

Uzunçayır Baraj Gölü'nün (Tunceli) Carlson İndeksine Göre Trofik Durumunun Belirlenmesi

Banu KUTLU*, **Osman SERDAR**, **Rahmi AYDIN**, **Durali DANABAŞ**

Munzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, TR62000, Tunceli, Türkiye.

*Sorumlu Yazar Tel.: +90 428 213 17 94
E-posta: kutlubanu@gmail.com

Geliş Tarihi: 27.11.2016
Kabul Tarihi: 28.12.2016

Öz

Bu çalışma ile Tunceli ilinde yer alan Uzunçayır Baraj Gölü'nün trofik durumunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Mayıs 2013- Nisan 2014 tarihleri arasında seçilmiş 3 örnekleme noktasından seki diski, klorofil a, toplam fosfor ve toplam azot değerleri aylık olarak ölçülmüştür. Uzunçayır Baraj Gölü'nün trofik durumunun belirlenmesi için Carlson 'un trofik sınıflandırma indeksleri (TSI) kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar göstermiştir ki Uzunçayır Baraj Gölünde seki diski derinliği 1,48-11,04 m, klorofil a 0-34,3 µg/L, fosfat 0,06-1,12 µg/L ve toplam azot 0-3,82 µg/L arasında değişim göstermiştir. Seki diski ile klorofil arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur. TN:TP oranına göre fitoplankton gelişiminin azot tarafından sınırladığı tespit edilmiştir. Carlson'in ortalama TSI değerlerine göre ise oligotrofik seviyede olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Azot, fosfor, klorofil a, seki diski, Trofik indeksi, Uzunçayır Baraj Gölü.

Abstract

Determination of Trophic Status Carlson Index Induced on Uzunçayır Dam Lake (Tunceli)

This study was carried out to determine trophic status of Uzunçayır Dam Lake. For this aim, secchi disk depth, chlorophyll a, total phosphorus and nitrogen values of three stations on the dam lake were measured at monthly between May 2013-April 2014. Uzunçayır Dam lake, secchi depth 1.48-11.04 m, chlorophyll a from 0-34.3 µg/L, phosphorus from 0.06-1.12 µg/L and nitrogen from 0-3.82 µg/L. It was found that secchi disk was negatively correlated to chlorophyll a. According to TN: TP rate, it was determined that phytoplankton development to be limited by nitrogen. According to the mean value of Carlson's TSI, the dam lake was oligotrophic.

Keywords: Nitrogen, Phosphorus, Chlorophyll a, Secchi Disc, Trophic Index, Uzunçayır Dam Lake.

Giriş

Günümüzde su kaynakları giderek azalmakta ve su tüketimi hızla artmaktadır. Bu konu ile çeşitli düzenlemeler ve önlemler alınmaktadır. Bu önlemler başında su kirliliği gelmektedir. Söz konusu kirleticiler evsel, tarımsal ak-

tiviteler ve endüstriyel atıklar olarak gruplandırılabilir. Evsel kökenli atık suları temizlik amaçlı ve kanalizasyon suları meydana getirirken; sanayi aktiviteleri sonucu oluşan kirliliği organik ve inorganik madde atıkları oluşturur

(Tünay, 1996). Sanayi atıkları, miktarı ve kirletici türü bakımından olduğu kadar, doğal olmayan bileşimlerde akarsu, göl ve denizler için sorumlu atıklardır (Başbüyük, 1998). Tarımda kullanılan nitrat, azot ve fosfat bazlı gübrelerle, benzine katılan kurşun türevleri, endüstri tesisleri tarafından sulara boşaltılan bakır, çinko, krom, nikel ve kadmiyum gibi zehirli elementler, sülfite zengin kâğıt sanayi atıksuları, akarsular için ciddi kirlilik kaynağı oluşturmaktadır. Bu sebeplerle göllerin, akarsuların ve diğer kıtalar arasında kalan kaynak sularının kirlenmesi, besleyici elementlerin ve su kalitesi araştırmaları oldukça fazla önem arz etmektedir (Tundisi ve Matsumura-Tundisi, 2008; Tepe, 2009; Mutlu vd., 2014).

Baraj göllerindeki kirliliğin başında nutrient zenginleşmesinin nehir ve akarsulardan aşırı nutrient girişi ile olduğu bilinmektedir (Liu vd., 2014). Akuatik çevrelerde azot ve fosforun sulara sürekli akışı ile evsel, endüstriyel ve zirai kaynaklı kirlilik oluşmaktadır. Klorofil, birincil üretimde önemli bir yere sahiptir. Fitoplankton hücre yaşlanması, feopigment ürününün ve zooplankton otlaması (beslenme) sırasında klorofil aktivitesinin değiştiği bildirilmiştir (Jeffret ve Hallegraeff, 1987). Nutrientlerin sürekli artışı klorofil ve fitoplanktonun aşırı çoğalmasına sebep olmakta ve bu nedenle biyolojik kirlilik oluşmaktadır.

