligotrofik	<10	<2,5	>6
Mezotrofik	10-35	2,5-8	6-3
Ötrofik	35-100	8-25	3-1,5
Hipertrofik	>100	>25	<1,5

Türkiye'nin göl, gölet ve baraj gölleri ötrofikasyon kriterlerine göre oligotrofik, mezotrofik, ötrofik ve hipertrofik olarak sınıflandırılmıştır (Anonim 2016). Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY) 2021 yılında revize edilerek göl, gölet ve baraj göllerinin trofik durumlarının değerlendirilmesinde Trofik Durum İndeksine göre göller ultraoligotrofik, oligotrofik, mezotrofik, ötrofik ve hipertrofik olarak sınıflandırılmıştır (Anonim 2021).

2.3 Carlson'un Trofik Durum İndeksi (TSI)

Tüm dünyada oldukça yaygın bir şekilde görülen su kalitesi probleminden biri de ötrofikasyondur. Gelişmekte olan veya gelişmiş ülke olması farketmeksizin ötrofikasyonun tespit edilmesi, derecelendirilmesi ve değişimlerinin belirlenmesi çok önemlidir. Göllerin sınıflandırılmasında çok yaygın olarak kullanılmakta olan Trofik Durum İndeksinin (TSI) mevsimsel farklılıklarının tespiti ve hesaplanan TSI değerinin parametrelere (TP, Chl *a* ve SD) göre zamansal değişimlerinin belirlenmesi göl izlenmesi ve göl yönetimi açısından büyük önem arz etmektedir.

Ötrofikasyon tatlı (akarsu, göl, rezervuar), tuzlu (göl, deniz, okyanus), tatlı-tuzlu (haliç, lagün) su sistemlerinde, tüm dünya ülkelerinde görülebildiğinden sık karşılaşılan ve şimdiye kadar tam anlamıyla çözülememekte olan önemli bir su kalitesi sorunudur. Ötrofikasyon sadece su kalitesini düşürmemekte, aşırı alg çoğalması, kötü görüntü, koku gibi yaygın olarak şikayet edilen olumsuz etkilere de neden olmaktadır. Belirlenmiş bu problemler göl ekolojisinde gittikçe çoğalmakta olan negatif bir baskı yaratmaktadır. Bu sebepten ötrofikasyonla mücadele etmek için birçok çeşitli mücadele teknikleri sınanmaktadır (Schindler 2012). Ötrofikasyonun durdurulması ve su sistemlerinin restorasyonu nedeniyle kullanılmakta olan yöntemlerin etki ve sonuçlarını analiz edebilmek için ekosistemlerin dışsal ve içsel parametrelerinin bütçe ve zamansal-konumsal değişimlerinin öğrenilmesi gerekmektedir.

Ötrofik ve oligotrofik terimleri (Weber 1907) ilk kez Kuzey Almanya'nın bataklık göllerinin toprak verimliliğini belirlemek için kullanılsa da limnolojiye ilk kez

Thienemann (1918) ve Naumann (1919) tarafından kazandırılmıştır. Göllerin trofik değerlendirilmesine bağlı ilk önemli sınıflandırma da Naumann (1919) ve Thienemann (1921) tarafından göllerin farklı fiziko-kimyasal, morfometrik, ve biyolojik bilgilerinden yararlanarak yapılmıştır. Yapılmış deneysel yaklaşımlar göl verimliliği bağlamında morfometrinin ve besin maddelerinin rolü gibi bilgilerin karşılaştırılmasına temel oluşturmaktadır. Vollenweider (1968, 1975, 1976) tarafından farklı yıllarda göllerdeki ötrofikasyon incelenmiş, göl içerisindeki besin konsantrasyonu ve göle giren besin konsantrasyonu arasında çok güçlü bir ilişki olduğu belirlenmiş ve “kütle dengesi modeli” geliştirilmiştir. Carlson (1977, 1980) ise trofik durum sınıflandırmasına daha önce yapılmamış olan bir yaklaşım getirmiştir. Carlson biyoması ve alg biyomasını etkileyen faktörlerin yoğunluğunda logaritmik hesaplamalarla klasik sınıflandırmalardan farklı bir indeks elde ederek, gölleri 0 ve 100 arasında değişen değerlere göre sınıflandırmıştır. Daha sonraki yıllarda yerel ve bölgesel koşullara uygulanması mümkün olan yeni modeller geliştirmek amacıyla Canfield (1983) tarafından azot, Hoyer ve Jones (1983) tarafından ışık sınırlanması, Riley ve Prepas (1985) tarafından göl morfometrisi gibi diğer faktörlerin de önemi belirtilmiştir. Trofik durum değerlerine göre göller oligotrofik, mezotrofik, ötrofik ve hipertrofik olarak sınıflandırılmıştır. İndekste trofik durumun bir kıta boyunca tüm göllere uygulanabilir olduğu ve bunun için farklı bir göl tipi olmadığı varsayılmıştır. Carlson (1977) modelinde kullanılmış olan bu üç değer kendi aralarında doğrusal regresyon ile ilişkili olup, indeks değerlerinin tüm değerler için aynı olduğu belirlenmiştir. Bazı durumlarda, analitik, işleme dayalı yanlışlar veya çeşitli analiz yöntemlerinin kullanılması durumlarında değerlerde sapmalar oluşabilmektedir. İlerleyen zamanlarda yerel ve bölgesel şartlar doğrultusunda gerçekleştirilebilen spesifik deneylere bağlı olan modeller geliştirme amacıyla ışık sınırlanması, azot (Canfield 1983), göl morfometrisine benzer göllerde alg biyomasını düzenleyen başka etmenlerin de önemi literatüre kazandırılmıştır.

Göller, verimliliği kısıtladığı düşünülen faktörlerle çeşitli verimlilik gruplarına ayrılmaktadır. Belirli bir akış içeren klasik oligotrofi-ötrofi ekseninin tabanı besin sınırlamasına dayalıdır (Şen vd. 2003).

Bir göle ait TSI indeks değeri; 40'dan az olduğu zaman oligotrofik, 40-50 arasında olduğunda mezotrofik, 50-70 arasında ötrofik ve 70'den büyük olması durumunda hipertrofik su kalitesinde olan bir göl olarak kabul edilmektedir. Bu indeksin hesaplanması vasıtasıyla su kütlesinin kalitesinin hangi trofik seviyeye uygun olduğunun belirlenmesinin yanı sıra, parametrelerin kendi aralarında mukayese edilmesiyle göldeki sınırlayıcı parametrenin hangisi olduğu saptanabilmektedir (Çizelge 2.2) (Carlson 1977; Carlson ve Havens 2005).

Çizelge 2.2 Trofik durum indeksi, Chl *a*, SD ve TP konsantrasyonuna göre göllerin trofik durumu (Carlson 1977; Carlson ve Havens 2005)

Trofik durum	TSI	Chl <i>a</i> (mg/m ³)	SD (m)	TP (mg/m ³)
Oligotrofik	<40	<2,6	>4	<12
Mezotrofik	40-50	2,6-7,3	4-2	12-24
Ötrofik	50-70	7,3-56	2-0,5	24-96
Hipertrofik	>70	>56	<0,5	>96

Carlson ve Havens (2005)'e göre TSI'in elde edildiği parametrelerin farkları ve birbirleri ile ilişkileri analiz edilmiştir. Eğer TSI (CHL) değeri ve TSI (SD) değeri eşit olursa gölde alg hakimiyeti ve ışık geçirgenliğinde azalma olacaktır. Eğer TSI (CHL) değeri TSI (SD) değerinden büyük olursa gölde *Aphanizomenon* gibi büyük filamentöz siyanobakteriler hakim olabilir. TSI (TP) ve TSI (SD) değerleri eşit olup TSI (CHL) değerinden büyük olursa gölde ışıktaki azalma olabilir ve algal olmayan çözünmüş partiküller hakimdir. TSI (SD) ve TSI (CHL) değerleri eşit olup TSI (TP) değeri ile eşit ya da büyük olduğu durumda ise gölde alg büyümesinde anahtar sınırlayıcı besin maddesi fosfordur (TN/TP oranı 33:1'den büyük). TSI (TP) değeri TSI (CHL) değerinden büyük olup TSI (SD) değerine eşitse gölde zooplankton otlanması hakimdir, fosfor yerine azot ya da başka bir etken alg gelişimi için anahtar sınırlandıran besin maddesi olabilmektedir (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3 Carlson ve Havens (2005)'e göre TSI değişkenleri arasındaki ilişki

$TSI(CHL) = TSI(SD)$	Alg hakimiyeti ve ışıhta azalma
$TSI(CHL) > TSI(SD)$	Büyük partiküller hakim, örneğin Aphanizomenon
$TSI(TP) = TSI(SD) > TSI(CHL)$	Algal olmayan çözünmüş partiküller hakim ve ışıhta azalma
$TSI(SD) = TSI(CHL) \geq TSI(TP)$	Fosfor alg büyümesinde anahtar sınırlandırıcı (TN/TP oranı 33:1'den büyük)
$TSI(TP) > TSI(CHL) = TSI(SD)$	Zooplankton otlaması hakim, fosfor yerine azot veya başka bir faktör alg büyümesi için anahtar sınırlandırıcı olabilir

Göllerin trofik durumunun belirlenmesinde Chl *a*, TP, SD parametreleri kullanılarak Carlson Trofik Durum İndeksi (TSI) tanımlanmıştır (Carlson 1977). Böylece, trofik durum değerlendirilmesine indeks kullanarak diğer bir yaklaşım oluşturulmuştur. Alg biyomasını ve biyomasi etkileyen etkenlerin yoğunluğunu logaritmik temelli hesaplamalarla 0-100 bandında bulunan bir indekse dönüştürerek, klasik sınıflandırmadan değişik bir indeks elde edilmiştir. Carlson modelinde üç değer doğrusal regresyon ile ilişkili olup indeks değerleri ile arasındaki ilişkilere göre hesaplanmıştır. Trofik durum sınır değerlerine göre göller oligotrofik, mezotrofik, ötrofik, hipertrofik olarak sınıflandırılmaktadır. Bu veriler çerçevesinde verimlilik açısından durumu ya da bir gölün besin maddeleri düzeyi, TSI ile belirlenmekte ve göller bir trofik sınıfa ait edilmektedir (Şen vd. 2003; Sezen 2008; Varol 2013).

Carlson (1977), trofik durumun matematiksel açıdan hesaplandığı dört denklem ortaya çıkarmıştır. Bu denklemlerde gösterilen TSI değişkenleri logaritmik açıdan veri dönüşümlü göstergeler olarak belirlenmiştir. TSI değerleri 3 değişken için ayrı hesaplandığı için sapmalar ortaya çıkmaktadır. Değerlerdeki sapmanın yorumlanması

durumunda, metodolojik farklılıklar tanımlanabilir, gölün dinamikleri hakkında ek bilgilere sahip olunabilir.

2.4 Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne Göre Trofik Durum Sınıflandırılması

Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre Türkiye'nin göl, gölet ve baraj gölleri trofik seviye indeks değerlerine göre ultraoligotrofik, oligotrofik, mezotrofik, ötrofik ve hipertrofik olarak sınıflandırılmaktadır (Anonim 2021) (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4 YSKY'ye göre göl, gölet ve baraj gölleri ötrofikasyon kriterleri (Anonim 2016)

Trofik Seviye İndeks Değeri (TSI)		Trofik Seviye
>62		Hipertrofik
62		Ötrofik
60*	52	Mezotrofik
44		Oligotrofik
≤ 29		Ultraoligotrofik

* Baraj ve göletler için geçerlidir.

2.5 Mogan Gölü'nde Trofik Durum ve Yıllar Bazında Rehabilitasyon Çalışmaları

Ankara il sınırlarında bulunan Mogan Gölü Türkiye'nin en çok araştırma yapılan göllerinden birisidir. Bu çalışmada, Mogan Gölü'nde trofik durumunun zamansal değişimlerini belirlemek üzere Bakan (1990), Pulatsü (1995), Demir vd. (2014), Sanal ve Demir (2018)'in elde ettiği veriler kullanılarak TSI hesaplanmıştır. Manav (2003); Manav ve Yerli (2008) tarafından hesaplanan TSI değerleri de aradan geçen sürede gölün trofik durumundaki değişimleri tahmin etmek üzere karşılaştırılmıştır. Mogan Gölü'nün

Türkiye'nin en çok araştırma yapılan gölü olduğu göz önüne alındığında gölün trofik durumundaki değişimlerin ortaya konması ve zamanla gölde gelişen ötrofikasyon vb. etkilerin ve sediment çıkarma gibi alınan restorasyon tedbirlerinin etkilerinin incelenmesi önem taşımaktadır.

Mogan Gölü'nü besleyen Sukesen Deresi büyük önem taşıyan deredir. Bu dereye ait ıslah çalışmaları yapılmaktadır. Çölovası Deresi ise kuzey güney yönünden akarak Mogan Gölü'nü besleyen derelerden biri olarak belirlenmiştir (Fakıoğlu ve Pulatsü 2005).

Gölü besleyen derelerin göle ulaşmış olduğu düşük eğimli bölgeler ve Mogan-Eymir göllerinin bağlantı alanında, hidrolojik, hidrojeolojik, biyolojik ve iklimik açıdan çok önemli bir sulak alan mevcuttur. Mogan-Eymir gölleri ülkemizde Ramsar alana aday gösterilmiş olan önemli kuş alanlarından biridir. Çevre Düzeni Planı Bölgede 1/25 000 ölçekli hazırlanmıştır ki bu plan ekolojik dengeleri korumak ve bu kararlara esas olması amacıyla hazırlanmıştır. Bu plan ile Türkiye'deki sulak alanların kesin korunması yasağı getirilmiştir (Anonim 2015).

Ankara iline yakın Mogan Gölü için tehlike arz eden olaylardan biri de, göle havzadan erozyon vasıtasıyla sediment taşınmasıdır. Aynı şekilde çevrede yer alan birçok kuruluşun atıklarının sızdırmalı foseptiğe verilmesi, bilinçsiz bir şekilde kasıtlı sazlıkların yakılması, yasak olan bölgede avcılık yapılması ve sivrisinek ile mücadele kapsamında bilinçsiz şekilde insektisit kullanılması da gölü tehdit eden olaylardandır. Fakat bu tehditlerin en önemli kısmı ise gölü besleyen dereler vasıtasıyla akıtılmakta olan tarımsal kirleticiler ve evsel endüstriyel atıklardır (Fakıoğlu ve Pulatsü 2005).

Mogan Gölü havzasında kuru tarım yapılmaktadır. Havzanın bir kısmında da meralar yer almaktadır. Havzada bulunan sanayi tesislerinin tümünün Mogan Gölü kuşaklama kolektörüne bağlı olduğu belirlenmiştir. Tesislerden göle bazı zamanlardan kontrolsüz deşarjların olduğu da belirtilmiştir (Karaaslan vd. 2010, Velioğlu 2013).

Mogan Gölü 1970 yıllarından sonra bir takım alt yapı sıkıntıları, evsel, endüstriyel tarımsal atıklar ve Gölbaşı nüfusunun düzensiz bir şekilde çoğalmasından dolayı kirlenmiştir.

1995 ve 1996 yıllarında bu olaya bir düzenleme getirilmesi amacıyla gölün rehabilitasyon çalışmaları için 1. ve 2. Çevre Kurultayları toplanmıştır. Bu Kurultaylardan sonra gölün rehabilitasyonu için ilk ve önemli adımlar atılmıştır. Bu çalışmalarda en önemli amaç dış kaynaklı kirleticilerin azaltılması olmuştur. Bu nedenle ilk önce göl çevresindeki atık su toplama şebekesinden başlanılmış ve şebeke ASKİ'ye ait kollektöre bağlanmıştır. Bundan sonra Mogan Gölü'ne akan Sukesen deresinin yatağında ıslah çalışması yapılmış ve dereye yapılan kaçak boşaltımlara karşı önlemler alınmıştır. 2005 yılında Mogan Gölü'nde Gölbaşı Belediyesi tarafından rehabilitasyon çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalarda Mogan Gölü'nün etrafında büyük bir ölçekte sazlıklar yok edilmiş, kıyılarda ise önemli derecede çamur çıkarılma işlemi yapılmıştır (Topçu 2006).

