

## Süçüllü Baraj Gölü'nün (Isparta) Trofik Durumunun Belirlenmesi

## Determining Trophic State of Süçüllü Dam Lake (Isparta, Turkey)

Ayça Aslantürk<sup>1\*</sup>, Osman Çetinkaya<sup>2</sup><sup>1</sup>Tarım ve Orman Bakanlığı, Beyşehir İlçe Müdürlüğü, Konya<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta\*Sorumlu yazar: [ayca.aslanturk@tarimorman.gov.tr](mailto:ayca.aslanturk@tarimorman.gov.tr)

Geliş: 25.03.2021

Kabul: 04.06.2021

Yayın: 01.03.2022

**Alıntılamaya:** Aslantürk, A. & Çetinkaya, O. (2022). Süçüllü Baraj Gölü'nün (Isparta) trofik durumunun belirlenmesi. *Acta Aquatica Turcica*, 18(1), 001-012. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.902891>

**Özet:** Isparta ili Yalvaç ilçesi sınırları içerisinde, Orta Akdeniz (Antalya) havzasında yer alan Süçüllü Baraj Gölü 1973 yılında sulama ve sel kontrolü amacıyla inşa edilmiş, daha sonra sazan aşılannmış ve kafeslerde alabalık yetiştiriciliğinde kullanılmıştır. Mayıs 2017 - Nisan 2018 arasında yapılan bu çalışma ile Süçüllü Baraj Gölü'nün trofik durumunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Süçüllü Baraj Gölü'nde çözünmüş oksijen, toplam fosfor, Secchi disk derinliği, klorofil-a (Chl-a) ölçümleri ve analizleri, hidrolojik koşullar, morfoloji ve baraj gölünün kullanımı dikkate alınarak belirlenen örnekleme noktalarında aylık olarak gerçekleştirilmiştir. Süçüllü Baraj Gölü'nde ortalama olarak çözünmüş oksijen  $9,29 \pm 0,44$  mg / L, Secchi diski derinliği  $1,16 \pm 0,09$  m, Chl-a  $1,85 \pm 0,52$  µg / L ve toplam fosfor  $41,14 \pm 21,5$  µg / L belirlenmiştir. Parametreler, örnekleme istasyonları ve aylar arasında değişim göstermiştir. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği trofik durum indeksine göre Süçüllü Baraj Gölü'nün suyu toplam fosfor ve Secchi diski derinliği açısından ötrofik karakter gösterirken, Chl-a ve çözünmüş oksijen açısından oligotrofik karakter gösterir. Carlson Trophic State indeksine göre Chl-a TSI değeri oligotrofik iken Secchi diski derinliği, toplam fosfor ve ortalama TSI ötrofik olarak belirlendi. Muhtemelen yerleşim ve tarım alanlarından gelen yüzey suyu ve kafes balıkçılığı, Süçüllü Baraj Gölü'nün trofik durumunu etkilemektedir.

**Anahtar kelimeler**

- Carlson trofik seviye indeksi
- Su kalitesi
- Süçüllü Baraj Gölü

**Abstract:** The Süçüllü Dam Lake, located in the Middle Mediterranean (Antalya) basin within the borders of the Yalvaç district of Isparta province. It was built in 1973 for irrigation and flood control purposes, later carp was introduced and it was used to rainbow trout cage farming. This study was carried out between May 2017 and April 2018 for determining the trophic status of Süçüllü Dam Lake. Sampling points were determined considering the hydrological conditions, morphology, and use of the Süçüllü Dam Lake. Dissolved oxygen, total phosphorus, Secchi disc depth, chlorophyll-a (Chl-a) measurements, and analyzes were performed in monthly intervals. In the Süçüllü Dam, Lake dissolved oxygen  $9.29 \pm 0.44$  mg/L, Secchi disc depth  $1.16 \pm 0.09$  m, Chl-a  $1.85 \pm 0.52$  µg/L, and total phosphorus  $41,14 \pm 21,5$  µg/L were determined in averages. The parameters varied between sampling stations and months. Süçüllü Dam Lake's water shows a eutrophic character in terms of total phosphorus and Secchi disc depth while oligotrophic in terms of Chl-a and dissolved oxygen according to the Turkish Regulation of Surface Water Quality Management trophic status index. According to the Carlson Trophic State index, while Chl-a TSI was oligotrophic, Secchi disc depth, total phosphorus, and mean TSI were determined as eutrophic. Possibly surface water that comes from settlement and agricultural areas, and cage fish farming has been affecting the Süçüllü Dam Lake's trophic state.

**Keywords**

- Carlson trophic state index
- Water quality
- Süçüllü Dam Lake

**1. GİRİŞ**

Dünya toplam su rezervinin yaklaşık %3'ünü oluşturan tatlı su kaynakları içerisinde, canlılar tarafından kullanılabilir haldeki göl ve nehirlerin oranı sadece %0,27'dir. Sanayileşme ve nüfus artışına bağlı olarak içme ve kullanma suyu ihtiyacı günden güne artmaktadır. Bu yüzden mevcut



doğal kaynakların korunması ile baraj ve gölet gibi yeni su kaynaklarının oluşturulmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Wetzel, 2001).

Baraj gölleri, akarsular üzerine elektrik üretimi, içme suyu temini, sulama, balıkçılık, sel kontrolü ve rekreasyon amacıyla inşa edilen yapay göllerdir. Çok çeşitli avantajları dikkate alındığında enerji üretimi bakımından baraj gölleri termik ve nükleer santrallere kıyasla ön plana çıkmış ve akarsu kaynaklarının varlığı nedeniyle Türkiye’de 700’e yakın baraj inşa edilmiştir. Baraj gölleri bir yandan üzerinde inşa edildikleri akarsuların özelliklerini devam ettirirken aynı zamanda oluşan durgun su kütlelerinin özelliğini taşıyan yapılar olmaları itibarıyla “nehir-göl hibritleri” olarak tanımlanmaktadır. Su toplama havzaları ne kadar geniş ise havzadaki kirlenmeden o kadar fazla etkilenirler (Fakioğlu vd., 2011; Tepe vd., 2018; Tüzün vd., 2006).

Bir su kaynağının etkin kullanımını belirlemek için öngörülen beklentileri sağlayacak bir izleme programının titizlikle yürütülmesiyle kaynak hakkında bilgi toplanması zorunludur. Baraj göllerinin fiziko-kimyasal, biyolojik özelliklerinin araştırılması ve izlenmesi, göllerden en sağlıklı şekilde sürdürülebilir yararlanma ve su kaynaklarımızın ekolojik yapı ve işleyişlerinin korunması için çok önemlidir. (Emre vd., 2008; Tepe vd., 2018).