Akarsu ve göller ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalarda trofik seviye sınıflandırılması gölün su kalitesi ve kirliliği hakkında bilgi vermektedir. Göllerin trofik yapıların belirlenmesinde klorofil-a, toplam fosfor, toplam azot ve seki diski ölçümleri önemli değişkenlerdir. Göller ve baraj göllerini değişken ve değişkenlerden oluşan indekslerine göre hesaplanarak bir trofik sınıfın içerisinde yer alabilir (Şen vd., 2003; Silvino ve Barbosa, 2015; Küçükyılmaz vd., 2016). Bir gölün trofik

durumunun belirlenmesi o gölün birincil üretimi hakkında önemli veriler sağlamaktadır. Göllerin trofik durumunu sınıflandırmada oligotrofik-mezotrofik-hipertrofik terimleri yer alır. Atıf yapılan makale kaynaklarda yok.

Bu çalışmada, Carlson'un trofik durum indeksi kullanılmış ve Uzunçayır Baraj Gölü'nün trofik durumunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışma alanı; Araştırma alanı olarak seçilen Uzunçayır Barajı, Munzur ve Pülümür Çaylarının birleşme noktasının inşa edilmiş ve 2009 yılı Ekim ayından itibaren barajda su tutulmaya başlanmıştır. Göl, kar suları, kaynak suları ve dağlardan, özellikle yağışlı dönemlerde inen derelerle beslenir. Uzunçayır Barajı, göl alanı 24,5 km² yüzölçümü ile 308 milyon m³ (hm) su hacmine sahip ve kaya gövde dolgu tipi olan bir barajdır (Şekil 1).

Örneklerin toplanması ve analizi; Uzunçayır Baraj Gölü'nün trofik durumunu belirlemek üzere 3 istasyon belirlenmiştir. Fiziko-kimyasal analizleri yapmak amacıyla seçilen istasyonlardan su örnekleri, Mayıs 2013-Nisan 2014 tarihleri arasında aylık periyotlar ile 2 lt'lik nansen şişesi kullanılarak yüzeyden alınmıştır. Göl suyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri tüm istasyonlarda yapılan analizlerle tespit edilmiştir. Fiziksel analizler yerinde, kimyasal analizler ise laboratuvarında yapılmıştır.

Seki diski derinliği, baraj gölünün örnekleme noktalarında seki diski ile doğrudan ölçülmüştür (APHA, 1995).

Klorofil-a (Chl-a) tayini, belirli hacimdeki (en az 1 L) su örneklerinin süzülmesiyle 0.45 µm gözenek açıklığına sahip 47 mm çapındaki

GF/C filtre kağıtlarının, içinde 10 ml %90'lık aseton bulunan santrifüj tüplerinde bir gece buzdolabında bekletilip santrifüjlenmesi ve elde edilen ekstraktların absorbanlarının 630, 645 ve 665 nm dalga boylarında spektrofotometrede okunmasıyla tayin edilmiştir (Strickland ve Parsons, 1972).

Toplam azot [(Nitrit (NO₂⁻), nitrat (NO₃⁻), amonyum azotu (NH₄⁺)], toplam fosfor (P) ve fosfat analizleri standart prosedürlere uygun olarak merkfotometrik test kitleri kullanımıyla spektrometrede okunmuştur.

İstatistik analizler ve Carlson Trofik İndeks Hesabı; Değişkenler arasındaki bir ilişki olup olmadığı belirlemek için Korelasyon Analizi, incelenen değişkenler arasında farkları belirlemek amacıyla ise Tek Yönlü Varyans Analizi Statgraf 7 programı ile veri üzerinde uygulanmıştır.

Göllerin trofik durumlarının belirlemede klorofil-a, fosfor ve ışık geçirgenliği değerlerinden de yararlanıldı. Buna göre bir

gölün besin maddeleri düzeyi ya da verimlilik açısından durumu, en basit şekliyle Carlson (1977)'un trofik durum indeksi (TSI), trofik durum sınıflandırması için temel olarak alg biyomasını kullandı.

Alg biyoması klorofil pigmentleri, seki derinliği ve toplam fosfor ile bağımsız olarak tahmin edilir. İndeksin her 10 birimlik bölümü seki derinliğinin 2 tabanlı logaritmik transformasyonuna dayalı birimlere bölünerek hesaplandı (Carlson, 1977). Böylelikle üç değişkende herhangi biri kullanılarak göl suları verimlilik açısından sınıflandırıldı. Carlson'un trofik durum indeksinin (TSI) hesaplanması için seki derinliği [TSI (SD)], klorofil [TSI (CHL)] ve fosfor [TSI (TP)] olmak üzere üç eşitlik kullanıldı (Çizelge 1).

$$TSI(SD) = 60 - 14.41 \ln(SD)$$

$$TSI(CHL) = 9.81 \ln(CHL) + 30.6$$

$$TSI(TP) = 4.42 \ln(TP) + 4.15$$

$$Ortalama = [TSI(TP) + TSI(CHL) + TSI(SD)]/3$$



Şekil 1. Örnekleme istasyonları (Uzunçayır Baraj Gölü).