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ve Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı arasında 15.07.2016 tarihinde imzalanmış "Mogan Gölü Dip Çamuru Temizlenmesi İşbirliği Protokolü" kapsamında gölde çalışmaların iki etap halinde gerçekleştirilmesi planlanmıştır. 2018 yılında tamamlanan 1/ etap çalışmalar sonucunda gölde 2,700,000 m³ dip çamurunun taramasının gerçekleştirilmiştir. 9 Ekim 2020 tarihinde başlayan ve tamamlanan 2. etap çalışmaların sonucunda ise 6 milyon metreküplük çamurun tarandığı belirtilmiştir (Anonim 2021). Göl yönetim uygulamalarından biri olan sediment tarama uygulamasının, zengin sediment yapısına sahip olan, derinlik olarak sığ, yüzey alanı küçük, uzun hidrolik su tutma süresine sahip, sedimentasyon hızı düşük olan göllerde uygulandığı belirtilmiştir (Cooke vd. 1993).

Fakıoğlu ve Pulatsü (2005) tarafından 2003 Ocak – 2003 Aralık tarihlerinde Mogan Gölü'nde fosfor yükünün belirlenmesi amacıyla yapılan araştırmada fosfor ve diğer parametrelere göre gölün trofik durumunun ötrofik olduğu kanısına varılmıştır.

2000 Nisan-2004 Aralık tarihlerinde Beyşehir ve Mogan Gölü'nde yapılan çalışmada bu göllerden alınan su ve plankton örneklerinde ağır metal konsantrasyonu, DSÖ'nün sulama suları için tavsiye ettiği değerlerin üzerinde bulunmuştur (Atici vd. 2010).

Mangit ve Yerli (2010) tarafından Mogan Gölü'nün trofik durumu incelenmiştir. Araştırma 2006-2007 yılları arasında yapılmıştır ve TSI değeri 60 bulunarak gölün trofik durumu mezotrofik-ötrofik olarak belirlenmiştir.

Yerli vd. (2012) tarafından Mogan Gölü'nün fitoplankton topluluğu ve klorofil *a* sonuçlarına göre ötrofik olduğu belirtilmiş ve hipertrofik seviyeye ilerlediği vurgulanmıştır.

Çeşitli araştırmalarda Mogan Gölü'nün Chl *a*, Secchi derinliği ve TP parametreleri açısından OECD (1982)'ye göre ötrofik olduğu belirlenmiştir (Demir vd. 2014, Sanal ve Demir 2018).

2.6 Türkiye Göllerinde Trofik Durum

Türkiye'de ve dünyada göllerin ve baraj göllerinin trofik durumunun belirlenmesi ve izlenmesine yönelik olarak trofik durum indeksinin kullanımına ilişkin çok sayıda araştırma bulunmaktadır ve bu çalışmalardan bazıları Çizelge 2.5 ve 2.6'da kısaca tanımlanmıştır.

Sapanca Gölü'nde yapılan araştırma sonucunda gölün TSI değerleri incelenmiştir. Buna göre hesaplanan bazı değerler gölün mezotrofik, bazıları ise oligotrofik olduğuna işaret etmektedir. OECD eğrileri kullanılarak da trofik durum incelenmiştir. Chl *a*, TP, SD değerlerine göre göl oligotrofik ve mezotrofik ama daha çok mezotrofiktir (Özecik 2006).

Sarımsaklı Baraj Gölü'nde Nisan 2005-Eylül 2006 tarihleri arasında Carlson Trofik İndeksi hesaplanmıştır. TSI'ye göre baraj gölünün trofik durumunun ötrofik olduğu

belirlenmiştir. Gölün TSI değeri ortalama 59 civarında bulunmuş, bu değere göre göl ötrofik düzeyde kabul edilmiştir (Sezen 2008).

İznik Gölü'nde 2006 Ocak-2006 Aralık tarihlerinde yapılan araştırmaya göre TSI (SD) 45,91, TSI (TP) 41,16, ve TSI (ORT) 43,53 değerine göre ise göl mezotrofik olarak belirlenmiştir (Yağcı 2008).

Özyalın ve Ustaoglu (2008), 2004 Aralık- 2005 Kasım tarihleri arasında yapılan araştırmaya göre Kemer Baraj Gölü'nün TSI (SD) 49,82 değerine göre mezotrofik, TSI (CHL) 25,23, TSI (TP) 21,52, ve TSI (ORT) 32,19 değerine göre oligotrofik olduğunu belirtmişlerdir.

Ömerli Baraj Gölü'nde içme suyu olarak kullanılan 2004–2007 tarihlerinde İSKİ tarafından yapılan analizlerden elde edilen veriler ışığında, göldeki sınırlayıcı elementin belirlenmesi ve TSI gibi parametreler kullanılarak gölün trofik durumunun ortaya konması amaçlanmıştır. TSI(CHL) mezotrofik, TSI (TP) mezotrofik, TSI (SD) ise oligotrofik olarak belirlenmiştir (Yetkin 2009).

Gaga Gölü sulak alanında 2009 Nisan-2010 Mart tarihlerinde yapılan araştırma sonucunda, TSI (CHL) değeri ile göl ötrofik, TSI (TP) ile hipertrofik, TSI (ORT) değerine göre ise göl hipertrofik olarak belirlenmiştir (Candan 2011).

Çambaşı Göletinde yapılmış olan çalışmada 2009 Nisan-2010 Mart tarihinde 2 farklı noktada örnekleme yapılmıştır. TSI (TP) hesaplamalarına göre 89,77 değeriyle gölet hipertrofik, TSI (CHL) 16,43 ile oligotrofik, TSI (SD) 52,31 değeriyle ötrofik, TSI (ORT) 52,84 değeriyle ötrofik olarak değerlendirilmiştir (Topkara 2011).

Almus Baraj Gölü'nde 2008 Ocak -2009 Ocak tarihlerinde yapılan araştırma sonucunda OECD tarafından belirlenen sınır değerlerine göre TP değerine göre göl mezotrofik, SD değeri açısından göl ötrofik olarak belirlenmiştir (Polat ve Özmen 2011).

Afşar Baraj Gölü'nde yapılan araştırma sonucunda TSI (SD) 61, TSI (CHL) 55 ve TSI (ORT) 58 değerine göre göl ötrofik olarak belirlenmiştir (Ayvaz vd. 2011).

Batman Baraj Gölü'nün trofik durumunun değerlendirilmesi maksadıyla 2008-2009 yıllarında SD, TP, TN, Chl *a* mevsimsel değerlendirilmiştir. Gölün trofik durumunun belirlenmesinde TSI kullanılmıştır. Batman Baraj Gölü'nün trofik durumuna göre TP değerine (61,05 µg/L) göre ötrofik, ortalama Chl *a* (3,72 µg/L) ve SD (3,05 m)'ye göre mezotrofik olduğu kanısına varılmıştır. TSI (ORT) değeri ise gölün mezotrofik olduğunu göstermektedir (Varol 2013).

Alp vd. (2014) tarafından 2013 Nisan-2014 Mart tarihlerinde yapılan örneklemeler sonucunda Akgöl Lagününün TSI (SD) 74,47 değerine göre hipertrofik, TSI (CHL) 48,66 değerine göre mezotrofik, TSI (TP) 49,98 değerine göre mezotrofik, TSI (ORT) 57,93 değerine göre ise ötrofik olduğu belirlenmiştir.

Erdoğan (2015)'a göre 2012 Mart-2013 Şubat tarihlerinde Bayındır Baraj Gölü'nün TSI (SD) 62,26 değerine göre ötrofik, TSI (CHL) 32,23 değerine göre oligotrofik, TSI (TP) 53,72 değerine göre mezotrofik, TSI (ORT) 49,41 değerine göre ise mezotrofik olduğu belirlenmiştir.

Uzunçayır Baraj Gölü'nde trofik durumunun değerlendirilmesi 2013-2014 yıllarında SD, Chl *a*, TP ve TN değerleri ölçülmüştür. Uzunçayır Baraj Gölü'nün trofik durumunun tahmininde TSI kullanılmıştır. Uzunçayır Baraj Gölü'nde SD 1,48-11,04 m, Chl *a* 0-34,3 µg/l, TP 0,06-1,12 µg/l ve TN 0-3,82 µg/l arasında belirlenmiştir. Baraj gölünün ortalama TSI değerlerine göre oligotrofik olduğu saptanmıştır (Kutlu vd. 2016).

Saklıgöl, Gökçeova Göleti, Kartal Gölü ve Karagöl'de 2009-2011 tarihlerinde örneklemeler yapılmıştır. SD ve Chl *a* ile belirlenen TSI (SD) sonuçları 47,3-59,3, TSI (CHL) sonuçları 38,1-45,5, TSI (ORT) ise 42,7 ile 55,5 arasında değişim göstermiştir. TSI (SD) sonuçlarına göre göl mezotrofik-ötrofik, TSI (CHL) sonuçlarına göre göl oligotrofik-mezotrofik, TSI (ORT) sonuçlarına göre ise göl mezotrofik-ötrofik olarak belirlenmiştir (Sömek ve Ustaoglu 2016).

Cüce ve Bakan (2017a) tarafından Balık Gölü'nün trofik durumu TSI ile incelenmiştir. Gölde TSI (CHL) değeri 70'den 64'e azalarak genel olarak göl hala ötrofik kaldığı, ancak giderek daha kötü duruma yaklaştığı bildirilmiştir.

Cernek Gölü'nde 2010 Nisan- 2011 Ağustos tarihlerinde yapılan araştırma sonucunda TSI (SD) 58,66 değerine göre göl ötrofik, TSI (Chl *a*) 75,66 değerine göre göl hipertrofik, TSI (TP) 61 değerine göre ötrofik, TSI (Ort) 65,1 değerine göre ise göl ötrofik olarak belirlenmiştir (Cüce ve Bakan 2017b).

Ataköy Baraj Gölü'nde 2016-2017 yıllarında tarafından yapılan çalışmada TSI değeri 27 hesaplanmış ve trofik düzeyinin oligotrofik olduğu belirlenmiştir (Ondoğan 2017).

Eber Gölü'nde 2012 Aralık-2013 Eylül tarihlerinde yapılan araştırma sonucunda TSI (TP) değeri ölçülmüş ve ortalama 89,3 değerle gölün hipertrofik olduğu belirtilmiştir (Mangit vd. 2017).

Çiğ Gölü'nde 2015 Haziran-2016 Mayıs tarihlerinde yapılan araştırma sonucunda, TSI (SD) 58,48 değerine göre göl ötrofik, TSI (CHL) 24,79 değerine göre göl oligotrofik, TSI (TP) 66,08 değerine göre ötrofik, TSI (ORT) 49,7 değerine göre ise göl mezotrofik olarak belirlenmiştir (Karakaya 2018).

Eğirdir Gölü'nün su kalitesi ve trofik durumunun belirlenmesi için 2013-2014 yıllarında gerçekleştirilen çalışmada çözünmüş oksijen içeriği, TP, TN, SD ve Chl *a* analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda Eğirdir Gölü'nün TSI değerlerine göre mezotrofik olduğu kanısına varılmıştır (Bulut ve Kubilay 2018).

Karkamış Baraj Gölü'nde 2015 Ocak-Aralık tarihlerinde yapılan araştırmada 5 farklı noktada su kalitesi parametreleri incelenmiş ve TSI hesaplanmıştır. TSI (TP) değeri 44 olup göl mezotrofik, TSI (CHL) değeri 27 olup göl oligotrofik, TSI (SD) değeri 34 olup göl oligotrofik olarak değerlendirilmiştir (Tepe vd. 2018).

Eber Gölü'nde 2014 Nisan-2015 Şubat tarihlerinde yapılan araştırma sonucunda, TSI (CHL) 124,71, TSI (TP) 117,02, TSI (ORT) 121,61 olarak belirlenmiş ve gölün üç değere göre hipertrofik olduğu belirlenmiştir (Gümüş 2018).

Özlüce Baraj Gölü'nün trofik durumunu belirlenmesi maksadıyla 2015'de yapılan çalışmada, 4 noktadaki su örneklerinden elde edilen veriler TSI, OECD, YSKY'ye göre değerlendirilmiş ve Özlüce Baraj Gölü mezotrofik olarak tanımlanmıştır (Küçükyılmaz vd. 2019).

Suat Uğurlu Baraj Gölü'nde 2015 Ocak-2015 Aralık tarihlerinde yapılan araştırma sonucunda, TSI (CHL) değerine göre ötrofik, TSI (TP) değerine göre mezotrofik, TSI (ORT) değerine göre ise göl mezotrofik-ötrofik olarak belirlenmiştir (Gürbüzürk Orak 2019).

Balık Gölü'nde 2017 Nisan-2018 Nisan tarihlerinde yapılan araştırma sonucunda TSI (SD) 76,2 değerine göre göl hipertrofik, TSI (CHL) 67,5 ile ötrofik, TSI (TP) 67,1 ile ötrofik, TSI (ORT) 70,2 değerine göre ise göl hipertrofik olarak belirlenmiştir (Arıman ve Koyuncu 2019).

Yuvacık Baraj Gölü'nde 2016 Eylül -2017 Mayıs tarihlerinde yapılan araştırma sonucunda TSI (SD) 37,67 değerine göre göl oligotrofik, TSI (CHL) 35,68 değerine göre göl oligotrofik, TSI (TP) 58,94 değerine göre ötrofik, TSI (ORT) 44,1 değerine göre ise göl mezotrofik olarak belirlenmiştir (Kalıpcı vd. 2020).

Karagöl'de 2014 yılında Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayında yapılan çalışmada Carlson TSI'ye göre yapılmış değerlendirmelerle ortalama TSI (CHL) değeri 41,92 olmuştur. Bu sonuca göre göl mezotrofik göl olarak belirlenmiştir (Taş ve Hamzaçebi 2020).

Balaban Gölü'nde 2019 Ekim-2020 Ağustos tarihlerinde yapılan çalışmada TSI (SD) 50, TSI (CHL) 43,5, TSI (TP) 33,2 ve TSI (ORT) 43,2 değerine göre gölün mezotrofik olduğu belirlenmiştir (Ertaş vd. 2021).

Süçüllü Baraj Gölü'nde 2017-2018 tarihlerinde yapılmış çalışmada trofik durum belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre YSKY'nin belirlediği TSI değerlerine göre Süçüllü Baraj Gölü TP ve SD'ye göre ötrofik, Chl *a* ve ÇO açısından ise oligotrofik olarak saptanmıştır. TSI (CHL) değeri oligotrofik iken TSI (SD), TSI (TP) ve TSI (ORT) açısından göl ötrofik olarak belirlenmiştir (Aslantürk ve Çetinkaya 2022).

Doğancı Baraj Gölü'nde 2018 Ocak-2018 Kasım tarihlerinde yapılan araştırma sonucunda, TSI (CHL) 51,25 değerine göre göl mezotrofik, TSI (TN) 38,73 değerine göre oligotrofik, TSI (ORT) değerine göre ise göl oligotrofik olarak belirlenmiştir (Atak 2022).