Günümüzde su kaynaklarının korunması ve izlenmesi devletlerin en çok önemseydiği konulardan biridir. Özellikle içme suyu temini amacıyla kullanılan barajlarda su kalitesinin belirlenmesi ve izlenmesi, mikroorganizmalar yoluyla ortaya çıkacak olan bir kirliliğin büyük bir insan popülasyonunu ilgilendiren sağlık sorunu haline dönüşebilme ihtimali nedeniyle oldukça önemlidir. Ayrıca özellikleri bilinmediklerinden dolayı bu sulara yapılan balık yetiştiriciliği ve diğer faaliyetler kaynakların ekolojik dengelerinin bozulmasına, belirgin kirlenmeye, ötrofikasyona, faydalı hacimlerinin azalmasına ve erken yaşlanmaya neden olmaktadır.

Bu çalışmayla, oransal olarak küçük bir alana sahip olan Sücüllü Baraj Gölü’nün biyolojik verimlilik, kirlenmeden korunma, ötrofikasyon riski açısından önemli bir gösterge olan trofik durumun belirlenmesi amaçlanmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma alanı Sücüllü Baraj Gölü; Orta Akdeniz (Antalya) havzasında Isparta’nın Yalvaç ilçesi sınırları içinde, Isparta ili merkezinin 110 km kuzeydoğusunda yer almaktadır (Şekil 1). Sücüllü Baraj Gölü 2062 ha tarım arazisinin sulanması, yerleşim birimleri ve arazilerinin taşkınlarından korunması amacıyla 1973 yılında inşa edilmiştir. DSİ 2017 kayıtlarına göre Sücüllü Baraj Gölü’nün mevcut su kotu 1178,03 m, mevcut su kotunda alanı 82,32 ha ve hacmi 6,40 hm<sup>3</sup> ortalama derinliği 7,7 m’dir. Sücüllü Baraj Gölü; Bağlarbaşı Deresi ve Gemredik (Demirci) Çayı ile beslenmektedir. Bağlarbaşı Deresi’nde yıl boyu yüzeysel akış görülürken; içme suyu kaynağı olarak kullanılan Gemredik Çayı’nda yaz ve sonbahar aylarında yüzeysel akış görülmez. Çıkış suyu Sücüllü Deresi’nde çoğu zaman akış görülmektedir.



**Şekil 1.** Çalışma alanı Sücüllü Baraj Gölü, ölçüm ve örnekleme istasyonları.

Süçüllü Baraj Gölü'nün trofik durumunun belirlemek üzere 6 istasyon belirlenmiştir. Mayıs 2017-Nisan 2018 arasında aylık olarak bazı parametrelerin (çözülmüş oksijen(mg/L) ve Secchi diski derinliği (m)) ölçümü yerinde yapılmış, alınan su örnekleri koyu renkli polietilen şişelerle laboratuvara taşınmış ve analizleri yapılmıştır.

Toplam fosfor ( $\mu\text{g/L}$ ) analizleri Merc fotometrik test kitleri kullanılarak Nova 60 Spektroquant spektrofotometre ile yapılmıştır. Chl-a ( $\mu\text{g/L}$ ) tayininde spektrofotometrik metot kullanılmıştır. Su örneği Whatman GF/C filtre kağıdından süzülüş, asetonla ekstrakte edilip ekstrakt absorbansı spektrofotometrede 663 ve 750 nm dalga boyunda okunup hesaplamaları yapılmıştır (Bartram & Ballance, 1996; Lind, 1985).

Trofik durum hesaplamalarında, Carlson trofik durumu belirli bir yer ve zamanda bir su kaynağındaki konsantrasyonunu logaritmik tabanlı hesaplamalarla 0 – 100 aralığında bir indekse dönüştürmüştür. Carlson trofik durum indeksinde (TSI), Secchi diski derinliği, toplam fosfor ve Chl-a TSI değerlerinin ortalamaları eğer 0'a ne kadar yakın ise göl oligotrofik düzeye daha yakın, 100'e ne kadar yakınsa gölün hiperötrofik yapıda olduğu kabul edilir. Carlson'un trofik durum indeksini (TSI) hesaplamak için TSI (Secchi diski derinliği); TSI(Chl-a); TSI(toplam fosfor) hesaplamaları yapılmıştır (Tablo 1). YSKY (2016)'ye göre Trofik Durum İndeksi'nde ise bunlara ek olarak çözülmüş oksijen parametresi kullanılmaktadır (Bulut ve Kubilay, 2018; Tepe vd., 2018).

**Tablo 1.** Carlson TSI hesaplamaları (Tepe vd., 2018).

TSI (Secchi diski derinliği)	60- 14.41 [ln SDD (m)]
TSI (Chl-a)	9.81 [ln Chl-a ( $\mu\text{g/L}$ )] + 30.6
TSI (toplam fosfor)	14.42 [ln toplam fosfor ( $\mu\text{g/L}$ )] + 4.15
Ortalama TSI	[TSI(toplam fosfor) + TSI(Chl-a) + TSI(SDD)] / 3

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 20 kullanılmıştır. Parametrelerin örnekleme noktaları ve aylara göre değişimi varyans analizi (ANOVA), ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey testi ile belirlenmiş, normal dağılım göstermeyen veri setleri için Kruskal-Wallis testi kullanılmış, önem seviyesi olarak  $P < 0.05$  alınmıştır (Çetinkaya, 2015).