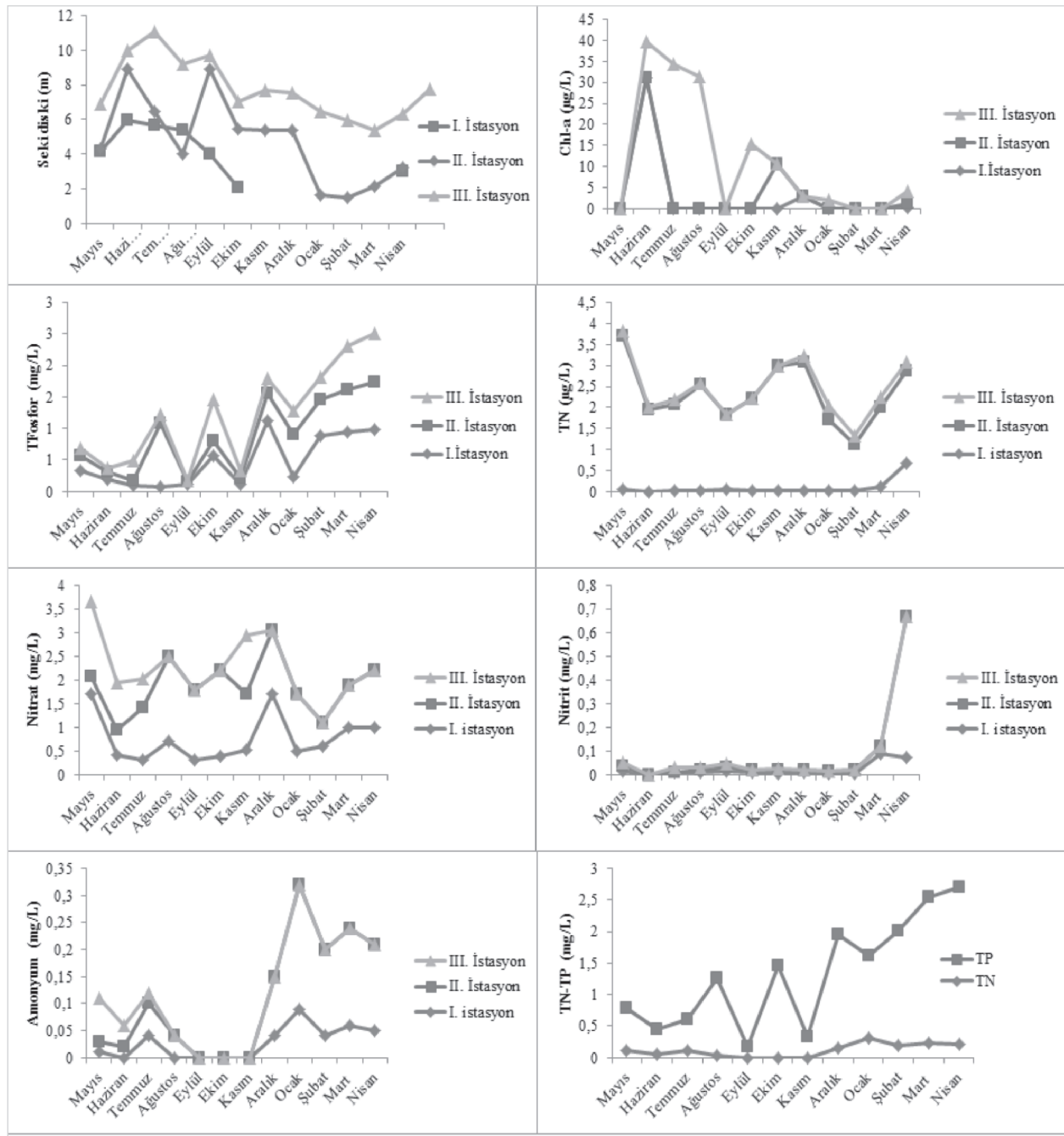
Çizelge 1. Carlson 'un trofik durumum sınıflandırılması ve kullanılan üç değişken ve sınır değerleri(TSI) (Carlson, 1977)