Çizelge 2.5 Türkiye göllerinde trofik duruma yönelik çalışmalar

Kaynak	Araştırma Yeri ve Yılı	Sonuç
Özecik (2006)	Sapanca Gölü 2006 yılı	TSI değerlerine göre göl mezotrofik-oligotrofik olarak bulunmuştur
Sezen (2008)	Sarımsaklı Baraj Gölü Nisan 2005-Eylül 2006	TSI (ORT) değeri 59 bulunarak göl ötrofik kabul edilmiştir
Yağcı (2008)	İznik Gölü Ocak-Aralık 2006	TSI (SD) 45,91 bulunarak göl mezotrofik kabul edilmiştir
Özyalın ve Ustaoglu (2008)	Kemer Baraj Gölü 2004-2005	TSI (SD) 49,82 değerine göre göl mezotrofik, TSI (CHL) 25,32 değerine göre oligotrofik, TSI (ORT) 32,19 değerine göre oligotrofik kabul edilmiştir

Çizelge 2.5 Türkiye göllerinde trofik duruma yönelik çalışmalar (devam)

Yetkin (2009)	Ömerli Baraj Gölü 2004 –2007	TSI (SD) değerine göre göl oligotrofik, TSI (CHL) değerine göre mezotrofik, TSI (TP) değerine göre mezotrofik kabul edilmiştir
Mangit ve Yerli (2010)	Mogan Gölü 2006- 2007	TSI (ORT) 60 değerine göre ötrofik kabul edilmiştir
Candan (2011)	Gaga Gölü Nisan 2009- Mart 2010	TSI (CHL) değerine göre ötrofik, TSI (TP) değerine göre hipertrofik, TSI (ORT) değerine göre hipertrofik kabul edilmiştir
Topkara (2011)	Çambaşı Göleti Nisan 2009- Mart 2010	TSI (SD) 52,31 değerine göre göl ötrofik, TSI (CHL) 16,43 değerine göre oligotrofik, TSI (TP) 89,77 değerine göre hipertrofik, TSI (ORT) 52,84 değerine göre ötrofik kabul edilmiştir
Polat ve Özmen (2011)	Almus Baraj Gölü 2008 Ocak -2009 Ocak	OECD (1982)'ye göre göl TP değerine göre mezotrofik, SD değerine göre ötrofik olarak kabul edilmiştir

Çizelge 2.5 Türkiye göllerinde trofik duruma yönelik çalışmalar (devam)

Kaynak	Araştırma Yeri ve Yılı	Sonuç
Ayvaz vd. (2011)	Afşar Baraj Gölü	TSI (SD) 61 değerine göre göl ötrofik, TSI (CHL) 55 değerine göre ötrofik, TSI (ORT) 58 değerine göre ötrofik kabul edilmiştir
Yerli vd. (2012)	Mogan Gölü 2005-2006	TSI (CHL) değerine göre ötrofik kabul edilmiştir
Demir vd. (2014)	Mogan Gölü 2006	Chl <i>a</i> ve TP parametreleri açısından ve OECD (1982)'ye göre göl ötrofik olduğu belirlenmiştir
Alp (2014)	Akgöl Nisan 2013 - 2014	TSI (SD) 74,47 değerine göre göl hipertrofik, TSI (CHL) 48,66 değerine göre mezotrofik, TSI (TP) 49,98 değerine göre mezotrofik, TSI (ORT) 57,93 değerine göre ötrofik kabul edilmiştir

Çizelge 2.5 Türkiye göllerinde trofik duruma yönelik çalışmalar (devam)

Kaynak	Araştırma Yeri ve Yılı	Sonuç
Erdoğan (2015)	Bayındır Baraj Gölü Mart 2012 - Şubat 2013	TSI (SD) 62,26 değerine göre göl ötrofik, TSI (CHL) 32,23 değerine göre oligotrofik, TSI (TP) 53,72 değerine göre mezotrofik, TSI (ORT) 49,41 değerine göre mezotrofik kabul edilmiştir
Kutlu vd. (2016)	Uzunçayır Gölü Mayıs 2013- Nisan 2014	TSI (ORT) değerine göre oligotrofik kabul edilmiştir
Sömek ve Ustaoglu (2016)	Saklıgöl, Gökçeova Göleti, Kartal Gölü ve Karagöl 2009-2011	TSI (SD) değerine göre göller mezotrofik-ötrofik, TSI (CHL) değerine göre oligotrofik-mezotrofik, TSI (ORT) değerine göre oligotrofik-mezotrofik kabul edilmiştir
Cüce ve Bakan (2017a)	Balık Gölü 2010-2011	TSI (CHL) değerine göre göl ötrofik kabul edilmiştir
Cüce ve Bakan (2017b)	Cerneke Gölü 2010 - 2011	TSI (SD) 58,66 değerine göre göl ötrofik, TSI (CHL) 75,66 değerine göre hipertrofik, TSI (TP) 61 değerine göre ötrofik, TSI (ORT) 65,1 değerine göre ötrofik kabul edilmiştir
Ondoğan (2017)	Ataköy Baraj Gölü 2016-2017	TSI (ORT) 27 değerine göre göl oligotrofik kabul edilmiştir

Çizelge 2.5 Türkiye göllerinde trofik duruma yönelik çalışmalar (devam)

Kaynak	Araştırma Yeri ve Yılı	Sonuç
Mangit vd. (2017)	Eber Gölü Aralık 2012 - Eylül 2013	TSI (TP) 89,3 değerine göre göl hipertrofik kabul edilmiştir
Karakaya (2018)	Çiğ Gölü Haziran 2015 - Mayıs 2016	TSI (SD) 58,48 değerine göre göl ötrofik, TSI (CHL) 24,79 değerine göre oligotrofik, TSI (TP) 66,08 değerine göre ötrofik, TSI (ORT) 49,7 değerine göre mezotrofik kabul edilmiştir
Bulut ve Kubilay (2018)	Eğirdir Gölü 2013 – 2014	TSI (ORT) değerine göre mezotrofik kabul edilmiştir
Tepe vd. (2018)	Karkamış Baraj Gölü 2015	TSI (TP) değeri 44 olup göl mezotrofik, TSI (CHL) değeri 27 olup göl oligotrofik, TSI (SD) değeri 34 olup göl oligotrofik olarak değerlendirilmiştir.
Gümüş (2018)	Eber Gölü Nisan 2014 - Şubat 2015	TSI (CHL) 124,71 değerine göre göl hipertrofik, TSI (TP) 117,02 değerine göre hipertrofik, TSI (ORT) 121,61 değerine göre hipertrofik kabul edilmiştir
Küçükıymaz vd. (2019)	Özlüce Baraj Gölü 2015	TSI (CHL), TSI (TP), TSI (SD), TSI (ORT) değerlerine göre göl mezotrofik kabul edilmiştir

Çizelge 2.5 Türkiye göllerinde trofik duruma yönelik çalışmalar (devam)

Kaynak	Araştırma Yeri ve Yılı	Sonuç
Gülbüztürk Orak (2019)	Suat Uğurlu Baraj Gölü 2015	TSI (CHL)'ye esasen göl ötrofik, TSI (TP)'ye esasen mezotrofik, TSI (ORT) değerine göre mezotrofik-ötrofik kabul edilmiştir
Arıman ve Koyuncu (2019)	Balık Gölü Nisan 2017 - Nisan 2018	TSI (SD) 76,2 değerine göre göl hipertrofik, TSI (CHL) 67,5 değerine göre ötrofik, TSI (TP) 67,1 değerine göre ötrofik, TSI (ORT) 70,2 değerine göre hipertrofik kabul edilmiştir
Kalıpcı vd. (2020)	Yuvacık Baraj Gölü Eylül 2016 - Mayıs 2017	TSI (SD) 37,67 değerine göre göl oligotrofik, TSI (CHL) 35,68 değerine göre göl oligotrofik, TSI (TP) 58,94 değerine göre ötrofik, TSI (ORT) 44,1 değerine göre ise göl mezotrofik olarak belirlenmiştir
Ertaş vd. (2021)	Balaban Gölü Ekim 2019 - Ağustos 2020	TSI (SD) 50 değerine göre göl mezotrofik-ötrofik, TSI (CHL) 43,5 değerine göre mezotrofik, TSI (TP) 33,2 değerine göre oligotrofik ve TSI (ORT) 43,2 değerine göre mezotrofik olduğu belirlenmiştir

Çizelge 2.5 Türkiye göllerinde trofik duruma yönelik çalışmalar (devam)

Kaynak	Araştırma Yeri ve Yılı	Sonuç
Aslantürk ve Çetinkaya (2022)	Süçüllü Baraj Gölü Mayıs 2017 - Nisan 2018	YSKY (Anonim 2016) ve Carlson (1977)'a göre TSI (CHL) değeri oligotrofik iken TSI (SD), TSI (TP) ve TSI (ORT) açısından göl ötrofik olarak belirlenmiştir.
Atak (2022)	Doğancı Baraj Gölü 2018	TSI (CHL) 51,25 değerine göre göl mezotrofik, TSI (TN) 38,73 değerine göre oligotrofik, TSI (ORT) değerine göre ise göl oligotrofik olarak belirlenmiştir.

2.7 Diğer Ülkelerde Yapılmış Bazı Çalışmalar

Yunanistan Mikri Prespa Gölü'nde yapılmış mevsimlik çalışma sonucunda, OECD (1982)'ye TP değeri ötrofik olarak kabul edilmiştir (Koussoris vd. 1989).

Kenya Naivasha Gölü'nde 1997 Ekim-1999 Şubat tarihleri arasında TSI (TP) ve TSI (CHL) ve TSI (SD) değerlerine göre gölün hipertrofik olduğu belirlenmiştir (Kitaka 2000).

Hindistan Sharanabasaweshwara Gölü'nde 2006 Şubat-2007 Ocak tarihlerinde yapılan çalışmaya göre TSI değerlerinin 60-70 ve 70-80 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bunun suyun daha az berrak olduğu, alg patlamasının yüksek olduğu ve ışığın verimliliği sınırladığı koşulları işaret ettiği belirtilmiştir (Rajashekar ve Vijaykumar 2008).

Kuzey Makedonya Ohrid Gölü'nde 2001-2003 tarihleri arasında yapılmış çalışmaya göre gölün TSI (SD), TSI (TP), TSI (CHL) TSI (ORT) değerlerine göre oligotrofik olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde Ohrid Gölü'nün OECD (1982) (SD, TP, Chl *a*) değerlerine göre de oligotrofik seviyede olduğu saptanmıştır (Patceva vd. 2009).

Polonya Glebokie Gölü'nde 2008-2010 yıllarında yapılmış olan araştırma sonucunda göl OECD (1982)'ye göre ötrofik-hipertrofik, TSI verilerine göre ise hipertrofik olarak belirlenmiştir (Nedzarek vd. 2010).

Güney Kore Hwajinpo Gölü'nde 2007-2008 yılları arasında yapılmış araştırma sonucunda elde edilen verilere göre TSI değerleri 2007 yılında gölün güneyinde 67 ve kuzeyinde 63 olarak belirlenmişken (ötrofik), 2008 yılında ise bu değerler 63 ve 59 olarak (ötrofik) düşüş göstermiştir (Heo vd. 2011).

Çin Taihu Gölü'nde 2007 Mayıs-2008 Mayıs tarihlerinde yapılmış çalışmada TSI değerleri ve OECD (1982) değerleri açısından gölün ötrofik-hipertrofik olduğu hesaplanmıştır (Zhao vd. 2011).

Yunanistan Amvrakia Gölü'nde Mart 2007- Şubat 2008 tarihlerinde yapılmış çalışmada gölün ortalama TSI (ORT) değerleri açısından mezotrofik olduğu belirlenmiştir (Thomatou vd. 2013).

Yunanistan Kastoria Gölü'nde 2010 Eylül-2011 Eylül tarihleri arasında yapılmış çalışmada gölün TSI değerleri ve OECD (1982) değerleri açısından hipertrofik olduğu belirlenmiştir (Matzafleri vd. 2013).

Yunanistan Trichonis Gölü'nde Eylül 2003- Ağustos 2006 tarihlerinde yapılmış çalışmaya göre gölün TSI değerleri açısından oligotrofik-mezotrofik yapısını koruduğu belirlenmiştir (Kehaiyas ve Doulka 2014).

Endonezya'ya ait Batı Sumatra adasında olan Maninjau Gölü'nde Temmuz 2013 tarihinde yapılan araştırmada elde edilen TSI değerine göre, (ortalama $78,62 \pm 1,15$ ile

77,82 ile 80,08 arasında) kıyı bölgesi suları aşırı ötrofik sular olarak kabul edilmiştir (Syandri vd. 2014).

Kazakistan'da 7 gölde yapılmış olan çalışma sonucunda elde edilmiş verilere göre, göller mezotrofik durumdan hipertrofik duruma kadar değişen farklı seviyeler göstermiştir (Frumin ve Krashanovskaya 2014).

Polonya Czarne ve Glebokie Göllerinde yapılmış araştırma sonucunda OECD (1982) (Chl *a* ve SD) verilerine göre Czarne Gölü mezotrofik, Glebokie Gölü ise hipertrofik olarak belirlenmiştir. TSI değerlerine göre ise Czarne Gölü mezotrofik-ötrofik, Glebokie Gölü ise ötrofik olarak hesaplanmıştır (Ejankowski ve Lenard 2014).

Etiyopya Hawassa Gölü'nde 2011 Aralık-2012 Şubat tarihlerinde yapılan çalışmaya göre ortalama olarak Hawassa Gölü'nün TSI değerinin hipertrofik olduğu belirlenmiştir (TSI=72,6) (Abate vd. 2015).

Niepruszewskie (Polonya) Gölü'nde trofik durumunun 1994-2013 yılları arasında yıl bazında değişimi incelenmiş, ilk yıllarda ortalama TSI değerleri ötrofik durum gösterirken, sonraki yıllarda bu değerler mezotrofikten hipertrofiğe doğru değişmiştir (Zbierska vd. 2015).

Etiyopya Hawassa Gölü'nde Aralık 2011- Şubat 2012 tarihlerinde yapılan çalışmaya göre, ortalama TSI değerleri hipertrofik olarak belirlenmiştir (TSI = 74,6). Genel olarak göl suyu içme ve tarım için uygun olmadığı, ancak su yaşamının sürdürülebilmesi için uygun olduğu belirtilmiştir (Worako 2015).

Peipus (Peipsi) Gölü'nün Estonya sularında yapılmış çalışmaya göre gölün ortalama TSI değerleri ve OECD (1982) değerleri açısından ötrofik-hipertrofik arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir (Frumin vd. 2017).

Hindistan'ın Kashmir eyaletinde Nigeen Gölü'nde 2015 Aralık- 2016 Mayıs arasında yapılan araştırma sonucunda, ortalama TSI (SD) değerinin 47,19 ila 56,26, TSI (TP)

84,63 ila 85,6 ve TSI (CHL) değerinin 58,24 ila 61,37 aralığında olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın genel sonuçlarına göre Nigeen Gölü TSI (ORT) değerinin 65,7 ila 67,7 arasında değiştiği ve gölün hipertrofik durumda olduğu belirtilmiştir (Kaur vd. 2018).

Bosna Hersek Blidinje Gölü'nde 2008 Mayıs-Kasım tarihlerinde yapılan bir araştırmaya göre Blidinje Gölü'nün berraklığı çok düşük olduğundan yüksek TSI (SD) değerleri elde edilmiştir. Bu nedenle hipertrofik gölü olarak belirlenmiştir. Yüksek TSI (SD) değerlerinin, yüksek TSI (CHL) değil, büyük miktarda asılı partiküllerden kaynaklandığı belirtilmiştir. Gölü TSI (CHL) ve TSI (TP) açısından oligotrofik/mezotrofik olarak belirlenmiştir (Ivankovic vd. 2018).

Mısır Timsah Gölü'nde 2016 Ocak-Aralık tarihleri arasında ortalama TSI değeri 60 olarak hesaplanmıştır. Bu değere göre gölü ötrofik bir gl olarak belirtilmiştir (El-Serehy vd. 2018).

Mısır Burullus Gölü'nde TSI (ORT) değeri 73,62-86,1 arasında değişerek hipertrofik koşulları göstermiştir. TSI'nın zamansal ve yersel değişimi istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,001$). Burada minimum TSI değeri El-Boughaz sahilinde kaydedilmiştir (Elsayed vd. 2019).