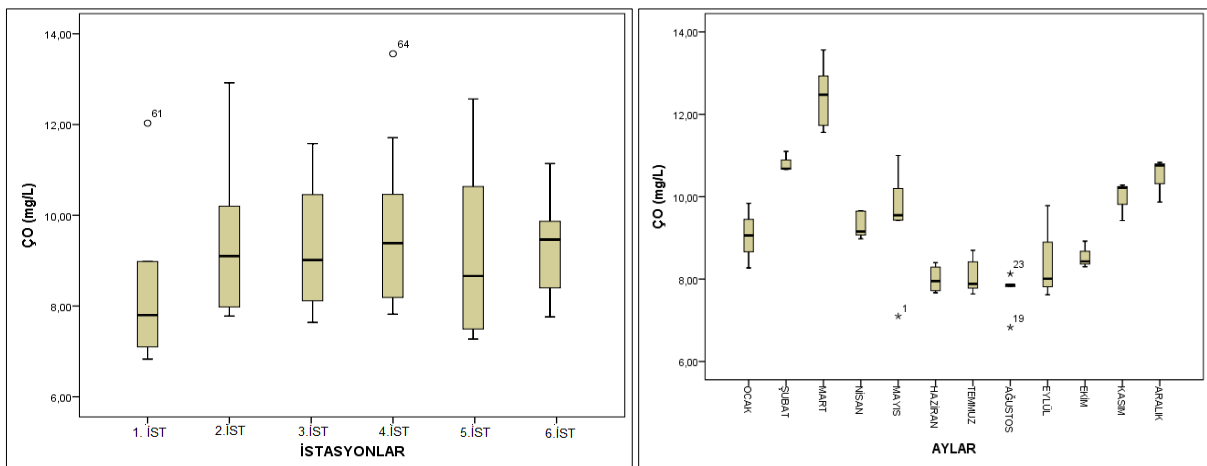
### 3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada Mayıs 2017 – Nisan 2018 tarihleri arasında Isparta ili sınırları içinde bulunan Sücüllü Baraj Gölü'nün bazı su kalitesi parametreleri aylık olarak tespit edilmiştir. Tespit edilen su kalitesi parametrelerine ait minimum, maksimum ve ortalama değerler Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Sücüllü Baraj Gölü Su kalitesi Parametreleri.

Parametreler	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	İstasyon	İstasyon	İstasyon	İstasyon	İstasyon	İstasyon
	Ort ±SD Min-max	Ort ±SD Min-max	Ort ±SD Min-max	Ort ±SD Min-max	Ort ±SD Min-max	Ort ±SD Min-max
ÇO (mg/L)	8.42±1.91 6.83-12.03	9.6±2.09 7.78-12.92	9.4±1.29 7.84-11.73	9.25±1.29 7.62-11.56	9.58±2.06 7.64-12.93	9.51±1.59 7.72-13.56
TP (mg/m <sup>3</sup> )	29.16±24.03 10-61	27.6±16.34 15-54	41.08±53.5 6-160	38.25±47.37 8-149	27.33±25.85 15-80	83.41±184.27 9-663
Chl-a (µg/L)	2.84±2.3 0.26-5.61	1.54±0.85 0.25-2.14	1.86±1.36 0.26-5.61	1.46±0.98 0.26-2.72	1.46±0.76 0.26-2.14	1.94±2.35 0.26-8.55
SDD (m)	-	1.15±0.43 0.56-1.53	1.12±1.6 0.18-5.8	1.28±1.31 0.38-5.18	1.03±0.36 0.45-1.32	1.22±0.9 0.63-3.85

Örnekleme noktalarında (mekansal) en düşük ortalama çözünmüş oksijen 1. İstasyonda belirlenmiştir. Zamansal olarak incelendiğinde ise çözünmüş oksijenin örnekleme ayları arasında farklılık göstermesi sıcaklık nedeniyle beklenen bir olgudur. Örnekleme aylarında çözünmüş oksijen konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak fark olduğunu ortaya koymuştur ( $P < 0.05$ ). En yüksek çözünmüş oksijen değerlerinin Mart ayında görüldüğünü; bunu Şubat ayının takip ettiği ve aralarındaki farkın önemsiz olduğunu ortaya koymuştur. En düşük çözünmüş oksijen değerleri ise sırasıyla Temmuz, Haziran ve Ağustos'ta görülmüştür.



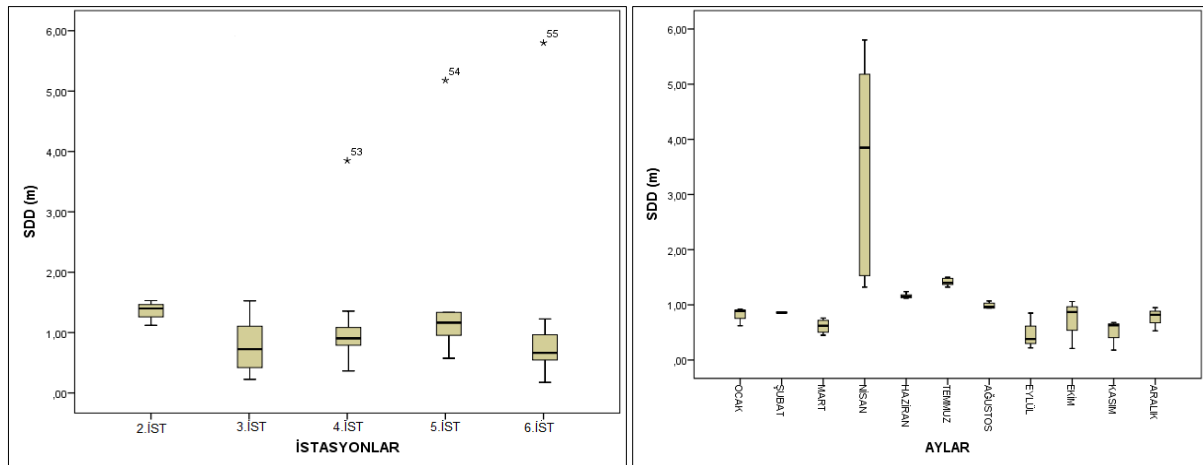
**Şekil 2.** İstasyonlarda ve örnekleme aylarında ortalama çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının değişimi (° ve \* ekstrem değerleri göstermektedir).

Beş istasyonda (2, 3, 4, 5, 6) ölçülen Secchi diski derinliğinin ortalama değerleri 1,036 m ile 1,281 m arasında değişmiştir. 1. İstasyonda yalnızca Nisan ayında 4,85 m olarak ölçülmüş, diğer aylarda

istasyonda derinliğinin yeterli olmaması sebebiyle ölçüm yapılamamıştır. Mayıs ayında ise teknik bir sorun sebebiyle ölçüm yapılamamıştır. Secchi diski derinliği değerlerinin istasyonlarda normal dağılış göstermediği görülmüş ve varyasyonun önemli olmadığı görülmüştür ( $P>0.05$ ). En yüksek ortalama Secchi diski derinliği değerleri 4., 7. ve 6. İstasyonlarda; en düşük ortalama Secchi diski derinliği değerleri ise 5. ve 8. İstasyonlarda görülmüştür. Ortalama Secchi diski derinliği değerlerinde baraj gölü memba kısmından baraj gövdesine doğru bir artış görülmektedir. Bu durum baraj göllerinde doğal olarak görülen bir durumdur. Elibol (2013)'e göre su kaynaklarının göle karıştığı noktalarda besin maddelerinin konsantrasyonları yüksek olmasından dolayı fitoplankton üretimi de yüksektir ve ışık geçirgenliği düşüktür. Baraj gövdesine doğru ise plankton üretimi azalmakta ve ışık geçirgenliği artmaktadır (Elibol, 2013).