TSI	Chl (µg/L)	SD (m)	TP (µg/L)	Niteliği	Su temini	Balıkçılık ve Rekrasyon
<30	<0,95	>8	<6	Oligotrofi: Su berrak yıl boyunca hipolimnionda oksijen bol	Su filtrelenmeden içme ve evsel amaçla kullanılabilir	Salmon balıkçılığı baskın
30-40	0,95-2,6	8-4	6-12	Sığ göllerde hipolimnionanoksik olabilir		Yalnızca derin göllerde salmoid balıkçılığı
40-50	2,6-7,3	4-2	12-24	Mezotrofi:su orta dercedeberrak;yaz boyunca hipolimniondaanoksia oluşabilir.	Demir, mangan tat ve koku problemleri; evsel kullanım için filtrasyon gerekir	Hipolimnetrikanoksiasalmonların kaybolmasına neden olur.
50-60	7,3-20	2-1	24-48	Ötrofi:hipolimnionanorsikmakrofit problemleri vardır		Yalnızca sıcak su balıkları. Levrek baskın olabilir
60-70	20-56	0,5-1	48-96	Mav-yeşil alglerin baskın, alg yığınları ve makrofitproblemleri vardır	Tat ve koku problemleri	Makrofit alg yığınlarının ve düşük ışık geçirgenliği yüzme ve tekne kullanımını engeller
70-80	56-155	0,25-0,5	96-192	Hipertrofi: Produktivite ışıklar sınırlanır. Yoğun alg ve makrofit vardır		
>80	>155	<0,25	192-384	Alg yığınları, az miktarda makrofit		Kaba balıklar baskın; yaz süresince balık ölümleri olası

Bulgular

Seki Diski; Uzunçayır Baraj Gölü'nde seki diski değerleri 1.48-11.09 m arasında değişim göstermiştir. En düşük seki diski değerleri 2. istasyonda 1.48 m ile Şubat (2015) ayında, en yüksek ise 11.09 m ile Temmuz ayında (III.

İstasyon) tespit edilmiştir. Kış mevsiminin sonu İlkbahar mevsimin başlangıcında yağışlarının bol olması akarsuların baraj alanına sediment taşınması nedeni ile ortamın bulanık olduğu ve seki diski değerlerinin ise azaldığı belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Seki diski, klorofil a, toplam fosfat, toplam azot, nitrit, nitrat, amonyum, toplam fosfat/toplam fosfat aylık değişimleri.

Klorofil-a (Chl-a); En düşük ve en yüksek değerler Eylül ayı itibarıyla izlenmiştir (0.0 ve 34.9 µg/L sırasıyla). III istasyonda en yüksek Chl-a değerini belirlenmiş, ortalama klorofil-a miktarı 3.94 µg/L olarak saptanmıştır (Şekil 1). Chl-a ile seki diski arasında negatif bir korelasyon olduğu saptanmıştır (I. istasyon $r^2=-0.09$, II. istasyon $r^2=-1.82$, III. istasyon $r^2=-7.0$).

Toplam Fosfor (mg/L); Toplam fosfor değerleri Aralık ayında en yüksek (1.12 mg/L), Ağustosta ise en düşük seviyelere ulaşmıştır (Şekil 2). İstasyonların karşılaştırmalı sonuçları göstermiştir ki en yüksek fosfat konsantrasyonu I. istasyonda bulunmuştur. Uzunçayır Baraj Gölü su kirliliği kontrolü yönetmeliğine ve kıta içi su kaynaklarının kriterlerine göre I. sınıf az kirlenmiş sular sınıfında yer aldığı saptanmıştır.

Toplam Azot (mg/L); Amonyum değerleri Şubat ayında maksimum (I. istasyon- 0.89 mg/L), Temmuz ayında ise minimum (II. İstasyon-0.09 mg/L) olarak saptanmıştır. Nitrit miktarlarının tüm istasyonlarda Haziran ayında minimum (0 mg/L); Eylülde ise maksimum değerlere (I. İstasyon - 0.062 mg/L) ulaştığı gözlenmiştir. Nitrat değerleri şubat ayında minimum (II. İstasyon - 0.5 mg/L); Mayıs ayında maksimum (II. İstasyon - 1.88 mg/L) olarak tespit edilmiştir (Şekil 2). Toplam azot ölçüm sonuçlarına göre en düşük ve en yüksek değerler 4.64 mg/L ve 15.2 mg/L olarak bulunmuştur.

Toplam Azot/ Toplam Fosfor (TN:TP); Smith (1998)'e göre TN:TP oranı <10 olduğunda fitoplankton gelişimini sınırlayan nutrient azot olarak bildirilmiştir. TN:TP oranı >17 olması durumunda fosforun, TN:TP oranı 0-17 aralığında ise hem azot hem de fosforun (N+P) sınırlayıcı nutrient olduğunu ifade edilmiştir (Şekil 2).

Carlos'un Tropik Durum İndeksi; Carlon (1977) tropik durumu, belirli bir yer ve zamanda bir akarsu kütlesinin canlı biyolojik toplam ağırlığı (biyomas) olarak tanımlanma ve besleyici elementlerin eklenmesi ile güçlenmektedir. Chl a toplam fosfor ve seki diskinin logaritmik tabanlı hesaplamalarla 0-100 aralığında bir indekse dönüştürülmüştür (Çizelge 2).

Uzunçayır Baraj Gölü'nde TSI (SD) değerleri 28-30 arasında, TSI (TP) değerleri 23-29 arasında değişim göstermiştir (Şekil 3). En düşük değer III. istasyonda en yüksek değer ise I. istasyonda bulunmuştur. TSI (CHL) 40-42 arasında belirlenmiştir (Şekil 3).