Etiopya Tana Gölü'nde 2018 yılında dört dönem yapılmış çalışmanın sonucunda gölün ortalama TSI değeri 69,77 olarak hesaplanmıştır. Bu değere göre gölü ötrofik olarak belirtilmiştir (Tibebe vd. 2019).

Gana Volta Gölü'nde 2015 Mart-2016 şubat tarihlerinde yapılmış çalışmaya göre gölün ortalama TSI değerlerine göre oligotrofik olduğu, gölün trofik durumunun düşünüldüğünden daha iyi olduğu belirlenmiştir (Tay 2022).

Çizelge 2.6 Çeşitli göllerde trofik duruma ilişkin çalışmalar

Kaynak	Araştırma Yeri ve Yılı	Sonuç
Koussoris vd. (1989)	Yunanistan Mikri Prespa Gölü	OECD (1982)'ye TP değeri ötrofik olarak kabul edilmiştir.
Kitaka vd. (2000)	Kenya Naivasha Gölü Ekim 1997 - Şubat 1999	TSI (TP) ve, TSI (CHL) ve TSI (SD) değerlerine göre gölün hipertrofik olduğu belirlenmiştir.
Rajashekar ve Vijaykumar (2008)	Hindistan Sharanabasaweshwara Gölü Şubat - Ocak 2007	TSI değerlerinin 60-70 ve 70-80 arasında değiştiği ve ötrofik-hipertrofik olduğu belirlenmiştir.
Patceva vd. (2009)	Kuzey Makedonya Ohrid Gölü 2001-2003	TSI (SD), TSI (TP), TSI (CHL) TSI (ORT) değerlerine göre oligotrofik olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde Ohrid Gölü'nün OECD (1982) (SD, TP, Chl a) değerlerine göre de oligotrofik seviyede olduğu saptanmıştır.
Nedzarek vd. (2010)	Polonya Glebokie Gölü 2008-2010	OECD (1982)'ye göre ötrofik-hipertrofik, TSI verilerine göre ise hipertrofik olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2.6 Çeşitli göllerde trofik duruma ilişkin çalışmalar (devam)

Kaynak	Araştırma Yeri ve Yılı	Sonuç
Heo vd. (2011)	Güney Kore Hwajinpo Gölü 2007-2008	TSI değerleri 2007 yılında gölün güneyinde 67 ve kuzeyinde 63 olarak belirlenmişken (ötrofik), 2008 yılında ise bu değerler 63 ve 59 olarak (ötrofik) düşüş göstermiştir.
Zhao vd. (2011)	Çin Taihu Gölü 2007 Mayıs-2008 Mayıs	TSI değerleri ve OECD (1982) değerleri açısından ötrofik-hipertrofik olduğu hesaplanmıştır
Thomatou vd. (2013)	Yunanistan Amvrakia Gölü Mart 2007 -Şubat 2008	TSI (ORT) değerleri açısından mezotrofik olduğu belirlenmiştir.
Matzafleri vd. (2013)	Yunanistan Kastoria Gölü 2010 Eylül-2011 Eylül	TSI değerleri ve OECD (1982) değerleri açısından hipertrofik olduğu belirlenmiştir.
Kehaiyas ve Doulka (2014)	Yunanistan Trichonis Gölü Eylül 2003- Ağustos 2006	TSI değerleri açısından oligotrofik-mezotrofik yapısını koruduğu belirlenmiştir.
Frumin ve Krashanovskaya (2014)	Kazakistan'da 7 göl	Göller mezotrofik durumdan hipertrofik duruma kadar değişen farklı seviyeler göstermiştir.

Çizelge 2.6 Çeşitli göllerde trofik duruma ilişkin çalışmalar (devam)

Kaynak	Araştırma Yeri ve Yılı	Sonuç
Ejankowski ve Lenard (2014)	Polonya Czarne ve Glebokie Gölleri 2013-2014	OECD (1982) (Chl <i>a</i> ve SD) verilerine göre Czarne Gölü mezotrofik, Glebokie Gölü ise hipertrofik olarak belirlenmiştir. TSI değerlerine göre ise Czarne Gölü mezotrofik-ötrofik, Glebokie Gölü ise ötrofik olarak hesaplanmıştır.
Abate vd. (2015)	Etiyopya Hawassa Gölü 2011 Aralık-2012 Şubat	Hawassa Gölü'nün TSI (ORT) değerinin hipertrofik olduğu belirlenmiştir (TSI=72,6).
Zbierska vd. (2015)	Niepruszewskie (Polonya) Gölü 1994-2013	İlk yıllarda TSI (ORT) değerleri ötrofik durum gösterirken, sonraki yıllarda bu değerler mezotrofikten hipertrofiğe doğru değişmiştir.
Worako (2015)	Etiyopya Hawassa Gölü Aralık 2011 - Şubat 2012	TSI (ORT) değerleri hipertrofik olarak belirlenmiştir (TSI = 74,6).
Frumin vd. (2017)	Peipus (Peipsi) Gölü'nün Estonya suları	Gölün TSI (ORT) değerleri ve OECD (1982) değerleri açısından ötrofik-hipertrofik arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 2.6 Çeşitli göllerde trofik duruma ilişkin çalışmalar (devam)

Kaynak	Araştırma Yeri ve Yılı	Sonuç
Kaur vd. (2018)	Hindistan'ın Kashmir eyaleti Nigeeen Gölü 2015 Aralık- 2016 Mayıs	Çalışmanın genel sonuçlarına göre Nigeeen Gölü TSI (ORT) değerinin 65,7 ila 67,7 arasında değiştiği ve gölün hipertrofik durumda olduğu belirtilmiştir.
El-Serehy vd. (2018)	Mısır Timsah Gölü 2016 Ocak-Aralık	TSI (ORT) 60 belirtilmiştir. Bu değer ile göl ötrofik bir göl olarak belirtilmiştir.
Elsayed vd. (2019)	Mısır Burullus Gölü	TSI (ORT) değeri 73,62-86,1 arasında değişerek hipertrofik koşulları göstermiştir
Tibebe vd. (2019)	Etiopya Tana Gölü 2018 dört dönem	TSI (ORT) 69,77 belirtilmiştir. Bu değer ile göl ötrofik olarak belirtilmiştir.
Tay (2022)	Gana Volta Gölü 2015 Mart-2016 Şubat	TSI (ORT) değerlerine göre oligotrofik olduğu belirlenmiştir

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Araştırma yeri

Mogan Gölü, Ankara'nın merkezinden 20 km güneyde bulunmaktadır. 39°44'45" ve 39°47'45" kuzey enlemleri ile 32°46'30" ve 32°49'30" doğu boylamları arasında alüvyon bir set gölü olan Mogan Gölü deniz seviyesinden 972 m yükseklikte bulunarak 5,4 km² göl alanına sahiptir. Ortalama derinliği 2,8 m olan bu gölün en derin yeri 4 m olarak belirlenmiştir. Gölün genişliği 900-1100 m, uzunluğu 6000 m olarak belirlenmiştir. Göl'ün çevresel alanının ortalama uzunluğu 14 km olarak belirtilmiştir (Anonim 1995, Akbulut 1998, Pulatsü vd. 2008).

Mogan-Eymir Gölleri ve çevresinde bulunan 273,94 km² alana sahip sulak-bataklık alanlar, ciddi bir kentsel-endüstriyel kirlilik baskısı altında olduklarından dolayı rekreasyonel ve ekolojik اهممىيىتى sebebiyle, Çevre Kanunu'nun 9. maddesi kapsamında 90/1117 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı'na göre "Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi" olarak onanmıştır (Anonim 2015).

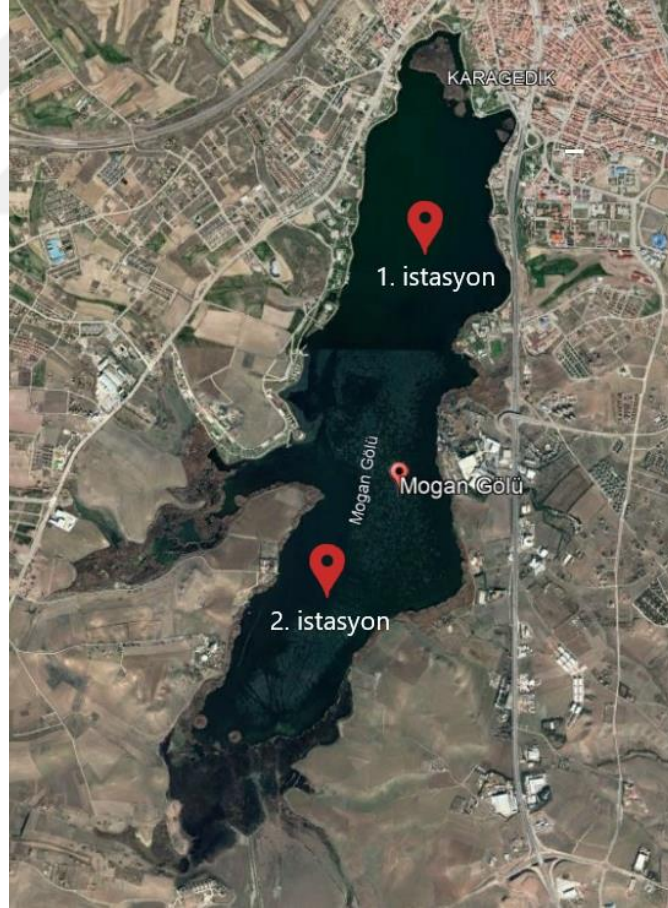
Hacmi 13-14 milyon m³ olarak kabul edilen Mogan Gölü'nü küçük hacimli dereler beslemektedir. Göl'ün suyunun Eymir Gölü'ne akması regülatör vasıtasıyla kontrol edilmektedir. Gölün güneyinde bulunan bataklık ve sulak çayırılık alanlarda başta kuş türleri olmak üzere farklı hayvanlar yaşamaktadır. Mogan Gölü'nün etrafında geniş sazlıklar bulunmaktadır. Aynı zamanında gölün çevresinde çeşitli restoranlar bulunmaktadır. Mogan Gölü'nün ilk önce kanal aracılığıyla Eymir Gölü'ne, bundan sonra ise İmrahor vasıtasıyla Ankara Çayı'na boşalmakta olduğu belirtilmiştir.

Mogan Gölü'nün su girdisini yaz aylarında kuruyan, düzensiz rejime sahip dereler oluşturmaktadır. Bu derelere örnek olarak Sukesen, Başpınar, Tatlım, Yavrucak,

Kaldırım, Gölova, Çolakpınar ve Gölcük dereleri gösterilebilir (Atıcı vd. 2014, Anonim 2015).

Bölgenin bitki örtüsü bozkırdır. Bölgenin senelik ortalama yağışının 500 mm olduğu belirtilmiştir. Sıcaklıkların senelik ortalamalarına göre değerler en az -5°C olup Ocak - Şubat ayında ölçülmekle beraber, en fazla sıcaklık ise 25°C olarak Temmuz-Ağustos aylarında ölçülmüştür (Anonim 2015).

Mogan Gölü'nün haritası ve örnekleme yapılan noktalar şekil 3.1'de, noktaların koordinatları ise çizelge 3.1'de verilmiştir. Bu çalışmada 13 Mayıs 2022, 09 Ağustos 2022, 05 Kasım 2022, 25 Şubat 2023 tarihlerinde arazi çalışması yapılarak su örnekleri alınmıştır. Noktalara ilişkin fotoğraflar ise şekil 3.3 ve şekil 3.4'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Mogan Gölü ve noktalar

Çizelge 3.1 Mogan Gölü'nde belirlenen örnekleme noktaları koordinatları ve örnekleme tarihleri

İstasyonlar	Koordinatlar	Örnekleme tarihleri
1. Nokta	39°46.834" K, 37°47.675" D	13 Mayıs 2022
2. Nokta	39°46.048" K, 37°47.282" D	09 Ağustos 2022 05 Kasım 2022 25 Şubat 2023



Şekil 3.2 Mogan Gölü 1. Nokta



Şekil 3.3 Mogan Gölü 2. Nokta

3.2 Yöntem

3.2.1 Araştırmada kullanılan araç ve gereçler

Saha çalışmasında, aynı zamanda laboratuvar ortamında kullanılmış gereçler aşağıda gösterilmiştir:

- 2 L haciminde Hydrobios Ruttner su örneği alma aleti,
- YSI ProPlus Marka, su sıcaklığı, çözülmüş oksijen, iletkenlik ve pH'yı uygun problemleri ile ölçebilen oksijenmetre. Bu multiparametre taşınabilir ölçüm cihazı 5 °C ile + 45 °C arasında olan sıcaklıkları ± 1 °C hassasiyetle, 0 ppm ile 15 ppm arasında olan çözülmüş oksijen değerlerini $\pm 0,2$ ppm hassasiyetle, sudan alınmış olan örneğin pH değerlerini ± 1 °C hassasiyetle ölçebilmektedir.
- Shimadzu UV 1240 markalı 400-800 nm dalga boyları arasında okuma yapan Spektrofotometre,
- 20 cm çapında Hydrobios marka Secchi disk,

- Koordinat belirlemek için Magellan Explorist 600 Markalı, 3 eksene sahip elektronik pusula, termometresi ve barometresi olan GPS cihazı,
- Filtrasyon düzeneği,
- Çeker ocak.

3.2.2 Fiziksel ve kimyasal su analizleri

3.2.2.1 Sıcaklık (T)

Su sıcaklık değeri YSI ProPlus multiparametre cihazının yardımıyla örnek noktalarında probun yüzeyden dibe doğru indirilmesi ile 1 m aralıkla ölçülerek belirlenmiştir.

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

ÇO ve OD değerleri, YSI ProPlus multiparametre cihazını kullanarak yüzeyden dibe doğru 1 m aralıkla ölçülmüştür.

3.2.2.3 Toplam çözünmüş katı madde (TDS)

TDS değerleri, YSI ProPlus multiparametre cihazını kullanarak yüzeyden gölün dibine doğru 1 m aralıkla ölçülmüştür.

3.2.2.4 Secchi derinliği (SD)

SD Secchi diskinin suya atıldıktan sonra görülemediği derinlik olarak belirlenmiştir.

3.2.2.5 pH

pH'ı belirlemek için YSI ProPlus multiparametre cihazı kullanılarak yüzeyden başlayarak 1 m aralıkla ölçülmüştür.

3.2.2.6 Elektriksel iletkenlik (EC)

EC değerleri YSI ProPlus multiparametre cihazının yardımıyla 1 m aralıkla ölçülerek belirlenmiştir.

3.2.2.7 Alkalinite tayini

Alkalinite değerleri laboratuvar ortamında APHA (1995)'e göre belirlenmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Laboratuvar ortamında alkalinite tayini

3.2.2.8 Klorofil *a* (Chl *a*) analizi

Gölden alınmış olunan su numuneleri, Whatman GF/C filtre kağıtları (47 mm) vasıtasıyla süzildükten sonra %96'lık etanol ile ayrıştırılmış, spektrofotometrik yöntem ile ekstraktın

optik yoğunluğu 665 ve 750 nm dalga boylarında okunmuş ve belirlenmiş formüllerin yardımıyla Chl *a* derişimi hesaplanmıştır (APHA 1995).

3.2.2.9 Toplam fosfor (TP) tayini

Su örneklerinde toplam fosforun belirlenmesi için spektrofotometrik metot kullanılmıştır (APHA 1995).