Örnekleme aylarında Secchi diski derinliği değerlerinin normal dağılış gösterdiği ve aylar arasındaki varyasyonun önemli olduğu tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). En yüksek Secchi diski derinliği değerlerinin Nisan ve Şubat aylarında görüldüğü, en düşük Secchi diski derinliği değerlerinin ise Eylül, Kasım, Mart aylarında görüldüğü tespit edilmiştir ( $P>0.05$ ). 4., 5. ve 6. İstasyonlardaki tüm ekstrem değerler Nisan ayında görülmüştür.

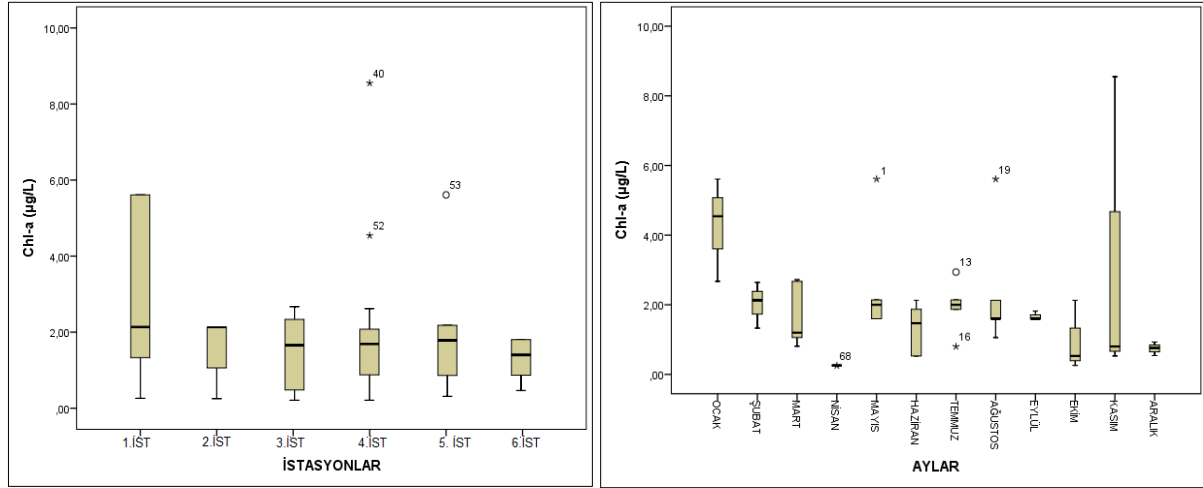
Süçüllü Baraj Gölü'nün ortalama Secchi diski derinliği değeri  $1.16 \pm 0.09$  m olarak hesaplanmıştır. Suyun önemli bir fiziksel kalite kriteri olan ışık geçirgenliği ve bunun pratik sayısal ifadesi olan Secchi diski derinliği değerleri, ışık şiddetine ve geliş açısına, su yüzeyinin durumuna, hava durumuna, su kaynağının morfolojik özelliklerine, suyun rengine, bulanıklığa, içerdiği organik ve inorganik maddeler ve plankton zenginliğine bağlıdır (Çetinkaya, 2009).



Şekil 3. İstasyonlarda ve örnekleme aylarında ortalama Secchi diski derinliği değerleri (m). (o ve \* ekstrem değerleri göstermektedir).

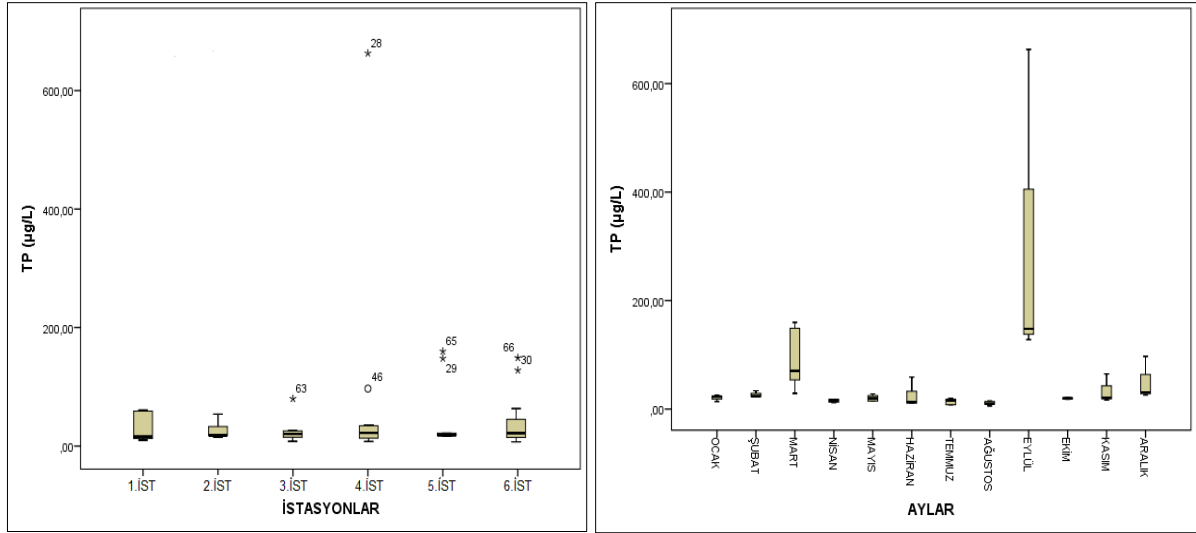
Chl-a'nın ortalama değerleri  $0.49 - 2.84 \mu\text{g/L}$  arasında değişmiştir. İstasyonlarda Chl-a değerleri normal dağılış göstermemiş; uygulanan Kruskal Wallis testinde istasyonlardaki varyasyonun önemli olmadığı görülmüştür ( $P>0.05$ ). Örnekleme yapılan bazı aylarda Chl-a değerleri normal dağılış göstermemiş, varyasyon önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Kasım ayı en yüksek Chl-a değerlerine sahip ve bunu Ocak ve Ağustos ayları takip etmektedir. Örnekleme noktaları arasından en yüksek Chl-a değeri 6. İstasyonda yine Kasım ayında ( $8.55 \mu\text{g/L}$ ) tespit edilmiştir. Kasım ayından itibaren gölde sonbahar karışımının başlaması ile, dipteki besin elementleri yüzey sularına taşınmış; ayrıca bu aylarda gölün dalgalı olması sebebiyle, kıyı bölgelerinden kopan veya sonbaharda sel suları ile taşınan bitkilerdeki besin elementleri de suya karışmış ve bunların da Chl-a üretimini arttırmış olabileceği düşünülmektedir. Salman vd. (2009)'na göre bazı mevsimlerde Chl-a değerlerinin yüksek olmasının nedeni fitoplanktonların üretiminin artmasıdır. Işık, sıcaklık ve diğer etkenlerle birlikte fotosentetik aktivite oluşmaktadır. Süçüllü Baraj Gölü'nün ortalama Chl-a konsantrasyonu  $1.85 \pm 0.52 \mu\text{g/L}$  olarak