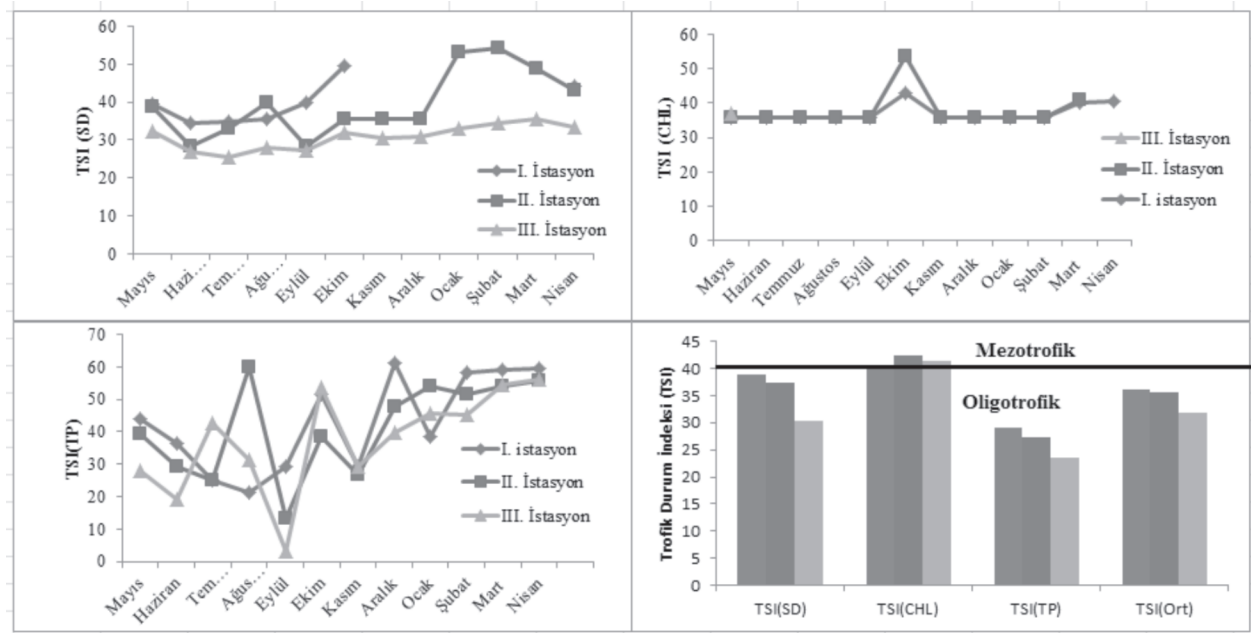
Tartışma

Trofik durumu belirli bir yer ve süreçte su kütlesindeki canlı biyolojik materyalin toplam ağırlığı (biyomas) olarak bilinmektedir. Sınıflandırmanın amacı nutrient faktörlerinin biyolojik olarak meydana getirdiği değişiklik olarak kabul edilmektedir. Uzunçayır Baraj Gölü'nde TSI (SD) değerleri 28-30 arasında, TSI (TP) değerleri 23-29 arasında değişim göstermiştir (Şekil 3). En düşük değer III. istasyonda en yüksek değer ise I. istasyonda bulunmuştur. TSI (CHL) 40-42 arasında belirlenmiştir.

Seki diski suyun bulanıklığı ve ışık geçirgenliğini hesaplamasında kullanılan eski yöntemdir (Naumenko, 2008). Suyun ışık geçirgenliği birincil üretimin ilk basamağını oluşturan fitoplankton ve diğer su bitkileri tarafından kullanılan ışık miktarı için oldukça önemlidir. Su içinde kendinden özgü bir hareketten yoksun organik (plankton) ve inorganik parçacıklar su geçirgenliğini doğrudan etkilemektedir. Seki diski göllerin trofik olarak sınıflandırılmasında kullanılan değişkenlerden biridir (O'sullivan ve Reynolds 2004).

Çizelge 2 . Çeşitli göl trofik sınıflandırma indeksleri

Trofik Düzey	TP (µg/L)	TN (µg/L)	Chl-a (µg/L)	Seki Derinliği (m)	Kaynaklar
Oligotrofik	<10	<350	<3.5	>4	Nürnberg (1996)
Mezotrofik	10-30	350-650	3.5-9.0	4-2	
Ötrofik	31-100	651-1200	9.1-25	1.9-1	
Hipertrofik	>100	>1200	>25	<1	Hakanson ve Jansson (1983)
Oligotrofik	<10	<350	<2.5	>5	
Mezotrofik	8-25	300-500	<2.5	>5	
Ötrofik	20-100	350-600	2-8	3-6	Whittaker (1975)
Hipertrofik	>80	>600	30-400	0-2	
Oligotrofik	<1-5	-	0.3-3	-	
Mezotrofik	5-10	-	2-5	-	Taylor vd. (1980)
Ötrofik	10-30	-	10-500	-	
Oligotrofik	<10	-	0-4.5	>3.7	
Mezotrofik	10-30	-	1-1.5	2-6.1	OECD (1982)
Ötrofik	>30	-	5-140	<	
Oligotrofik	8	661	1.7	9.9	
Mezotrofik	26,7	753	4.7	4.2	
Ötrofik	84,4	1875	14.3	2.45	

**Şekil 3.** Carlson trofik indeksi TSI (SD), TSI (TP) ve TSI (CHL) değerinin 2013 Mayıs- 2014 Nisan tarihleri aylık değişimleri ile trofik durum indeksi.