3.2.2.10 İstatistiksel analizler

Mogan Gölü'nde sıcaklık, SD, pH, EC, ÇO, OD, TDS, alkalinite, Chl *a*, TP, SD, TSI (TP), TSI (CHL), TSI (SD), TSI (ORT) değerlerinin, aylara ve noktalara göre değişimlerinin ortalamalarının farklılıkları SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 17.0 sürüm istatistik programı vasıtasıyla tek yönlü Varyans analizi, Tukey testi yardımıyla belirlenmiştir. Araştırmada yapılan örneklemlerden elde edilen sonuçlardan örnekleme dönemlerine göre TSI (ORT) indeks sonuçları hesaplanmış, bölgede farklı yıllarda elde edilmiş diğer TSI (ORT) sonuçları ile benzerlikleri karşılaştırılmış ve yıllar arası benzerlikler değerlendirilmiştir. Bunun için PAST v4.09 yazılımında hiyerarşik kümeleme analizi Bray-Curtis metoduna göre yapılmıştır. Burada yıllar arasındaki benzerlik katsayıları hesaplanarak benzerlik matrisi oluşturulmuştur (Hammer vd. 2001).

3.2.3 Trofik durumun belirlenmesi

Mogan Gölü'nde trofik durumun belirlenmesinde SD, TP ve Chl *a* parametreleri kullanmıştır. Carlson (1977)'a göre yapılmış olan hesaplamada, bu üç değişene ait Trofik Durum İndeksi (TSI) aşağıdaki denklem bağlantılarına göre belirlenmiştir (Carlson 1977).

$$TSI (CHL) = 9,81 \ln (CHL) + 30,6 \quad (1)$$

$$TSI (SD) = 60 - 14,41 \ln (SD) \quad (2)$$

$$TSI (TP) = 14,43 \ln (TP) + 4,15 \quad (3)$$

$$TSI (ORT) = (TSI (SD) + TSI (CHL) + TSI (TP)) / 3 \quad (4)$$

Burada, Secchi derinliğinin birimi metre, klorofil *a*'nın mg/m³, toplam fosforun mg/m³ olarak alınmıştır. Carlson (1977) bu değişenlere ait dizgesel bir TSI değerlendirme tablosunu belirlemiştir.

Yukarıda gösterilmiş olan denklemlerden elde edilen sonuçlar izelge 2.1'e göre değerlendirilip gölün hangi trofik sınıfa ait edildiği belirlenmiştir.

Mogan Gölü'nde trofik durum OECD (1982) ve YSKY'ye (Anonim 2016) göre değerlendirilmiştir (izelge 2.1; izelge 2.4).



4. BULGULAR

4.1 Fiziksel ve Kimyasal Su Analizlerine Dair Bulgular

4.1.1 Sıcaklık (T)

Mogan Gölü'nde, araştırma süresince su sıcaklığının ortalama değeri 15,34 °C olarak belirlenmiştir. Su sıcaklığı en yüksek Ağustos'ta 26,4 °C ile ölçülmüşken, en düşük değeri ise Şubat'ta 5,45 °C olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.1). Su sıcaklığının yüzeyden dibe doğru değişimi incelendiğinde gölde tabakalaşma olmadığı belirlenmiştir. Su sıcaklığı mevsimsel değişime göre incelendiğinde Mayıs ayından Ağustos ayına kadar su sıcaklığının artmaya başladığı, Ağustos ayından Şubat ayı itibariyle ise su sıcaklığının azaldığı görülmüştür. Su sıcaklığı değerlerinin mevsimsel değişiminin istatistiksel açıdan önemli bulunmuş ve Tukey testi ile incelenmiştir. Tüm aylar ve noktalar bazında ortalama su sıcaklığı değerleri ile farklılığın önemli olduğu saptanmıştır ($p<0,05$).

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

Mogan Gölü'nde, araştırma periyodunda ortalama ÇO 7,16 mg/l olarak belirlenmiştir. Çözünmüş oksijenin en yüksek değeri Şubat'ta 10,21 mg/l ile ölçülmüşken, en düşük değeri ise Mayıs'ta 5,23 mg/l olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1). Çözünmüş oksijenin mevsimsel değişimi incelendiğinde Mayıs ayından Şubata kadar yükseldiği belirlenmiştir (Çizelge 4.1). ÇO değerlerinin mevsimsel değişiminin istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiş ve Tukey testi kullanılmıştır. Kasım ayında ortalama ÇO değerinin noktalar arasındaki farkının istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Her iki noktada tüm aylara göre değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli olduğu kanısına varılmıştır ($p<0,05$).

Gölde OD ortalama %77,02 olarak ölçülmüştür. Oksijen doygunluğunun en yüksek yüzdesi Şubat ayında %92,85 olarak ölçülmüşken, en düşük değeri ise Mayıs ayında %62,97 olarak ölçülmüştür. Oksijen doygunluğu mevsimsel değişime göre

incelendiğinde Mayıs ayından Şubat'a kadar yükseldiği belirlenmiştir (Çizelge 4.1). OD değerlerinin mevsimsel değişiminin istatistiksel açıdan önemli olduğu kanısına varılmış ve Tukey testi kullanılmıştır. Ağustos ve Kasım ayında ortalama OD değerinin noktalar arasındaki farkının istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir. Her iki noktada bütün aylara göre değerlerin birbiriyle farkı istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0,05$).

4.1.3 Toplam çözünmüş katı madde (TDS)

Mogan Gölü'nde, araştırma süresince ortalama TDS 2722 mg/l olarak belirlenmiş bulunmaktadır. TDS en yüksek Şubat ayında 2722 mg/l olarak ölçülmüşken, en düşük değeri ise Mayıs ayında 2505 mg/l olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.1). TDS mevsimsel değişime göre incelendiğinde Mayıs ayından Şubat'a kadar yükseldiği belirlenmiştir (Çizelge 4.1). TDS değerlerinin mevsimsel değişiminin istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiş ve Tukey testi kullanılmıştır. Tüm aylarda ortalama TDS değerinin noktalar arasındaki farkının istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Her iki noktada bütün aylara göre değerler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

4.1.4 Secchi derinliği (SD)

Mogan Gölü'nde, araştırma zarfında ortalama SD 2,1 m olarak belirlenmiştir. SD en yüksek değeri Mayıs'ta 3 m olarak ölçülmüşken, en düşük değer Ağustos'ta 1,1 m olarak belirlenmiştir. SD mevsimsel değişime göre incelendiğinde Ağustos ayında Mayıs ayına göre azalmış, Ağustosta en düşük değere sahip olduktan sonra tekrar artış göstermiştir (Çizelge 4.1). SD değerlerinin mevsimsel değişiminin istatistiksel açıdan önemi belirlenmiş ($p<0,05$) ve Tukey testi kullanılmıştır. Sonuçlara göre 1. Noktada Mayıs, Ağustos ve Kasım aylarındaki değerlerin Şubat ayındaki değerle arasındaki farklılığın, 2. noktada tüm aylardaki değerlerin birbiriyle farkının istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p<0,05$).

Çizelge 4.1 Mevsimlere ve noktalara göre sıcaklık, OD, ÇO, EC, pH, TDS, alkalinite, TP, Chl *a*, SD, TSI (TP), TSI (CHL), TSI (SD), TSI (ORT) parametrelerinin karşılaştırılması

Parametre	AYLAR							
	Mayıs		Ağustos		Kasım		Şubat	
	1. Nokta	2. Nokta	1. Nokta	2. Nokta	1. Nokta	2. Nokta	1. Nokta	2. Nokta
Sıcaklık (°C)	17,55±0,07 ^{dB}	18,05±0,07 ^{cB}	25±0,07 ^{bA}	26,4±0,07 ^{aA}	12,3±0,14 ^{eC}	11,7±0,14 ^{fC}	6,3±0,14 ^{gD}	5,45±0,07 ^{hD}
ÇO (mg/l)	5,12±0,02 ^{eD}	5,35±0,02 ^{eD}	6,63±0,28 ^{cB}	6,54±0,08 ^{cC}	5,8±0,01 ^{dC}	7,43±0,02 ^{bB}	10,16±0,08 ^{aA}	10,27±0,01 ^{aA}
OD (%)	61,1±1,41 ^{cC}	64,85±1,62 ^{cC}	75,6±3,39 ^{bB}	89,5±0,7 ^{aA}	61,15±1,62 ^{cC}	78,3±1,83 ^{bB}	93,75±1,06 ^{aA}	91,95±0,99 ^{aA}
EC (µS/cm)	3289±0,07 ^{hD}	3340±0,01 ^{gD}	3916±0,7 ^{fC}	3945±0,7 ^{eC}	4457±0,7 ^{dB}	4482±1,41 ^{cB}	4492±1,41 ^{bA}	4505±1,41 ^{aA}
pH	8,23±0,01 ^{eD}	8,4±0,01 ^{dC}	8,5±0,07 ^{cdC}	8,49±0,01 ^{cdB}	8,7±0,01 ^{bB}	8,54±0,01 ^{cB}	8,85±0,01 ^{aA}	8,82±0,02 ^{aA}
TDS (mg/l)	2502±0,01 ^{hD}	2509±0,001 ^{gD}	2548±0,001 ^{fC}	2565±2,12 ^{eC}	2899±2,11 ^{dB}	2912±0,7 ^{cB}	2918±0,01 ^{bA}	2925±0,001 ^{aA}
Alkalinite (meq/l)	2,4±0,14 ^{cB}	2,4±0,14 ^{cC}	2,4±0,14 ^{cB}	4,0±0,14 ^{bB}	2,4±0,14 ^{cB}	2,4±0,14 ^{cC}	4,0±0,14 ^{bA}	4,8±0,14 ^{aA}
TP (mg/m ³)	18,85±0,49 ^{dC}	17,6±0,56 ^{dC}	44,99±4,5 ^{bB}	44,54± 0,001 ^{bB}	69,54±3,2 ^{aA}	71,81±2,56 ^{aA}	29,09±1,28 ^{cC}	49,99±2,56 ^{bB}
Chl <i>a</i> (mg/m ³)	0,66±0,1 ^{dC}	1,03±0,2 ^{cdD}	18,65±1,25 ^{aA}	16,57±2,51 ^{aA}	3,17±0,8 ^{cdBC}	7,72±0,5 ^{bB}	5,15±0,08 ^{bcB}	4,97±0,08 ^{bcBC}
SD (m)	3,0±0,14 ^{aA}	3,0±0,14 ^{aA}	1,0±0,14 ^{dC}	1,2±0,14 ^{dD}	1,8±0,14 ^{cB}	1,8±0,14 ^{cC}	2,6±0,14 ^{bA}	2,4±0,14 ^{bB}
TSI (TP)	45,12±0,01 ^{gD}	44,13±0,01 ^{hD}	59,05±0,007 ^{dB}	58,9±0,01 ^{eC}	65,32±0,01 ^{bA}	65,78±0,01 ^{aA}	52,75±0,01 ^{fC}	60,56±0,01 ^{cB}
TSI (CHL)	26,53±1,57 ^{dC}	30,84±1,95 ^{dC}	59,29±0,66 ^{aA}	58,08±1,49 ^{aA}	41,72±2,74 ^{bB}	50,64±0,69 ^{bB}	46,67±0,16 ^{bcB}	46,32±0,16 ^{bcB}
TSI (SD)	44,17±0,01 ^{fD}	44,17±0,01 ^{fD}	60,0±0,01 ^{aA}	57,37±0,01 ^{bA}	51,53±0,01 ^{cB}	51,53±0,01 ^{cB}	46,23±0,01 ^{eC}	47,38±0,01 ^{dC}
TSI (ORT)	38,48±0,01 ^{hD}	39,67±0,01 ^{gD}	59,52±0,01 ^{aA}	58,37±0,01 ^{bA}	52,68±0,01 ^{dB}	56,36±0,01 ^{cB}	47,42±0,01 ^{fC}	50,81±0,01 ^{eC}

abcdefgh Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamaların birbirinden farkı istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

ABCD Aynı satırda her bir nokta için farklı üslü harf taşıyan ortalama değerlerin aylara göre farkı istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05)

4.1.5 pH

Mogan Gölü'nde, araştırma süresince ortalama pH 8,56 olarak belirlenmiştir. pH en yüksek değeri Şubat ayında 8,83 olarak ölçülmüşken, en düşük değeri ise Mayıs ayında 8,31 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.1). pH mevsimsel değişime göre incelendiğinde Mayıs ayından Şubata kadar yükseldiği belirlenmiştir. pH değerlerinin mevsimsel değişiminin istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiş ($p<0,05$) ve Tukey testi kullanılmıştır. Mayıs ve Kasım aylarında ortalama pH değerinin noktalar arasındaki farkının istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Her iki noktada tüm aylara göre değerlerin birbiriyle farkı istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0,05$).

4.1.6 Elektriksel iletkenlik (EC)

Mogan Gölü'nde, araştırma süresince ortalama EC 4053 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak belirlenmiştir. Elektriksel iletkenliğin en yüksek değeri Şubat'ta 4498 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüşken, en düşük değer Mayıs'ta 3314 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.1). Elektriksel iletkenlik mevsimsel değişime göre incelendiğinde Mayıs ayından Şubata kadar yükseldiği belirlenmiştir. EC değerlerinin mevsimsel değişiminin istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiş ($p<0,05$) ve Tukey testi kullanılmıştır. Tüm aylarda ortalama EC değerinin noktalar ile farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu kanısına varılmıştır ($p<0,05$). Her iki noktada tüm aylara göre değerlerin birbiriyle farkının istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

4.1.7 Alkalinite

Mogan Gölü'nde, araştırma süresince ortalama Alkalinite 3,1 meq/l olarak belirlenmiştir. Alkalinite en yüksek değeri Şubat ayında 4,8 meq/l olarak ölçülmüşken, en düşük değer Mayıs ve Kasım'da 2,4 meq/l olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.1). Alkalinitenin mevsimsel değişimi incelendiğinde Mayıs ayından Kasıma kadar yükselmiş, Kasımda azalmış, Şubat ayında ise yükseldiği gözlemlenmiştir (Çizelge 4.1). Alkalinite değerlerinin mevsimsel değişiminin istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiş ($p<0,05$) ve Tukey testi

kullanılmıştır. Ağustos ve Şubat aylarında ortalama Alkalinite değerinin noktalar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır. 1. Noktada Şubat ayındaki değerler ile diğer aylarla arasındaki farklılık, 2. Noktada ise Mayıs, Ağustos ve Şubat aylarındaki değerler ile Kasım ayındaki değerler arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0,05$).

4.1.8 Klorofil *a* (Chl *a*)

Mogan Gölü'nde, araştırma süresince ortalama Chl *a* 7,24 mg/m³ olarak belirlenmiştir. Chl *a* en yüksek Ağustos ayında 17,61 mg/m³ olarak ölçülmüşken, en düşük değeri Mayıs ayında 0,8 mg/m³ olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.1). Chl *a* değerlerinin mevsimsel değişimi incelendiğinde Mayıs ayından Ağustosa kadar yükseldiği, Ağustos ayından sonra azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Chl *a* değerlerinin mevsimsel değişiminin istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiş ($p<0,05$) ve Tukey testi ile aylarla noktalar arasındaki farklılıklar incelenmiştir. Kasım ayında ortalama Chl *a* değerinin noktalar arasındaki farkının istatistiksel olarak önemli olduğu kanısına varılmıştır ($p<0,05$). 1. Noktada Mayıs, Ağustos ve Şubat ayındaki değerlerin Kasım ayındaki değerle arasındaki farklılığın, 2. Noktada ise Mayıs, Ağustos ve Kasım aylarındaki değerlerin Şubat ayındaki değerler arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu bulunmuştur ($p<0,05$).