hesaplanmıştır. Bu değer göz önüne alındığında Göl, Gölet ve Baraj Gölleri Ötrofikasyon Kriterleri'ne (15/04/2015 tarih ve 29327 sayılı RG) göre Sücüllü Baraj Gölü; Chl-a konsantrasyonu açısından oligotrofik aşamadır. Bir tatlı su ekosisteminde besin zincirinin ilk halkasını fitoplanktonik canlılar ve bitkiler oluşturmaktadır. Chl-a miktarı bu nedenle bir gölde fitoplankton biyokütlesinin ve verimliliğin en önemli göstergesidir. Göldeki verimliliğin ana kaynağının baraj gölünü besleyen derelerden biri olan Bağlarbaşı Deresi olduğu kanısına varılmaktadır.



**Şekil 4.** İstasyonlarda ve örnekleme aylarında ortalama Chl-a değerlerinin değişimi (µg/L). (° ve \* ekstrem değerleri göstermektedir).

Sücüllü Baraj Gölü yıllık ortalama toplam fosfor değerleri 27,3 – 138,09 mg/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Normalite testinde istasyonlarda toplam fosfor değerlerinin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Toplam fosfor değişimi için yapılan Kruskal Wallis testlerinde ise varyasyon önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Bununla birlikte yapılan grup karşılaştırmalarında Tukey ve Duncan testlerine göre en düşük ortofosfat fosforu değeri 5. İstasyonda belirlenmiştir. Diğer istasyonlar arasındaki toplam fosfor farkı önemsiz tespit edilmiştir (P>0.05). Görüldüğü kadarıyla Sücüllü Baraj Gölü'nün temel fosfor kaynağı gölü besleyen derelerdir. Birkaç yıldır gölde kafes balıkçılığı yapılmamaktadır. Örnekleme aylarında toplam fosfor değerlerinin normal dağılım göstermediği ve varyasyonun önemli olduğu tespit edilmiştir (P<0.05). Tukey ve Duncan çoklu karşılaştırma testlerine göre Eylül ve Kasım ayları en yüksek toplam fosfor değerlerine sahip olduğu; bu ayları sırasıyla Mart, Aralık; Ocak, Haziran, Şubat, Ekim ve Temmuz aylarının takip etmekte bunların aralarındaki fark önemsizdir (P>0.05). En düşük toplam fosfor ise Mayıs, Nisan ve Ağustos aylarında görülmüştür. Sücüllü Baraj Gölü içerisindeki örnekleme noktalarında en yüksek toplam fosfor değeri 663 mg/m<sup>3</sup> ile 6. İstasyonda Eylül ayında ölçülmüştür. Sücüllü Baraj Gölü'nün gövdesine yakın, derinliği ve sediment birikimi daha fazla olan VI. istasyonun toplam fosfor konsantrasyonunun daha yüksek bulunması beklenen bir durumdur. Bu değer gölde geçmiş yıllarda yapılan kafes balıkçılığı faaliyetlerinin etkisinin gölde halen devam ettiğini göstermektedir. Sücüllü Baraj Gölü'ne besin elementi girişini sağlayan en önemli kaynaklar gölü besleyen dereler ve gölün etrafında bulunan tarım arazileridir. Sücüllü Baraj Gölü'nün ortalama toplam fosfor konsantrasyonu 41.14±21.5 µg/L olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değer göz önüne alındığında Sücüllü Baraj Gölü suyu toplam fosfor açısından YSKY" ne (30/11/2012 tarih ve 28483 sayılı RG) göre I.Sınıf su kalitesini sağlamaktadır (Anonim, 2016).



Şekil 5. İstasyonlarda ve örnekleme aylarında ortalama toplam fosfor değerlerinin değişimi ( $\mu\text{g/L}$ ).  
( $^{\circ}$  ve \* ekstrem değerleri göstermektedir).

Göllerin trofik durumlarının belirlenmesinde Chl-a, toplam fosfor ve Secchi diski derinliği, toplam azot ve çözülmüş oksijen değişkenlerinden yararlanılmaktadır. Bu değişkenler kullanılarak göl suları verimlilik açısından sınıflandırılabilir. Bu veriler ışığında bir gölün besin maddeleri düzeyi ya da verimlilik açısından durumu, Carlson (1977) tarafından ortaya konulan trofik durum indeksi ile belirlenebilmekte ve göller doğrudan değişkenlere veya değişkenlerden hesaplanan indislere göre bir trofik sınıfa dâhil edilmektedir. Carlson (1977)'un trofik durum indeksinin temelinde, algal biyomastan yararlanarak göllerin trofi açısından sınıflandırılması yatmaktadır. Bu indekste kullanılan her üç değişken de (Chl-a yoğunluğu, Secchi diski derinliği ve toplam fosfor) algal biyoması yansıtır. Bu değişkenler lineer regresyon modeli ile birbirleriyle ilişkilendirilmiş ve değişken değerlerinin ortak yorumlanabilmesi için Tablo 3'teki indeks değerleri ortaya konmuştur. Böylelikle üç değişkenden herhangi biri kullanılarak göl suları verimlilik açısından sınıflandırılabilir. (Tablo 3) (Bulut ve Kubilay, 2018; Sezen, 2008).

Carlson Trofik Durum İndeksi'ne göre, ortalama TSI (Secchi diski derinliği), TSI (toplam fosfor) değerleri açısından Sücüllü Baraj Gölü'nün ötrofik özellik gösterdiği, TSI (Chl-a) değeri açısından oligotrofik özellik gösterdiği ve yine ortalama TSI değerlerine göre ise Sücüllü Baraj Gölü'nün ötrofik seviyede olduğu belirlenmiştir (Tablo 3). Sücüllü Baraj Gölü suyunun nispeten soğuk olması, gölün rakımının yüksek olması ve göl suyu yenilenme süresinin bitkisel üretimin oluşmasına müsaade etmeyecek kadar kısa olması Chl -a indeksinin diğer parametrelerin indekslerine kıyasla daha düşük çıkmasına neden olmaktadır.