Taylor vd. (1980) göllerin seki diski derinliğini temel aldığı sınıflandırılmasında >3.7 m ise oligotrofik, 2-6.1 m mezotrofik ve 2 m <ötrofik olarak rapor etmişlerdir. Hakanson ve Janson (1983) ise 4 > m oligotrofik göl, 2-4 m mezotrofik ve 1-2 m ötrofik göller arasında sınıflandırmıştır. OECD (1982) ise seki diski ortalamasına göre; 9.9 m oligotrofik göl, 4.2 m mezotrofik göl ve 2.45 m ötrofik göl olarak tanımlamıştır (Çizelge 1). Bu çalışmadaki indeksler Hakanson ve Janson (1983)'un sınıflandırmasına uygun olup 5.76 m ortalama seki diski ile oligotrofik göl sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir.

Chl-a, göllerin trofik durum sınıflandırmasında yaygın olarak kullanılan değişkenlerden biridir. Whittaker (1975), Chl-a miktarını oligotrofik göllerde 0.3-3.0 µg/L, mezotrofik göllerde 2.0-15.0 µg/L ve ötrofik göllerde 10-500 µg/L arasında kaydetmiştir. Taylor et al., (1980), Chl-a değerini oligotrofik göllerde 0-4.5 µg/L, mezotrofik göllerde 1.0-15.0 µg/L ve ötrofik göllerde 5-140 µg/L arasında rapor etmişlerdir. Hakanson ve Jansson (1983), oligotrofik göllerin Chl-a içeriğini <2.5µg/L, mezotrofik göllerin 2-8 µg/L ve ötrofik göllerin ise 6-35 µg/L olarak; Nürnberg (1996) Chl-a miktarını oligotrofik göllerde<3.5 µg/L, mezotrofik göllerde 3.5-9.0 µg/L ve ötrofik göllerde 9.1-25 µg/L arasında bildirmiştir. OECD (1982) ise oligotrofik göllerin Chl-a değerini ortalama 1.7µg/L, mezotrofik göllerin 4.7 µg/L ve ötrofik göllerin 14.3 µg/L olduğunu kaydetmiştir (Çizelge 2). Wetzel (1975) tarafından yapılan bir diğer çalışmada göller, 0.3-3 µg/L oligotrofik, 2-15 µg/L mezotrofik, 10-500 µg/L ötrofik olduğunu sınıflandırılmıştır.

Hakanson ve Jansson (1983) 0-4,5 µg/L oligotrofik, 2-8 µg/L mezotrofik ve 6-35 µg/L ötrofik göl kapsamında olduğunu bildirmiştir. Nürnberg (1996) ise klorofil-a miktarına göre

<3.5 µg/L oligotrofik, 3.5-9 µg/L mezotrofik ve 9.1-25 µg/L ötrofik göl olarak sınıflandırmıştır (Çizelge 2). Golvez-Cloutier ve Sanchez (2007)'in bulgularıyla paralellik gösteren çalışmamızda Chl-a değerleri 0.0 ve 34.9 µg/L arasında değişim göstermiş, en düşük (I. istasyon) ve yüksek (III. istasyon) değerler Eylül ayında gözlenmiştir. OECD (1982) sınır değerler verilerine ve Carlos indeksine göre Chl-a verilerimiz, Uzunçayır Baraj Gölü'nün oligotrofik göller kapsamına olduğunu göstermektedir (Çizelge 2).