4.1.9 Toplam fosfor (TP)

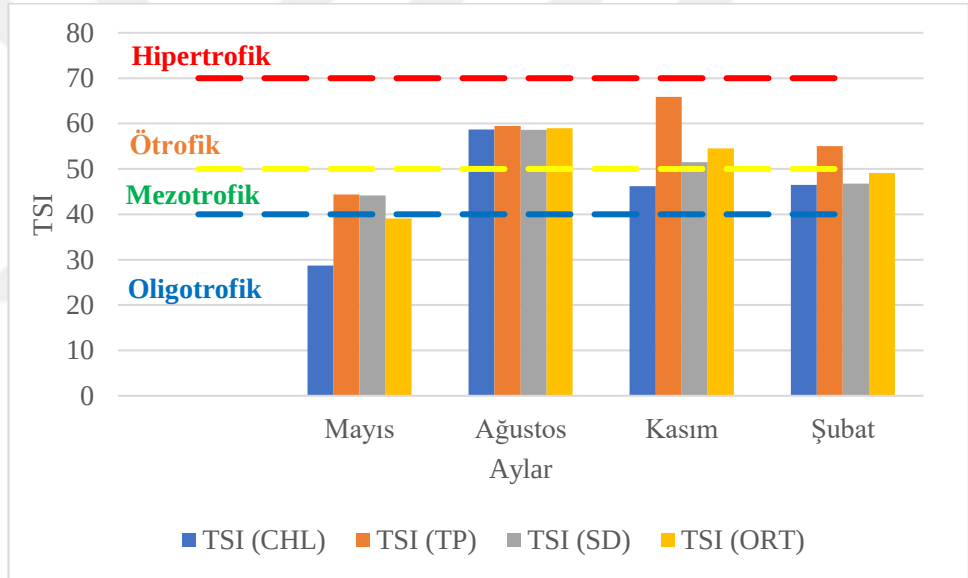
Mogan Gölü'nde, araştırma süresince ortalama TP 43,3 mg/m³ olarak belirlenmiştir. TP en yüksek Kasım ayında 70,67 mg/m³ olarak ölçülmüşken, en düşük değeri ise Mayısta 18,22 mg/m³ belirlenmiştir. TP mevsimsel değişimi incelendiğinde Mayıs ayından Şubat ayına kadar arttığı, Şubat ayında ise azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.1). TP değerlerinin mevsimsel değişiminin istatistiksel açıdan önemli olması belirlenmiş ($p<0,05$) ve Tukey testi kullanılmıştır. Şubat ayında ortalama TP değerinin noktalar arasındaki farkının istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Her iki noktada Mayıs, Ağustos ve Kasım ayındaki değerlerin Şubat ayındaki değerler arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

4.2 Trofik Duruma Dair Bulgular

4.2.1 Çalışmada elde edilen verilerle TSI sonuçları

2022-2023 yıllarını kapsayan bu çalışmada TSI (ORT) değerlerinin ortalaması 52,46 olarak belirlenmiş ve bu değere göre Mogan Gölü'nün ötrofik bir göl olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Çizelge 4.1) (Carlson 1977; Carlson ve Havens 2005).

2022-2023 yıllarına ait Mayıs, Ağustos, Kasım, Şubat aylarında TP, Chl ve SD'ye göre hesaplanan TSI değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 Mogan Gölü'nde TSI (CHL), TSI (TP), TSI (SD), TSI (ORT) değerlerinin aylara göre değişimi

(Oligotrofik, Mezotrofik, Ötrofik ve Hipertrofik sınırları Carlson (1977)'ye göre belirtilmiştir)

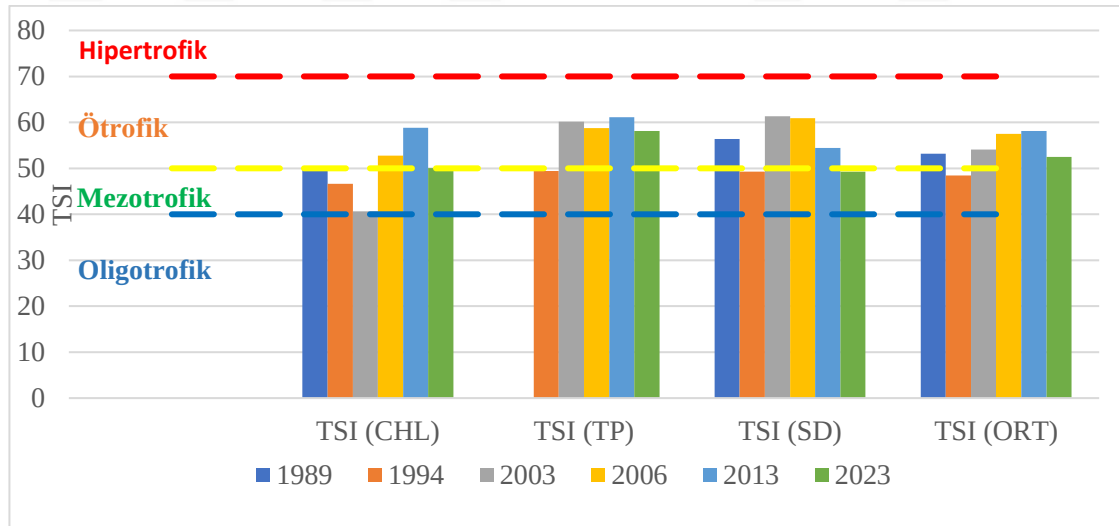
Mogan Gölü'nde Carlson (1977)'un belirlediği değer sınırlarına göre (Çizelge 2.2) ve OECD (1982)'nin belirlediği değer sınırlarına göre (Çizelge 2.1) Chl *a*, TP ve SD değerlerinin işaret ettiği trofik durum çizelge 4.2'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.2 Bu araştırma verileriyle ortalama Chl *a*, TP, SD parametrelerinin Carlson (1977) ve OECD (1982)'ye göre değerlendirilmesi

Parametre	Ortalama	Carlson (1977)	OECD (1982)
Chl <i>a</i> (mg/m ³)	7,24	Mezotrofik	Mezotrofik
TP (mg/m ³)	42,27	Ötrofik	Ötrofik
SD (m)	2,1	Mezotrofik	Ötrofik

4.2.2 Mogan Gölü'nde önceki yıllarda yapılmış çalışmalara göre TSI belirlenmesi

Mogan Gölü'nde 1989 yılında Bakan (1990) tarafından, 1994 yılında Pulatsü (1995) tarafından, 2006 yılında Demir vd. (2014), 2013 yılında Şanal ve Demir (2018) tarafından yapılan çalışmalardan elde edilen verilere göre TSI (SD), TSI (CHL), TSI (TP), TSI (ORT) değerleri hesaplanmış, 2003 yılında Manav (2003) ve Manav ve Yerli (2008) tarafından yapılan çalışmadan TSI (CHL), TSI (TP), TSI (SD), TSI (ORT) değerleri alınmış ve Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2 Mogan Gölü'nde TSI (CHL), TSI (TP), TSI (SD), TSI (ORT) değerlerinin yıllar bazında değişimi

(1989 yılı Bakan (1990), 1994 yılı Pulatsü (1995), 2003 yılı Manav (2003); Manav ve Yerli (2008), 2006 yılı Demir vd. (2014), 2013 yılı Şanal ve Demir (2018) tarafından yapılan araştırmalardan elde edilen değerlere göre) (Oligotrofik, Mezotrofik, Ötrofik ve Hipertrofik sınırları Carlson (1977)'ye göre belirtilmiştir)

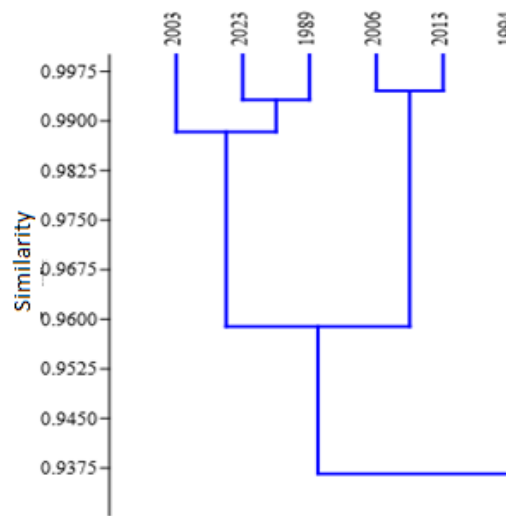
5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada Mogan Gölü'nün 2022 Mayıs – 2023 Şubat tarihlerinde 4 dönemde TSI (CHL), TSI (TP), TSI (SD), TSI (ORT) değerleri incelenmiş ve bu değerler Bakan (1990), Pulatsü (1995), Demir vd. (2014), Şanal ve Demir (2018) tarafından yapılmış çalışmalardan elde ederek hesaplamış olduğumuz değerlerle, Manav (2003); Manav ve Yerli (2008) tarafından 2003 yılında yapılmış çalışmada hesaplanmış değerlerle kıyaslanarak 34 yıllık zaman aralığında gölün trofik durumunun değişimi değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada elde ettiğimiz TSI verilerine göre Mayıs ayında TSI (TP) değeri TSI (SD) değerine eşit olup TSI (CHL) değeri ise küçüktür. Carlson (1977) ve Carlson ve Havens (2005)'e göre (Çizelge 2.3) bu durumda suda alg içermeyen çözünmüş parçacıklar hâkim olabilir ve ışık yoğunluğunun düşüşü gözlemlenebilir. Ağustos ayında tüm değerlerin birbirine eşit olması fosforun alg büyümesinde sınırlandırıcı bir anahtar rolü olduğunu gösterebilir. Kasım ayında da Mayıs ayında olduğu gibi TSI (CHL) değeri diğer değerlerden küçük olup TSI (SD) ve TSI (TP) birbirine eşit olma durumunda suda alg içermeyen çözünmüş parçacıkların hakim olabileceği ve ışık yoğunluğunun düşük olduğu söylenebilir. Şubat ayında ise TSI (SD) ve TSI (CHL) değerlerinin eşit olup TSI (TP) değerinin büyük olması ise suda zooplankton otlamasının hakim olabileceğine, alg büyümesi için anahtar sınırlayıcının ise fosfor yerine azot veya başka bir faktör olabileceğine işaret etmektedir.

Mogan Gölü'nde TSI (ORT) değerleri incelendiğinde Carlson (1977) ve YSKY (Anonim 2016)'ye göre göl 2023 yılında 52,46 değerle ötrofik bir göl olarak belirlenmiştir. Bu sonuç Mogan Gölü için Mangit ve Yerli (2010) tarafından elde edilen değerlere benzerlik göstermektedir. Ayrıca Sezen (2008) Sarımsaklı Baraj Gölü, Rajashekar ve Vijaykumar (2008) Sharanabasaweshwara Gölü, Topkara (2011) Çambaşı Göleti, Ayvaz (2011) Afşar Baraj Gölü, Heo vd. (2011) Hwajinpo Gölü, Zhao vd. (2011) Taihu Gölü, Alp (2014) Akgöl Lagünü, Syandri vd. (2014) Maninjan Gölü, Ejanowski ve Lenard (2014) Czarne ve Glebokie Gölleri, Zbierska vd. (2015) Niepruszewskie Gölü, Cüce ve Bakan (2017) Cernek Gölü, Kaur vd. (2018) Nigeen Gölü, El-Serehy vd. (2018) Timsah Gölü, Tibebe

vd. (2019) Tana Gölü, Gürbüzürk Orak (2019) Suat Uğurlu Baraj Gölü'nde elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Mogan Gölü'nde Bakan (1990) tarafından 1989 yılında gölde yapılmış çalışmada 53,18 değerle ötrofik, Pulatsü (1995) tarafından 1994 yılında gölde yapılmış çalışmada elde edilen verilere göre 48,45 değerle mezotrofik, Manav (2003); Manav ve Yerli (2008) tarafından 2003 yılında gölde yapılmış çalışmaya göre 54,06 değerle göl ötrofik, Demir vd. (2014) tarafından 2006 yılında yapılmış çalışmadan elde edilen verilere göre 57,48 değerle ötrofik, Şanal ve Demir (2018) tarafından 2013 yılında yapılmış çalışmada 58,11 değerle ötrofik olarak belirlenmiştir. Şekil 5.1'de gösterilen Bray-Curtis benzerlik testi sonuçlarından görüldüğü gibi TSI (ORT) değerleri bu çalışma ile 1989 yılında Bakan (1990) tarafından yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir. Lakin 1989 yılına ait verilerde TP değerlerinin olmamasını, TSI (ORT) değeri hesaplanırken TSI (SD) ve TSI (CHL) kullanılmış olmasını, bu çalışmada ise 3 değişene göre TSI (ORT) değerinin hesaplanmış olduğunu belirtmek gerekmektedir. 1989 yılına ait verilerle 2023 yılı verilerinin benzerlik göstermesi gölde muhtelif rehabilitasyon çalışmalarının ve 2016-2018 ve 2020-2022 (Anonim 2021) yıllarında 2 etap halinde yapılan dip çamuru tarama çalışmasının göldeki trofik durumunun korunmasında olumlu etkisi olabileceği düşünülmektedir. Sonuçlar bazı yıllarda TSI (ORT) değerlerinde artış ve azalmalar olmasına karşın 34 yıllık bir dönemde genel olarak gölün ötrofik halini korumuş olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 5.1 Bu çalışmada elde edilen TSI (ORT) değerleri ile önceki yıllarda elde edilen değerler arasında Bray-Curtis benzerlik testi sonuçları

TSI (SD) ortalama değerlerine baktığımızda Carlson (1977) ve YSKY (Anonim 2016)'ye göre Mogan Gölü 49,31 değerle mezotrofik bir gül olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuç İznik Gölü (Yağcı 2008), Kemer Baraj Gölü (Özyalın ve Ustaog lu (2008), Saklıgöl G k eo a Göleti, Kartal Gölü, Karagöl Sömek ve Ustaog lu (2016),  zl ce Baraj Gölü Küçükyılmaz vd. (2019), Balaban Gölü'nde Ertaş (2021) yapılmış çalışmalardan elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Mogan Gölü'nde Bakan (1990) tarafından 1989 yılında gölde yapılmış çalışmadan elde edilen verilere göre 56,42 değerle g l ötrofik, Pulatsü (1995) tarafından 1994 yılında gölde yapılmış çalışmada elde edilen verilere göre 49,28 değerle mezotrofik, Manav (2003); Manav ve Yerli (2008) tarafından gölde yapılmış çalışmada elde edilen verilere göre 61,35 değerle g l ötrofik, Demir vd. (2014) tarafından 2006 yılında yapılmış çalışmadan elde edilen verilere göre 60,9 değerle ötrofik, şanal ve Demir (2018) tarafından 2013 yılında yapılmış çalışmada 54,42 değerle ötrofik durumu işaret etmiştir.

Mogan Gölü, TSI (CHL) ortalama değerlerine bakıldığında 2023 yılında 50,02 değerle Carlson (1977)'a göre ötrofik, YSKY (Anonim 2016)'ye göre mezotrofik olarak belirlenmiştir. Bu sonuç Ömerli Baraj Gölü Yetkin (2009), Candan (2011) Gaga Gölü, Ayvaz (2011) Afşar Baraj Gölü, Yerli vd. (2012) Mogan Gölü, Alp (2014) Akg l Lagünü, Cüce ve Bakan (2017) Balık Gölü, Kaur vd. (2018) Nigeen Gölü, Küçükyılmaz (2019)  zl ce Baraj Gölü, Arıman ve Koyuncu (2019) Balık Gölü, Taş ve Hamzaçebi (2020) Karagöl, Ertaş (2021) Balaban Gölü, Atak (2022) Doğancı Baraj Gölü'nde yapılmış çalışmalardan elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermiştir. Mogan Gölü'nde Carlson (1977)'a göre Bakan (1990) tarafından 1989 yılında gölde yapılmış çalışmadan elde edilen verilere göre 49,95 değerle g l mezotrofik, Pulatsü (1995) tarafından 1994 yılında gölde yapılmış çalışmada elde edilen verilere göre 46,66 değerle mezotrofik, Manav (2003); Manav ve Yerli (2008) tarafından gölde yapılmış çalışmada elde edilen verilere göre 40,66 değerle g l mezotrofik (YSKY (Anonim 2016)'ye göre oligotrofik), Demir vd. (2014) tarafından 2006 yılında yapılmış çalışmadan elde edilen verilere göre 52,76 değerle ötrofik, şanal ve Demir (2018) tarafından 2013 yılında yapılmış çalışmada 58,81 değerle ötrofik durumu göstermektedir.