Tablo 3. Sücüllü Baraj Gölü 'nün Carlson trofik durum indeksi (TSI) sonuçları.

TSI	Değer	Trofik seviye
TSI (Chl-a)	36.6	Oligotrofik
TSI (Toplam Fosfor)	57.64	Ötrofik
TSI (Secchi diski derinliği)	58.9	Ötrofik
Ortalama TSI	51.04	Ötrofik

**Tablo 4.** Göl, Gölet ve Baraj Göllerinde Trofik Sınıflandırma Sistemi Sınır Değerleri (Anonim, 2016).

Trofik seviye	Toplam Fosfor ( $\mu\text{g/L}$ )	Chl-a ( $\text{mg/m}^3$ )	Secchi diski derinliği (m)	Çözünmüş oksijen ( $\text{mg/L}$ )
Oligotrofik	<10	3.5	>4	>7
Mezotrofik	10 – 30	3.5 – 9	4 – 2	6 – 4
Ötrofik	31 – 100	9.1 – 25	1.9 – 1	3
Hipertrofik	>100	>25	<1	<3

YSKY trofik durum indeksine göre toplam fosfor ve Secchi diski derinliği değerleri açısından ötrofik, Chl-a ve çözünmüş oksijen değeri açısından ise oligotrofik özellik gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 5).

**Tablo 5.** Sücüllü Baraj Gölü'nün YSKY trofik durum indeksi sonuçları.

Parametre	Ortalama	Trofik seviye
Toplam fosfor ( $\mu\text{g/l}$ )	41.14	Ötrofik
Chl-a ( $\text{mg/m}^3$ )	1.85	Oligotrofik
Secchi diski derinliği (m)	1.08	Ötrofik
Çözünmüş Oksijen( $\text{mg/L}$ )	9.35	Oligotrofik

Türkiye'deki diğer baraj göllerinde üç değişik trofik durum indeksine göre yapılan çalışmalarda; Güllü (2005), Karacaören I Baraj Gölü'nün (Burdur) Carlson trofik durum indeksine göre mezotrofik düzeyde olduğunu belirtmiştir. Topkara (2011), Çambaşı Göleti'nde (Ordu) TSI(Secchi diski derinliği), TSI(Chl-a) ve TSI(Toplam Fosfor) sonuçlarının birbirine çok yakın olmadığını, TSI(ORT) değerinin 52,84 olarak hesaplandığını ve gölün oligo-mezotrofik özellikte olduğunu bildirmiştir. Alpaslan vd. (2018), Boztepe Recai Kutun Baraj Gölü'nün (Malatya) YSKY (2012)'ne göre II. Sınıf su kalitesine sahip olduğunu ve baraj gölünün rekreasyon, alabalık dışında diğer balık türlerinin yetiştiriciliğinde ve sulama suyu olarak kullanılabilir olduğunu belirlemişlerdir. Ayvaz vd., (2011) Afşar Baraj Gölü'nün (Manisa) Carlson trofik indeksinin Chl-a ve Secchi diski derinliği değerlerine göre baraj gölünün ötrofik seviyede olduğunu belirtmişlerdir. Küçükıyılmaz vd. (2014), Işıktepe Baraj Gölü'nün (Elazığ) YSKY (2012)'ne göre “yüksek kaliteli” ve “az kirlenmiş” sınıflarına dâhil olduğunu, baraj gölünün inşa amacı olan tarımsal sulama amacıyla inşa edilmiş Işıktepe Baraj Gölü'nün içme suyu temini ve su ürünleri yetiştiriciliği için de kullanılabilceğini bildirmişlerdir. Küçükıyılmaz vd. (2019), Özlüce Baraj Gölü'nün (Bingöl) trofik durumunu üç farklı trofik durum indeksine göre değerlendirmiş (Carlson, OECD (1982), YSKY (2016)) ve gölün mezotrofik durumda olduğunu tanımlamışlardır. Tepe vd. (2018), Karkamış Baraj Gölü'nün (Gaziantep) Carlson trofik durum indeksine göre toplam fosfor, toplam azot ve Chl-a indeks değerleri açısından mezotrofik, OECD (1982) indeksine göre ise toplam fosfor açısından mezotrofik ve diğer parametreler bakımından oligotrofik olarak sınıflandığını; sonuç olarak üç farklı trofik durum indeksine göre Karkamış Baraj Gölü trofik durumunun oligotrofik sınıftan mezotrofik sınıfa geçiş gösterdiğini bildirmişlerdir. Weysi vd., (2014), Ekbatan Rezervuarı'nın (Hamadan, İran) trofik seviyesinin hipertrofik durumda olduğunu, rezervuar havzasında fosfor ve nitrojenin kaynağı olabilecek sanayi sahasının bulunmadığını; göldeki ötrofikasyon sürecinin ana nedeninin Sücüllü Baraj Gölü'nde olduğu gibi kırsal ve tarımsal atıksular olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle barajdaki ötrofikasyonu azaltmak için uzun vadeli yönetim yöntemlerinin kullanılmasını önermişlerdir. Tizro vd., (2016) de Ekbatan Rezervuarı'nda yaptıkları çalışmada Weysi vd., (2014)'nin tespit ettikleri sonuçlara benzer sonuçları bulmuşlardır. Ekbatan rezervuarının ciddi bir ötrofikasyon sorunu olduğunu ve fosforun bu sistemin sınırlayıcı besin maddesi olduğunu ortaya koymuşlardır. Sonuçta ötrofikasyonun Ekbatan Baraj Gölü için ciddi bir sorun olabileceğini ve bu rezervuardaki su kalitesinin daha düşük olmasını önlemek için sıkı bir su kalitesi izlemesi gerektiğini belirtmişlerdir. Maraşlıoğlu ve Gönülol (2014), Yedikır Baraj Gölü'nün (Amasya)