Tatlı sularda sınırlayan nutrient genellikle fosfor olarak tespit edilmiştir. Özellikle akarsu ve göllerde yaşayan ototrof ve heterotrof organizmaların büyümelerinde sınırlayıcı besleyici elementtir. Ayrıca fosfor bileşikleri önemli bitki besin maddesidir. Akarsu, göl ve denizlere gübreler ve diğer tarımsal girdiler, kanalizasyon suları, deterjanlar, tekstil ve besin sanayi artıkları gibi çeşitli kaynaklardan ulaşmaktadır (Atay ve Pulatsu, 2000). Fosfat su canlılarına olan etkileri, ancak suda fazla miktarda bulunup pH değerini veya suyun tampon sistemini değişiklikle uğrattığı zaman göze çarpar. Temizlik malzemelerinde (deterjan ve benzeri) bulunan polifosfatlar veya fosfor bileşikleri, suyun yüzey gerilimini değiştirecek (köpük teşekkülü) biyolojik olayları olumsuz yönde etkilemektedir. Toplam fosfat değer aralıkları temel alınarak yapılan çalışmalarda <1-5 µg/L oligotrofik, 5-10 µg/L mezotrofik, 10-30 µg/L ötrofik göl kapsamında olduğu bildirilmiştir (Whittaker, 1975). Hakanson ve Jansson (1983) <10 µg/L 8-25 µg/L ve 20-100 µg/L değer aralıklarının ötrofik göl; OECD (1982) ise 8 µg/L oligotrofik ve 26.7 µg/L ve 84.4 µg/L ötrofik olarak sınıflandırmıştır. Bizim bulgularımız göstermiştir ki toplam fosfor Aralık ayında en yüksek (1.12 mg/L), Ağustosta ise en düşük (0 mg/L) seviyelere ulaşmıştır. Diğer çalışmalarla

karşılaştırıldığında elde ettiğimiz fosfor değerleri oldukça düşük seviyeleri izlemiştir.

Sucul ortamlarda, azot konsantrasyonunun artışıyla meydana gelen ötrofikasyon olayı oldukça önemlidir. Yüzey sularına karışan azot kaynakları temel olarak doğal, evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklıdır. Nitrit, proteinli maddelerin bozunması sonucunda ve evsel atık sularda bulunan amonyaklı bileşiklerin nitrifikasyonu sonucu ortaya çıkmaktadır (Şengül ve Türkman, 1991). Horne ve Goldman (1997) nitrat ve amonyağın doğal sularda az miktarlarda bulunduğunu ve nitritin ise oksijen varlığında nitrata dönüşmesinden dolayı çok düşük miktarlarda bulunduğunu bildirmektedir (Boran vd., 1998). Fitoplanktonun yoğun bir şekilde gelişmesi için vazgeçilmez bir element olan azotun sulardaki normal değerleri 1-10 mg/L'dir. Genel olarak nitrojen için sınırlayıcı limit 15-20 µg/L'dir (Jones-Lee ve Lee, 2005). Diğer çalışmalara göre bizim değerlerimiz daha düşüktü. Çalışmamızda toplam azota ait en düşük ve en yüksek değerler 4.64 mg/L ve 15.2 mg/L olarak bulunmuştur. Bulunan bu değerler daha düşük seyirler göstermiştir ki muhtemelen evsel atıklarının göle girdisinin daha az olması buna sebebiyet vermiş olabilir.

Elde ettiğimiz verilere göre Uzunçayır Baraj Gölünde TN/TP oranı 1.71-2.9 arasında değişmiştir. En yüksek TN: TP oranı II. İstasyonda; en düşük ise I. istasyonda bulunmuştur. Maberly vd. (2002), Avrupa'daki göller üzerinde yaptığı çalışmada göllerin %60 N+P tarafından sınırlandırıldığını bildirmiştir. Wang vd. (2003) Kansan göllerin %76 N+P %16 N tarafından sadece %8' nin P tarafından sınırlandırıldığını tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda fitoplankton gelişiminin, azot tarafından sınırlandırıldığı gözlenmiştir.

Gilbert vd. (2015) yaptığı çalışmada Carlsontrofik indeksine göre mezotrofik göl indeksinde bulmuştur. Bucci vd. (2015) tarafından yapılan bir diğer çalışma Brezilya'da (Juiz de Fora) içme suyu rezervi üzerine kurgulanmıştır ve araştırmacılar Carlson indeksine göre su kalitesini mezotrofik göl kapsamında tanımlamışlardır. Bizim çalışmamızda ortalama TSI (SD) TSI (TP) ve TSI (CHL) değerleri açısından Uzunçayır Baraj Gölü'nün oligotrofik sınıfa girdiği tespit edilmiştir.

Sulama ve içme suyunun karşılanması aynı zamanda elektrik üretimini sağlamak amacıyla kurulan Uzunçayır Baraj Gölü'nün ekolojik durumunun korunması için; öncelikle baraj gölünden aşırı su çekimi azaltılmalı, deşarjlardan gelen kirlilik yükü gölün su kalitesinde önemli bir etkiye sahip olduğundan dolayı kontrol altına alınarak özellikle arıtma tesisinin tam anlamıyla çalışması sağlanmalıdır. Ayrıca bu çalışma rutin bir şekilde yapılarak baraj kirlilik düzeyi, klorofil-a, toplam fosfat ve derinliğinde kontrol altına alınarak incelenmelidir.