Mogan Gölü, 2023 yılında ortalama TSI (TP) değerlerine göre Carlson (1977) ve YSKY (Anonim 2016)'ye göre göl 58,14 değerle ötrofik göl olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuç Naivasha Gölü (Kitaka vd. 2000), Çiğ Gölü'nde (Karakaya 2018) yapılmış çalışmalarda elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Mogan Gölü'nde Bakan (1990) tarafından 1989 yılında gölde yapılmış çalışmada TP kullanılmamış olduğu için TSI (TP) değerleri bu çalışmada belirlenememiştir. Bu değer Pulatsü (1995) tarafından 1994 yılında gölde yapılmış çalışmada elde edilen verilere göre 49,41 değerle mezotrofik, Manav (2003); Manav ve Yerli (2008) tarafından gölde yapılmış çalışmada elde edilen verilere göre 60,16 değerle ötrofik, Demir vd. (2014) tarafından 2006 yılında yapılmış çalışmadan elde edilen verilere göre 58,78 değerle ötrofik, Şanal ve Demir (2018) tarafından 2013 yılında yapılmış çalışmada 61,11 değerle ötrofik olmuştur.

Mogan Gölü'nde trofik durumun değişiminde yıllar bazında bir karşılaştırma yapmak amacıyla gölde yürütülen bazı araştırmalarda elde edilen Chl *a*, TP ve SD değerlerinin Carlson (1977)'un belirlediği değer sınırlarına göre (Çizelge 2.2) ve OECD (1982)'nin belirlediği sınırlar çerçevesindeki değişimleri çizelge 5.1'de belirtilmiştir.

Mogan Gölü'nde 2023 yılında ortalama Chl *a* değerleri Carlson (1977) ve OECD (1982)'ye göre 7,24 mg/m³ mezotrofik trofik durumu göstermiştir. Batman Baraj Gölü'nde Varol (2013) Czarne Gölü'nde Ejanovski ve Lenard (2014) tarafından trofik durum mezotrofik olarak belirtilmiştir. Bu değer Bakan (1990) tarafından 1989 yılında gölde yapılmış çalışmada 7,18 değerle mezotrofik, Pulatsü (1995) tarafından 1994 yılında gölde yapılmış çalışmada elde edilen verilere göre 5,14 değerle mezotrofik, Manav (2003);Manav ve Yerli (2008) tarafından 2003 yılında gölde yapılmış çalışmada elde edilen verilere göre 2,79 değerle göl mezotrofik, Demir vd. (2014) tarafından 2006 yılında yapılmış çalışmadan elde edilen verilere göre 8,87 değerle ötrofik, Şanal ve Demir (2018) tarafından 2013 yılında yapılmış çalışmada 21,03 değerle ötrofik olmuştur.

Çizelge 5.1 Mogan Gölü'nde yapılmış çeşitli araştırmalara göre Chl *a*, TP, SD parametrelerinin Carlson (1977) ve OECD (1982)'ye göre yıllar bazında değerlendirilmesi

Kaynak ve yıl	Parametre	Değer	Carlson (1977)	OECD (1982)
Bakan (1990) 1989	Chl <i>a</i> (mg/m ³)	7,18	Mezotrofik	Mezotrofik
	SD (m)	1,28	Ötrofik	Hipertrofik
Pulatsü (1995) 1994	Chl <i>a</i> (mg/m ³)	5,14	Mezotrofik	Mezotrofik
	TP (mg/m ³)	23,07	Mezotrofik	Mezotrofik
	SD (m)	2,1	Mezotrofik	Ötrofik
Manav (2003); Manav ve Yerli (2008) 2003	Chl <i>a</i> (mg/m ³)	2,79	Mezotrofik	Mezotrofik
	TP (mg/m ³)	48,66	Ötrofik	Ötrofik
	SD (m)	0,91	Ötrofik	Hipertrofik
Demir vd. (2014) 2006	Chl <i>a</i> (mg/m ³)	8,87	Ötrofik	Ötrofik
	TP (mg/m ³)	47,74	Ötrofik	Ötrofik
	SD (m)	1,21	Ötrofik	Hipertrofik
Şanal ve Demir (2018) 2013	Chl <i>a</i> (mg/m ³)	21,03	Ötrofik	Ötrofik
	TP (mg/m ³)	54,54	Ötrofik	Ötrofik
	SD (m)	1,39	Ötrofik	Hipertrofik

Mogan Gölü, ortalama TP değerlerine göre 2023 yılında Carlson (1977) ve OECD (1982)'ye göre 42,28 mg/m³ değerle ötrofik göl olarak belirlenmiştir. Bu değer Pulatsü (1995) tarafından 1994 yılında gölde yapılmış çalışmada elde edilen verilere göre 23,07 değerle mezotrofik, Manav (2003); Manav ve Yerli (2008) tarafından 2003 yılında gölde yapılmış çalışmada elde edilen verilere göre 48,66 değerle ötrofik, Demir vd. (2014)

tarafından 2006 yılında yapılmış çalışmadan elde edilen verilere göre 47,74 değerle ötrofik, Şanal ve Demir (2018) tarafından 2013 yılında yapılmış çalışmada 54,54 değerle ötrofik olmuştur. TP artışları göllerde ötrofikasyona neden olmaktadır (Cooke vd. 1993). Uzun dönemde TP konsantrasyonunun azalması ise ötrofikasyonun tersi bir süreç olan oligotrofikasyonu göstermektedir (Sas 1989) (Anderson vd. 2005). Antropojenik ötrofikasyonun durması ve tersi bir süreç olan oligotrofikasyonun oluşması ise ancak rehabilitasyon önlemlerinin alınması ile mümkündür. Mogan Gölü'nde uzun yıllar bazında bakıldığında TSI (CHL), TSI (SD), TSI (ORT) değerlerinde az da olsa bir azalma olduğu, gölün trofik durumunun TSI(ORT) değerlerine göre 1989 yılına benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum tam olarak oligotrofikasyonu göstermemekle birlikte gölde yapılan rehabilitasyon çalışmalarının bir etkisi olduğu söylenebilir. Bu değerlendirmeyi yapabilmek için de gölde izleme çalışmalarının devam etmesi gereklidir.

Mogan Gölü, ortalama SD değeri 2,1 m olarak belirlenmiştir. Bu değere göre göl Carlson (1977)'a göre mezotrofik, OECD (1982)'ye göre ötrofik olarak belirlenmiştir. Bakan (1990) tarafından 1989 yılında gölde yapılmış çalışmada 1,28 değerle Carlson (1977)'a göre ötrofik, OECD (1982)'ye göre hipertrofik, Pulatsü (1995) tarafından 1994 yılında gölde yapılmış çalışmada elde edilen verilere göre 2,1 değerle Carlson (1977)'a göre mezotrofik, OECD (1982)'ye göre ötrofik, Manav (2003); Manav ve Yerli (2008) tarafından 2003 yılında gölde yapılmış çalışmada elde edilen verilere göre 0,91 değerle göl Carlson (1977)'a göre ötrofik, OECD (1982)'ye göre hipertrofik, Demir vd. (2014) tarafından 2006 yılında yapılmış çalışmadan elde edilen verilere göre 1,21 değerle Carlson (1977)'a göre ötrofik, OECD (1982)'ye göre hipertrofik, Şanal ve Demir (2018) tarafından 2013 yılında yapılmış çalışmada 1,39 değerle Carlson (1977)'a göre ötrofik, OECD (1982)'ye göre hipertrofik olarak belirlenmiştir. Mogan Gölü'nün sığ bir göl olması ve dalgalara maruz kalarak dibinin karışması nedeniyle SD'nin düşük olduğu, SD'ye göre hesaplanan TSI değerlerinin de daha yüksek bir trofik durumu gösterdiği düşünülmektedir. Ayrıca Chl *a* derişiminin de bulanıklığın alg gelişimini sınırlayıcı etkisi nedeniyle daha iyi trofik durumu gösterdiği söylenebilir.

Yapmış olduğumuz bu çalışmada Mogan Gölü'nde trofik durumun TP, Chl *a*, SD parametreleri kullanılarak TSI'ye göre değerlendirilmesi amaçlanmış, devam eden

rekreasyonel aktiviteler ve antropojenik baskıların etkilerinden kaynaklanan zamansal değişimlerin belirlenmesi amacıyla önceki yıllarda yürütülen bazı çalışmalardan elde edilen verilerle de TSI hesaplanması ve Mogan Gölü'nün trofik durumundaki olası değişimlerin değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Çalışmanın sonucuna göre trofik durumun incelenmesinde kullanılan Chl *a*, SD, TP gibi parametrelerin ayrı ayrı sonuçlar vermesi nihai durumun belirlenmesinde karışıklığa neden olmaktadır. Bu nedenle ayrı ayrı parametreler yerine tek bir ortalama indeks değerinin (TSI (ORT)) kullanılmasının pratik ve net sonuç verdiği saptanmıştır. Ayrıca diğer TSI (CHL), TSI (TP), TSI (SD) değerlerinin kullanımı göllerde besin maddesi, berraklık ve klorofil ilişkilerine ait değerlendirme yapma imkanı sunmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre gölün TSI (ORT) değerinin 34 yıllık bir süreç içerisinde, bazı değişimler olmakla birlikte halen ötrofik koşulları işaret ettiği belirlenmiştir. Lakin yıllar bazında bakıldığında gölün trofik durumunda son yıllarda bir iyileşme olduğu da gözlenmektedir. Bunun da sebebinin gölde farklı yıllarda yapılmış rehabilitasyon çalışmaları (Topçu 2006; Anonim 2021), çeşitli mevsimsel değişimler vb. faktörler olduğu düşünülmektedir.

Mogan Gölü'nde yapılan rehabilitasyon çalışmalarının sonuçlarının uzun dönemde değerlendirilmesi gerektiği açıktır. Alınan önlemlerin sonuçları yıllar bazında görülecektir. Gölün trofik durumunun iyileştirilmesi amacıyla öncelikle dış kaynaklı baskı ve etkilerin azaltılması/önlenmesi gerektiği açıktır. Bunun dışında Fakıoğlu ve Pulatsü (2005) tarafından belirtildiği gibi gölde fosfor yükünün azaltılması, ayrıca gölde ekolojik restorasyon uygulamalarının devam ettirilmesi, göldeki kirliliğin önlenmesi amacıyla çalışmaların yapılması önerilmektedir. ABD Florida eyaletinde Hancock Gölü'nde (Tomasko vd. (2009) Oklahoma eyaletinde Kaw Gölü'nde (Alemayehu ve Hackett (2016), Güney Kore Hwoiya Gölü'nde (Suh vd. 2014) sediment çıkarma yöntemiyle göl derinleştirme çalışmaları yapılmış ve bu göllerin trofik durumunda iyileşme olduğu gözlemlenmiştir. Mogan Gölü'nde 2 etap halinde gerçekleştirilmiş olan sediment çıkarma çalışmalarının da (Anonim 2021) gölün trofik durumuna olumlu etkide bulunduğu düşünülmektedir. Mogan ve diğer göllerde oluşan olumlu veya olumsuz değişimlerin gözlenmesi için gölün su kalitesinin düzenli olarak izlenmesi de önerilir.

Sonuç olarak, 2022-2023 yıllarında TSI (ORT) değerin 52,46 (ötrofik) bulunması ve bu değerin Carlson (1977) tarafından belirlenen ötrofik seviyenin alt sınırı olan 50 değerine yakın olması nedeniyle, gölde yapılan rehabilitasyon çalışmalarının sürdürülebilmesi durumunda trofik durumun mezotrofik veya daha iyi bir seviyeye ilerleyebileceği öngörülmektedir. Bu çalışmanın gelecekte göllerin trofik durumunun belirlenmesi ve yıllar bazında oluşan değişimlerin değerlendirilmesi ile alakalı yapılacak olan araştırmalara ışık tutacağı kanısındayız.



KAYNAKLAR

- Abate, B., Woldeesenbet, A. ve Fitamo, D. 2015. Water quality assessment of Lake Hawassa for multiple designated water uses. *Water Utility Journal*, 9. 47-60.
- Akbulut, N. E. 1998. Biomass analysis of dominant zooplanktonic organisms living in Lake Mogan (Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 22(4), 333-340.
- Alemayehu, D. ve Hackett, F. 2016. Water quality and trophic state of Kaw Lake. *J. Environ Stud*, 2. 1-7.
- Alp, M. T., Fakıoğlu, Y. E. ve Koca, H. M. 2014. Akgöl Lagünü (Silifke/Mersin) su kalitesi ve alg florasının belirlenmesi. TÜBİTAK-ÇAYDAG Proje No: 113Y021; Mersin
- Anderson, J. N., Jeppesen, E. ve Søndergaard, M. 2005. Ecological effects of reduced nutrient loading (oligotrophication) on lakes: an introduction. *Freshwater Biology*, 50(10), 1589-1593.
- Anonim. 1995. Gölbaşı Mogan Eymir Gölleri için su kaynakları ve çevre yönetim planı Projesi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 680 s.
- Anonim. 2015. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü. Web Sitesi: <http://www.csb.gov.tr/gm/tabiat/index.php?Sayfa=sayfa&Tur=webmenu&Id=19> Erişim tarihi: 10.03.2023.
- Anonim. 2016. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği. Resmi Gazete. No: 29797. Erişim tarihi: 21.07.2022.
- Anonim. 2021. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği. Resmi Gazete. No: 31513. Erişim tarihi: 21.07.2022.
- Anonim. 2021. Web Sitesi: <https://www.ankaragolbasi.bel.tr/haberler/ankara-nin-incisi-mogan-golu-nde-temizleme-calismalari-27961.html> Erişim tarihi: 21.07.2022.
- APHA. 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th ed., American Public Health Association, 1193 p., Washington
- Arıman, S. ve Koyuncu, S. 2019. Su kirliliği açısından hassas alanların izlenmesi: Kızılırmak Deltası-Balık Gölü. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 7(4), 705-714.
- Aslantürk, A. ve Çetinkaya, O. Sücüllü Baraj Gölü'nün (Isparta) trofik durumunun belirlenmesi. *Acta Aquatica Turcica*, 18(1), 001-012.

- Atak, S. 2022. Doğancı Baraj Gölü (Bursa) fitoplanktonu ve trofik seviyesinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 90, Bursa.
- Atici, T., Obali, O., Altindag, A., Ahiska, S. ve Aydin, D. 2010. The accumulation of heavy metals (Cd, Pb, Hg, Cr) and their state in phytoplanktonic algae and zooplanktonic organisms in Beysehir Lake and Mogan Lake, Turkey. *African Journal of Biotechnology* Vol. 9 (4), 475-487.
- Atıcı, T. ve 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.
- Ayvaz, M., Tenekecioğlu, E. ve Koru, E. 2011. Afşar Baraj Gölü'nün (Manisa-Türkiye) trofik statüsünün belirlenmesi. *Ekoloji*, 20(81), 37-47.
- Bakan, N. 1990. Mogan Gölü'nün primer prodüksiyonu üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Ana Bilim Dalı, 77, Ankara.
- Başıbüyük, M. 1998. Biological treatment of a simulated textile wastewater. PhD. Thesis. University of Birmingham, England.
- Bulut, C. ve Kubilay, A. 2018. Eğirdir Gölü su kalitesinin trofik durum indeksleriyle belirlenmesi. *Acta Aquatica Turcica*, 14(4); 324-338.
- Candan, A. Y. 2011. Gaga Gölü sulak alanı (Fatsa, Ordu) fitoplanktonu ve trofik yapısı üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 92, Ordu.
- Canfield, D. E. ve Bachmann, R.W. 1983. Prediction of chlorophyll a concentration in Florida Lakes: The importance of P and N. *Water Resour. Bull.* 19:255-262.
- Carlson, R. E. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, 22. 361-369.
- Carlson, R. E. 1980. More complications in the chlorophyll-Secchi disk relationship. *Limnology and Oceanography*. 25(2); 378-382.
- Carlson, R. E. 1983. Discussion on "Using differences among carlson's trophic state index values in regional water quality assessment", by Richard A. Osgood. *Water Resources Bulletin*, 19; 307-309.
- Carlson, R. E. ve Havens, K. E. 2005. Simple graphical methods for the interpretation of relationships between trophic state variables. *Lake and Reservoir Management*, 21(1), 107-118.