klorofil a, Secchi derinliği ve toplam fosfor, değişkenlerinden türetilen TSI değerleri arasında farklılıklar tespit etmişler ve baraj gölünde klorofil a ve Secchi diski derinliği endeksleri birbirine yakın bulunmuş, ancak iki değer de fosfor endeksinin üzerinde olduğunu tespit etmişlerdir ve bu durumun baraj gölünde alg biyokütlesinin muhtemelen fosforla sınırlı olduğunu gösterebileceğini bildirmişlerdir. Işık (2018), içme suyu kaynağı olarak kullanılan Mamasın Baraj Gölü'nün (Aksaray) trofik durumunu araştırdığı çalışmasında Carlson hesaplama yöntemi ile hesaplanan TSI değerlerine göre gölün ötrofik hatta hipertrofik olduğunu ve barajı besleyen akarsular içme suyu temin etmek için uygun olsa da baraj suyunun kalitesi aşırı alg çoğalmasına bağlı olarak estetik (tat ve koku) açıdan oldukça kötü durumda olduğunu tespit etmiştir. Işık (2018) Aksaray ilinin küresel iklim değişikliğinin bir etkisi olarak gelecekte kuraklığın ve etkilerinin daha fazla hissedileceği Konya Kapalı havzasında olması nedeniyle Karasu ve Melendiz Çaylarının beslediği Mamasın Baraj Gölü'nün kullanımından vazgeçilmesi ve alternatif kaynaklar aranmasını ve ötrofik-hipertrofik seviyede olan baraj gölünün geri kazanılması için akılcı, bilimsel, sürdürülebilir ve havza bazlı çözümler üretilmesi gerektiğini bildirmiştir. Morkoyunlu Yüce ve Aktaş (2020), Tahtalı, Davuldere ve Çayırköy Göletlerinin (Kocaeli) su kalitesini araştırdıkları çalışmalarında trofik durum indeksine göre göletlerin durumunun orta-iyi kalite su özelliğe sahip olduğunu ve sucul sistemlerin sürdürülebilir yönetimi için, bu göletlerin çevresel etkenlerinin düzenli olarak kontrol edilmesi ve izlenmesinin gelecek nesiller açısından oldukça önem taşıdığını bildirmişlerdir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sücüllü Baraj Gölü'nün Carlson trofik durum indeksine göre, ortalama 58.9 TSI (Secchi diski derinliği), 57.64 TSI (toplam fosfor) değerleri açısından ötrofik ve 36.6 TSI (Chl-a) değerleri açısından oligotrofik özellik gösterdiği yine 51.04 ortalama TSI değerlerine göre ise ötrofik seviyede olduğu belirlenmiştir. YSKY (2016) trofik durum indeksine göre Chl-a ve çözünmüş oksijen değerleri açısından oligotrofik, toplam fosfor ve Secchi diski derinliği açısından ötrofik özellik gösterdiği belirlenmiştir. Göl, Gölet ve Baraj Göllerinde Trofik Sınıflandırma Sistemi Sınır Değerler (15/04/2015 tarihli ve 29327 sayılı RG)'ne göre ise toplam fosfor ve Secchi diski derinliği açısından ötrofik, Chl-a açısından ise oligotrofik özellik gösterdiği belirlenmiştir. Chl-a indeks değerlerinin diğer parametrelerin indekslerine göre daha düşük değerde çıkması ve gölün Chl-a açısından oligotrofik seviyede olmasının; Sücüllü Baraj Gölü suyunun soğuk olması, gölün rakımının yüksek olması ve göl suyu yenilenme süresinin kısa olmasına bağlanmaktadır. Gölün trofik durumunun ekolojik açıdan tehlikeli boyutlarda olduğu; bu nedenle de Sücüllü Baraj Gölü'nün besin elementi yüklenmesi ile ilgili sonuçların baraj gölü su kalitesinin geleceği ile ilgili çok büyük bir önem taşıdığı görülmektedir.

Sücüllü Baraj Gölü'nün Gelendost (Afşar) Çayı vasıtasıyla bağlantılı olduğu Eğirdir Gölü'nün TSI (Chl-a) 47; TSI (toplam fosfor) 42; TSI (Secchi diski derinliği) 38 ve ortalama TSI 42 olarak hesaplanan değerleri ile Carlson trofik durum indeksine göre mezotrofik seviyede olduğu; OECD (1982) trofik durum indeksine göre toplam fosfor, Chl-a, Maksimum Chl-a ve Secchi diski derinliği parametreleri açısından mezotrofik, toplam azot parametresi açısından oligotrofik özellik gösterdiği; YSKY (2016) 'ne göre Chl-a ve çözünmüş oksijen değerleri açısından oligotrofik, toplam azot ve Secchi diski derinliği değerleri açısından mezotrofik, toplam fosfor değerleri açısından ise ötrofik özellik gösterdiği belirlenmiştir. Eğirdir Gölü'nün kirlenme etkisini yavaşlatan şartlar göl suyunun yeraltı suyu ile beslenmesi, göl çevresinde endüstriyel faaliyetin ve nüfus yoğunluğunun az olması ile birlikte göl suyunun çözünmüş oksijen içeriğinin yüksek olması sayılabilir. Bununla birlikte göl ile bağlantısı olan derelerde önlem alınması, tarım arazilerinde sulama ve ilaçlama disiplinine gidilmesi ve göl ile bağlantılı yerleşim yerlerinde atık su arıtma tesislerinin kurulması önem taşımaktadır (Bulut ve Kubilay, 2018).

Sücüllü Baraj Gölü'nün su kalitesinin geleceği açısından Sücüllü Baraj Gölü için bir yönetim planı oluşturulmalı ve gölün su kalitesi izleme çalışmaları yapılmalıdır. Bu haliyle kafes balıkçılığına uygun

olmadığı görülen Sücüllü Baraj Gölü’de yapılacak kafes balıkçılığı faaliyetleri yapılacaksa gölün su kalitesi iyileştirildikten sonra buna karar verilmelidir. Ayrıca Sücüllü Baraj Gölü’nün Gelendost-Afşar Çayı vasıtasıyla Eğirdir Gölü’nü etkileme potansiyeli olduğundan içme suyu kaynağı olarak kullanılan Eğirdir Gölü’ne etkisi göz önünde bulundurulmalıdır. Sücüllü Baraj Gölü’nün su kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi için Sücüllü Baraj Gölü’nü besleyen kaynaklardan Bağlarbaşı Deresi’ne evsel atık su deşarjının önlenmesi, yerleşim yerlerine arıtma sistemleri kurulması ve Sücüllü Baraj Gölü etrafında tarım arazilerinden kaynaklanan besin elementi yüklemesinin azaltılması gereklidir.

### **TEŞEKKÜR**

Yazarlar, laboratuvar çalışmalarında yardımlarından dolayı Dr. Öğretim Üyesi N.Lerzan ÇİÇEK’e ve Dr. Öğretim Üyesi Ömer ERDOĞAN’a (Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Türkiye) teşekkür etmektedir.

### **FİNANS**

Bu çalışmanın yürütülmesinde herhangi bir finansal destek alınmamıştır.

### **ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI**

Yazarlar, bu çalışmayı etkileyebilecek finansal çıkarlar veya kişisel ilişkiler olmadığını beyan etmektedir.