Kaynaklar

- APHA, 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association. 19th Edition. Washington, D.C.
- Atay, D. Ve Pulatsu, S. 2000. Su Kirlenmesi ve Kontrolü, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1513. Ankara, 466.
- Başibüyük, M. 1998. Biological Treatment of A Simulated Textile Wastewater. University of Birmingham, England, PhD. Thesis.
- Bucci, M. M. H. S., Delgado, F. E., Da, F. ve De Oliveira, L. F. C. 2015. Water Quality and Trophic State of A Tropical Urban Reservoir for Drinking Water Supply (Juiz De Fora, Brazil), Lake and Reservoir Management, 31:134-144.
- Carlson, R. E. 1977. A trophic state Index for lakes. Limnology and Oceanography, 22:361-369.

- Galvez-Cloutier, R. ve Sanchez, M. 2007. Trophic Status Evaluation for 154 Lakes in Quebec, Canada: Monitoring and Recommendations. *Water Quality Research Journal of Canada*, 42:252-268.
- Gilbert, J. D., Guerrero, F., Jiménez-Melero, R. ve De Vicente, I. 2015. Is The Bioproduction Number a Good Index of The Trophic State In Mediterranean Wetlands?, *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 416:1-5.
- Hakanson, L. ve Jansson, M. 1983. *Principles of Lake Sedimentology*. Springer, Berlin, 320p.
- Horne, A. J. Ve Goldman, C. R. 1997. *Limnology*. Printed in Singapore: McGraw-Hill, Inc. In *European Large Lakes Ecosystem Changes and Their Ecological and Socioeconomic Impacts*; Springer, 59-65.
- Jeffrey, S. W. Ve Hallegraeff, G. M. 1987. Chlorophylls distribution in 10 classes of phytoplankton-a problem for chlorophyll analysis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 35: 293-304.
- Jones-Lee, A. ve Lee, F. G. 2005. Eutrophication (Excess ve Fertilization), *Water Encyclopedia, Surface and Agricultural Water*, 107-114.
- Küçükyılmaz, M., Karakaya, G., Alpaslan, K., Özbey, N. ve Akgün, H. 2016. Balıklıgöl'ün bazı fiziko-kimyasal parametrelerin mevsimsel incelenmesi. *Yunus Araştırma Bülteni*, 2: 91-96.
- Liu, Y., Wang, Y., Sheng, H., Dong, F., Zou, R., Zhao, L., Guo, H., Zhu, X. ve He, B. 2014. Quantitative evaluation of lake eutrophication responses under alternative water diversion scenarios: a water quality modeling based statistic analysis approach. *Sci Total Environ*. 468-469:219-227
- Maberly, S. C, King, L., Dent, M. M., Jones, R. I. Ve Gibson, C.E. 2002. Nutrient limitations of phytoplankton and periphyton growth in upland-lakes. *Fresh water Biology*, 47:2136-2152.
- Mutlu, E., Kutlu, B., Demir, T., Yanık, T. ve Sutan, Na. 2014. The Evaluation Of Water Quality Parameters of Beydilli River (Hafik-Sivas). *Journal of Selçuk University Natural and Applied Science*, May 14- 17.
- O'sullivan, P. E. ve Reynolds, C. S. 2004. *The Lakes Handbook. Limnology and Limnetic Ecology*. Blackwell Publ., Malden, MA: USA.
- Şen, B., Koçer, M. A. T. ve Alp, M. T. 2003. Göl Trofik Durum İndeksleri. XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 2-5, Elazığ, s.589-599.
- Şengül, F. ve Türkman, A. 1991. Su ve Atık Su Analizleri, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fak., Çevre Mühendisliği Bölümü, Bornova: İzmir, 243 p.
- 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, *Braz. J. Biol.*, 75(3): 607-615.
- Smith, V. H. 1998. Cultural eutrophication of inland estuarine and coastal water. IN: Pace M.L. and Groffmann P.M. (eds). *Successes, limitations and Frontiers in Ecosystem Science*, Springer, New York, pp.7-49.
- Strickland, J. D. H. ve Parsons, T. R. 1972. *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. The Alger Press Ltd. Ottawa.
- Taylor, W. D., Lambou, V. W., Williams, L. R. ve Hern, S. C. 1980. Trophic state of lake and reservoirs. USEPA Technical Report E: 80-3.
- Tepe, Y. 2009. Reyhanlı Yenişehir Gölü (Hatay) su kalitesinin belirlenmesi, *Ekoloji*, 18(70): 38-46.
- Tundisi, J. G. ve Matsumura-Tundisi, T. 2008. Potential impacts of changes in the Forestlaw in relation-towater resources, *Biota Neotropica*, 10(4): 68-75.
- Tünay, O. 1996. Endüstriyel Kirlenme Kontrolü, İTÜ. İnş. Fak. Matbaası, İstanbul.
- Wang, S., Dzialowski, A. R., Spotts, W. W., Lim, N. C. ve Huggins, D. G. 2003. Variability of Nutrients Limitation on Phytoplankton Growth in Small and Medium Kansanlakes. *Biological survey, Lawrence, KS. Report No:120*.
- Wetzel, R. G. 1975. *Limnology*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, 743p.
- Whittaker, R. H. 1975. *Communities and Ecosystems*. Mac Millan Pub. Co., New York.