- Cooke, G. D., Welch, E. B. ve Newroth P. R. 1993. Restoration and Management of Lakes and Reservoirs, 2nd edt. Lewis Publishers, Boca Raton.
- Cüce, H. ve Bakan, G. 2017a. Sığ bir gölde sediman kalitesinin trofik duruma etkisinin değerlendirilmesi; Balık Gölü örneği (Kızılırmak Deltası). Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7(1), 83-97.
- Cüce, H. ve Bakan, G. 2017b. Sığ sularda nutrient seviyelerine sediman kalitesinin etkisinin konumsal olarak değerlendirilmesi: Cernek Gölü örneği. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, (5): 546-555. 2017
- Demir, A. N., Fakıoğlu, Ö. ve 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: 169-179.
- Dodds, W. K. 2002. Freshwater Ecology Concepts and Environmental Applications. Academic Press, 569 p., San Diego, London.
- Ejankowski, W. ve Lenard, T. 2014. Trophic state of a shallow lake with reduced inflow of surface water. Polish Academy of Sciences and Institute of Environmental Engineering of the Polish Academy of Sciences, PL ISSN 2083-4772.
- Elsayed, F. A., A Okbah, M., M El-Syed, S., A Eissa, M. ve E Goher, M. 2019. Nutrient salts and eutrophication assessment in Northern Delta lakes: Case study Burullus Lake, Egypt. Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries, 23(2), 145-163.
- El-Serehy, H. A., Abdallah, H. S., Al-Misned, F. A., Al-Farraj, S. A. ve Al-Rasheid, K. A. 2018. Assessing water quality and classifying trophic status for scientifically based managing the water resources of the Lake Timsah, the lake with salinity stratification along the Suez Canal. Saudi Journal of Biological Sciences, 25(7), 1247-1256.
- Erdoğan, S. 2015. Bayındır Baraj Gölü (Ankara) Rotifera faunasının taksonomik ve limnoekolojik yönden incelenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Entitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 258, Ankara.
- Ertaş, A., Boz, T. ve Kızılkaya, İ. T. 2021. The determination of water quality in Balaban Lake (West Anatolia Of Turkey) with trophic state indices. Acta Aquatica Turcica, 17(3), 350-360.
- Fakıoğlu, Ö. ve Pulatsü, S. 2005. Mogan Gölü'nde (Ankara) bazı restorasyon önlemleri sonrası dış kaynaklı fosfor yükünün belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 15(1): 63-69.
- Frumin, G. T., Haldna, M. ve Tammeorg, O. 2017. Trophic status of Peipus lake. Russian Journal of General Chemistry, 87. 3266-3271.

- Frumin, G. T. ve Krashanovskaya, Yu.V. 2014. *Ekologicheskaya Khimiya*, 2014. Vol. 23. No. 1. pp. 8–12.
- Gümüş, N. E. 2018. Eber Gölü (Afyon/Türkiye) ağır metal kirliliğinin tespiti ve bulanık mantık yöntemiyle değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 140, Konya.
- Gürbüztürk Orak, T. 2019. Suat Uğurlu Baraj Gölü'nün (Samsun) su kalitesi ve trofik seviyesinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı, 122, Ordu.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. ve Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4(1), 9.
- Heo, W. M., Choi, S. G., Kwak, S. J., Bhattarai, B. D. ve Lee, E. J. 2011. The study of water environment variations in Lake Hwajinpo. *Korean Journal of Ecology and Environment*, 44(1), 9-21.
- Hoyer, M. V. ve Jones, J. R. 1983. Factors affecting the relation between phosphorus and chlorophyll a in midwestern reservoirs. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40; 192-99.
- Ivanković, A., Čosić, N., Knezović, Z. Vasilj, V. 2018. Trophic status of blidinje lake (Bosnia and Herzegovina) based on the determination of the Trophic State Index (TSI). *Ekológia (Bratislava)*, 37(1), 1-10.
- Kalıpcı, E., Varol, S. ve Cüce, H. 2020. Evaluation of water quality and trophic condition of Yuvacık (Kocaeli-Turkey) drinking water dam reservoir. *Mugla Journal Of Science And Technology*, 6(2), 128-139.
- Karaaslan, Y., Ertürk, F. ve 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.
- Karakaya, B. 2018. Çiğ Gölü (Mesudiye, Ordu)'nün ekolojik özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 95, Ordu.
- Kaur, A., Abubakr, A. ve Hassan, S. S. 2018. Trophic status assessment of Nigeen Lake, Kashmir (India). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6. 1004-1009.
- Kehaiyas, G. ve Doulka, E. Trophic state evaluation of a Large Mediterranean Lake utilizing abiotic and biotic elements. *Journal of Environmental Protection*, 2014. 5. 17-28.
- Kesici, T. ve Kocabaş, Z. 2007. Biyoistatistik. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayını. II. Baskı, 94. 378. Ankara.

- Kitaka, N. 2000. Phosphorus supply to a shallow tropical Lake and Its consequences- Lake Naivasha, Kenya. University of Leicester (United Kingdom).
- Koussoris, T.S., Diapoulis, A.C. ve Balopoulos, E.T. 1989. Assessing the trophic status of Lake Mikri Prespa, Greece. *Annls. Limnol.* 25 (3) 1989: 17-24.
- Kutlu, B., Serdar, O., Aydın, V. ve Danabaş, D. 2016. Uzunçayır Baraj Gölü'nün (Tunceli) Carlson indeksine göre trofik durumunun belirlenmesi. 15 s.
- Küçükyılmaz, M., Örnekci, G.N., Karakaya, G., Özbey, N., Arısoy, G. ve Kocalmış, A. 2019. Özlüce Baraj Gölü'nün trofik durumunun değerlendirilmesi. *Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 2(2): 94-105.
- Manav, E. 2003. Mogan Gölü trofik statüsünün belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.
- Manav, E. ve Yerli, S. V. 2008. An assessment on the trophic status of Lake Mogan, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 17(1); 3.
- Mangit, F., Korkmaz, M., Sü, U. ve Yerli, S.V. 2017. Actual status of Eber Lake in terms of fish community structure. 3(2):101-106.
- Mangit, F. ve Yerli, S.V. 2010. An approach for trophic gradient in Lake Mogan (Turkey): A shallow eutrophic lake. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 38 (1); 41-45.
- Matzafleri, N., Psilovikos, A., Neofytou, C. ve Kagalou, I. 2013. Determination of the trophic status of Lake Kastoria, Western Macedonia, Greece. *Proceedings of the Small and decentralised water and wastewater treatment plants IV*, Volos, Greece, 25-27.
- Mutlu, E., Kutlu, B., Demir, T., Yanık, T. ve Sutan, N. 2014. The evaluation of water quality parameters of Beydilli River (Hafik-Sivas). *Journal of Selçuk University Natural and Applied Science*, May 14-17.
- Naumann, E. 1919. Nagra synpunkter angående limnoplankton ekologi med sarskild hansyn till fytoplankton. *Svenks Botanisk Tidskrift*, 13; 129-163.
- Nędzarek, A., Tórz, A. ve Kubiak, J. 2010. Oxygen conditions and trophic state of Lake Głębokie (Szczecin, Poland) in the years 2008-2010. *Limnological Review*, 10(3-4), 163-172.
- OECD. 1982. Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control, 154 p., Paris: Organisation for Economic Co-Operation and Development.

- Ondoğan, D. 2017. Ataköy Baraj Gölü'nün alabalık yetiştiriciliği açısından taşıma kapasitesinin tahmini. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 51, Tokat.
- ÖÇKK. 2002. Mogan Gölü Havzası Biyolojik Zenginlikleri ve Ekolojik Yönetim Planı. Çevre Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı, 167s., Ankara.
- Özecik, F. D. 2006. Sapanca Gölünde ötrofikasyonun araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Kocaeli.
- Özyalın, S. ve Ustaoglu, M. R. 2008. Kemer Baraj Gölü (Aydın) net fitoplankton kompozisyonunun incelenmesi. Su Ürünleri Dergisi, 25(4), 275-282.
- Patceva, S., Mitic, V., Jordanoski, M. ve Veljanoska-Sarafiloska, E. 2009. Trophic state of Lake Ohrid. Journal of International Environmental Application & Science, 4(3), 310-316.
- Polat, F. ve Özmen, H. 2011. Almus Baraj Gölünde trofik seviyenin belirlenmesi ve gölün fosfor taşıma kapasitesinin araştırılması. Ekoloji Dergisi, 20(78).
- Pulatsü, S. 1995. Mogan Gölü'nde fosfor bütçesi ve klorofil a konsantrasyonunu tahmini. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, s.132. Ankara.
- Pulatsü, S., Topçu, A., Kırkağaç, M. ve 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. ve Aydın, F. 1998. Water quality and phosphorus budget of Mogan Lake, Turkey. Acta hydrochimica et hydrobiologica, 25(3); 128-134.
- Rajashekar, M. ve Vijaykumar, K. 2008. Trophic index state of Sharanabasaweshwara Lake: Gulbarga District, Karnataka, India. In The 12th world lake conference pp. 1933-1935.
- Riley, E. T. ve Prepas, E. E. 1985. Comparison of the phosphorus-chlorophyll relationships in mixed and stratified lakes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 42; 831-835.
- Sanal, M. ve Demir, N. 2018. Use of the epiphytic diatoms to estimate the ecological status of Lake Mogan. Appl Ecol Environ Res, 16(3), 3529-43.
- Sas, H. 1989. Lake restoration by reduction of nutrient loading. ed. H. Sas.
- Schindler, D. W. 2012. The dilemma of controlling cultural eutrophication of lakes. Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences, 279; 4322-4333.

- Sezen, G. 2008. Sarımsaklı Baraj Gölü (Kayseri) fitoplanktonu ve su kalitesi özellikleri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı.
- Silvino, R. F. ve Barbosa, F. A. R. 2015. Eutrophication potential of lakes: an integrated analysis of trophic state, morphometry, land occupation, and land use. *Brazilian Journal of Biology*, 75. 607-615.
- Sömek, H. ve Ustaoglu, M. R. 2016. Yaz aylarında Batı Anadolu'nun bazı dağ göllerinin (Denizli-Muğla) fitoplankton kompozisyonu ve trofik durum indeksi değerleri. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(2), 121-128.
- Suh, M. G., Lee, S. H. ve Suh, J. H. 2014. Study of the trophic state assessment and analysis of water quality improvement by dredging in hwoiya reservoir. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 15(11), 6943-6951.
- Syandri H., Junaidi, S. H. ve Azrita. 2014. State of aquatic resources Maninjau Lake West Sumatra Province, Indonesia. *Journal of Ecology and Environmental Sciences*, ISSN: 0976-9900 & E-ISSN: 0976-9919. Volume 5. Issue 1. pp.-109-113.
- Şen, B., Koçer, M. A. T. ve Alp, M. T. 2003. Göl Trofik Durum İndeksleri. XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 2-5 Eylül, Elazığ.
- Tanyolaç, J. 2009. Limnoloji-Tatlı Su Bilimi. Ankara: Hatiboğlu Yayınevi, 294 s., Ankara.
- Taş, B. ve Hamzaçebi, E. Ş. 2020. Assessment of algal diversity and hydrobiological preliminary results in a high-mountain lake (Karagöl Lake, Giresun Mountains, Turkey). *Review of Hydrobiology*, 13(1-2), 11-38.
- Tay, C. K. 2022. Application of trophic state indicators and nutrient ratios for the characterization of trophic state and primary productivity of the Volta Lake, Ghana. *Sustainable Water Resources Management*, 8(5), 142.
- Tepe, R., Karakaya, G., Şahin, A. G., Sesli, A., Küçükylmaz, M. ve Aksağan, A. 2018. Karkamış Baraj Gölü trofik durumu. *International Journal Of Innovative Engineering Applications*, 2(1), 1-3.
- Tepe, Y. 2009. Reyhanlı Yenişehir Gölü (Hatay) su kalitesinin belirlenmesi, *Ekoloji*, 18(70); 38-46.
- Thienemann, A. 1918. Untersuchungen uber die Beziehungen zwischen dem Sauerstoffgehalt des Wassers und der Zusammensetzung der Fauna in norddeutschen Seen. *Arc. Hydrobiol.* 12; 1-65.
- Thienemann, A. 1921. Seetypen. *Naturwissenschaften*. 18; 1-3.
- Thomatou, A. A., Zacharias, I., Hela, D. ve Konstantinou, I. 2013. Determination and risk assessment of pesticide residues in lake Amvrakia (W. Greece) after agricultural

- land use changes in the lake's drainage basin. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 93(7), 780-799.
- Tibebe, D., Kassa, Y., Melaku, A. ve Lakew, S. 2019. Investigation of spatio-temporal variations of selected water quality parameters and trophic status of Lake Tana for sustainable management, Ethiopia. *Microchemical Journal*, 148. 374-384.
- Tomasko, D. A., Keenan, E. C. H., DeBrabandere, L. C., Montoya, J. P. ve Frazer, T. K. 2009. Experimental studies on the effects of nutrient loading and sediment removal on water quality in Lake Hancock. *Florida Scientist*, 346-366.
- 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.
- Topkara, S. 2011. Çambaşı Göleti (Kabadüz, Ordu) fitoplanktonu ve trofik yapısının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 107, Ordu.
- Tundisi, J. G. ve Matsumura-Tundisi, T. 2008. Potential impacts of changes in the Forest law in relation to water resources, *Biota Neotropica*, 10(4); 68-75.
- Tünay, O. 1996. Endüstriyel kirlenme kontrolü, İTÜ. İnş.Fak. Matbaası, İstanbul.
- Varol, M. 2013. Batman Baraj Gölü'nün trofik durumunun belirlenmesi. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi* 4(2); 51-59.
- Velioğlu, A. 2013. Mogan Gölü zooplanktonunun mevsimsel değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, 75 s., Ankara.
- Vollenweider, R. A. 1968. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. OECD, Paris. Tech. Rpt. DA 5/SCI/68.27.
- Vollenweider, R. A. 1975. Input-output models with special reference to the phosphorus loading concept in limnology. *Schweiz. A. Hydrol.* 37; 53-84.
- Vollenweider, R. A. 1976. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* 33; 53-83.
- Yağcı, M. 2008. İznik Gölü'nün (Bursa) zooplanktonu üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Temel Bilimler Anadalı, 273, İzmir.
- Yerli, S. V., Kıvrak, E., Gürbüz, H., Manav, E., Mangıt, F. ve 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(1); 95-104.

Yetkin, K. P. 2009. Ömerli Baraj Gölünde trofik seviyenin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, 87, İstanbul.

Weber, C. A. 1907. Aufbau und Vegetation der Moore Norddeutschland. Bot. Jahr. 40. Beibl, 90; 12-32.

Wetzel, R. G. 1983. Limnology. Second Edition. Saunders College Publishing, 787 p., Philadelphia.

Worako, A. W. 2015. Physicochemical and biological water quality assessment of Lake Hawassa for multiple designated water uses. Journal of Urban and Environmental Engineering, 9(2), 146-157.

Zbierska, J., Ławniczak, A. E. ve Zbierska, A. 2015. Changes in the trophic status of lake Niepruszewskie (Poland). Journal of Ecological Engineering, 16(4).

Zhao, D., Cai, Y., Jiang, H., Xu, D., Zhang, W. ve An, S. 2011. Estimation of water clarity in Taihu Lake and surrounding rivers using Landsat imagery. Advances in Water Resources, 34(2), 165-173.