### **YAZAR KATKILARI**

Çalışma kurgusu ve Metodoloji: OÇ; Literatür taraması, deneyin gerçekleştirilmesi, veri analizi, makale yazımı: AA; Denetleme: OÇ. Tüm yazarlar nihai taslağı onaylamıştır.

### **ETİK ONAY BEYANI**

Bu çalışmada deney hayvanları kullanılmaması nedeniyle Yerel Etik Kurul Onayı alınmamıştır.

### **VERİ KULLANILABİLİRLİK BEYANI**

Bu çalışmada kullanılan veriler makul talep üzerine ilgili yazardan temin edilebilir.

### **KAYNAKLAR**

- Alpaslan K., Karakaya, G., Gündüz, F. & Koçer, M.A.T. (2016). Boztepe Recai Kutan Baraj Gölü su kalitesinin değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(1), 22–29.
- Anonim (2014). *Durgun yerüstü kara iç sularının ötrofikasyona karşı korunmasına ilişkin tebliğ*. 26 Şubat 2014 Tarih ve 28925 Sayılı Resmi Gazete.
- Anonim (2016). *Yerüstü su kalitesi yönetimi yönetmeliği*. 10 Ağustos 2016 Tarih 29797 sayılı Resmi Gazete.
- APHA, (2005). *Standart Methods for The Examination Of Water And Wastewater*. American Public Health Association, 1134p, Washington, DC.
- Ayvaz, M., Tenekecioğlu, E. & Koru, E. (2011). Afşar Baraj Gölü'nün (Manisa-Türkiye) trofik statüsünün belirlenmesi. *Ekoloji Dergisi*, 20(81), 37-47.
- Bartram, J. & Ballance, R., (1996). *Water Quality Monitoring*. UNEP / WHO, E&FNSPON Chapman&Hall, 383 pp, London, UK.
- Bulut, C. & Kubilay, A. (2018). Eğirdir Gölü su kalitesinin trofik durum indeksleriyle belirlenmesi. *Acta Aquatica Turcica*, 14(4), 324-338. <https://doi.org/10.22392/egirdir.415073>

- Carlson, R.E. (1977). A trophic index for lakes. *Limnology and Oceanography*, 22, 361-369. <http://dx.doi.org/10.4319/lo.1977.22.2.0361>
- Carlson, R.E. & Simpson, J. (1996). *A coordinator's guide to volunteer lake monitoring methods*. North American Lake Management Society.
- Çetinkaya, O. (2009). *Su ürünleri mühendisliğinde su kalitesi*. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Ders Notları, 92s, Isparta.
- Çetinkaya, O. (2015). *Su ürünleri araştırmalarında istatistiksel analizler*. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Ders Notları, 95s, Isparta.
- Elibol, M.İ (2013). *Ermeneç Baraj Gölü limnolojisi*. DSİ XII. Bölge Müdürlüğü, 252s, Ankara.
- Emre, Y., Sayın, C., Kıştın, F. & Emre, N. (2008). Türkiye’de ağ kafeste alabalık yetiştiriciliği, karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 4(1-2), 67-73.
- Fakıoğlu, Ö., Atamanalp, M. & Demir, N. (2011). Baraj göllerinde toksik mavi-yeşil algler. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 3(2), 65-71.
- Gülle, İ. (2005). Karacaören I Baraj Gölü (Burdur) planktonunun taksonomik ve ekolojik olarak incelenmesi. (Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Işık, M. (2018). Ötrofikasyon ve su kalitesi problemleri-Aksaray örneği. *Su Vakfı İklim Değişikliği ve Çevre Dergisi*, 3(6) 37-44.
- Küçükylmaz, M., Örnekçi, G.N., Uslu, A.A., Özbey, N., Şeker, T., Birici, N., Yıldız, N. & Koçer M.A.T. (2014). Işıktepe Baraj Gölü (Maden, Elazığ) kıyı bölgesi fizikokimyasal su kalitesi üzerine ilk bulgular. *Yunus Araştırma Bülteni 2014* (2), 55-63.
- Küçükylmaz, M., Örnekçi, G.N., Karakaya, G., Özbey, N., Arısoy G. & Kocalmış, A. (2019). Özlüce Baraj Gölü’nün trofik durumunun değerlendirilmesi. *Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 94-105.
- Lind, O.T., (1985). *Handbook of common methods in limnology*. Second Ed., Kendall/ Hunt Pub. Comp., 199 p. Dubeque, USA.
- Maraşlıoğlu, F. & Gönüloğlu, A. (2014). Phytoplankton community, functional classification and trophic state indices of Yedikır dam lake (Amasya). *J. Biol. Environ. Sci.*, 8(24), 133-141.
- Morkoyunlu Yüce, A & Aktaş, M. (2020). Tahtalı, Davuldere ve Çayırköy göletlerinin (Kocaeli) algleri ve su Kaliteleri üzerine bir çalışma. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3), 1539-1550. <https://doi.org/10.21597/jist.666823>
- OECD, (1982). *Eutrophication of waters. monitoring, assessment and control*. Organisation for Economic Co-Operation and Development, 154 s.
- Tepe, R., Karakaya, G., Şahin, A.G., Sesli, A., Küçükylmaz, M. & Aksağan, A. (2018). Karkamış Baraj Gölü trofik durumu. *International Journal of Innovative Engineering Applications*, 2(1), 1-3.
- Sezen, G. (2008). Sarımsaklı Baraj Gölü (Kayseri) fitoplanktonu ve su kalitesi özellikleri. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Tizro, A.T., Maryam Ghashghaie & Hamed Nozari, M. H. (2016). Assessment of Carson trophic index in Dam lake: a case study of Ekbatan Dam. *Iranian Journal of Health Sciences*, 4(4): 25-33.
- Topkara, S. (2011). Çambaşı Göleti (Kabadüz, Ordu) fitoplanktonu ve trofik yapısının incelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Tüzün, İ., İnce, Ö. & Başaran, G. (2006). *Doğal göl ve rezervuar limnolojisindeki farklılıkların birleşik yönetim planlaması açısından değerlendirilmesi: genel yaklaşım*. 1. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu, Antalya, 237-248.
- Wetzel, R.G. (2001). *Limnology lake and river ecosystems*. (3rd ed). Academic Press.

Weysi, K., Nourmoradi, H., Samarghandi, M.R. & Samadi, M.T. (2014). Investigation on the trophic status of ekbatan reservoir: a drinking water supply reservoir in Iran. *Journal of Research in Health Sciences*, 14(1): 65-69.

---