



Doğanın Sesi, Haziran 2025 Cilt: 8 Sayı: 15 Sayfa: 4-17

HİDROFİT ARTIŞI İLE SU KALİTESİNİN ETKİLEŞİMİ: GÖLBAŞI GÖLÜ'NDE BİR İNCELEME

The Interaction Between Hydrophyte Proliferation and Water Quality: A Study of Gölbaşı Lake

6 TEMİZ SU VE
SANİTASYON



Hülya ŞEREFLİŞAN
Doç.Dr.

İskenderun Teknik Üniversitesi
Deniz Bilimleri ve Teknoloji
Fakültesi
31200, İskenderun,
Hatay, Türkiye
ORCID: 0000-0002-2510-3714
hulya.sereflisan@iste.edu.tr

Araştırma Makalesi

Geliş: 11.11.2024

Kabul: 30.12.2024

Anahtar Kelimeler
Gölbaşı Gölü, hidrofit,
nilüfer, sümbül

Keywords
Gölbaşı Lake,
hydrophyte, lily, hyacinth

ÖZET

Bu çalışma, Gölbaşı Gölü'nün su kalitesi parametrelerinin hidrofitlerin artışı üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Göl, Hatay il sınırları içinde yer alan ve yeraltı su kaynaklarıyla beslenen, ekolojik olarak oldukça zengin bir ekosistem barındıran önemli bir su kaynağıdır. Ancak, son yıllarda iklim değişikliği ve insan aktiviteleri gibi çevresel faktörlerin etkisiyle göldeki su bitkileri türlerinin gelişiminde belirgin değişiklikler gözlemlenmiş, özellikle hidrofitlerin (su bitkilerinin) artışı hızlanmıştır. Bu artış, göl ekosisteminin biyolojik çeşitliliğini ve su kalitesini doğrudan etkilemektedir. Gölün kıyısız (littoral) bölgelerinde, özellikle *Nymphaea alba* (nilüfer) ve *Eichhornia crassipes* (su sümbülü) gibi türlerin belirgin bir şekilde çoğaldığı ve bu bitkilerin su yüzeyini kaplayarak önemli ekosistem hizmetleri sunduğu tespit edilmiştir. 2023 yılına ait su kalite verileri, göldeki hidrofit artışını destekleyen çevresel koşulların ötrofikasyon risklerinin artması yönüne eğilimli olduğunu ortaya koymaktadır. Su sıcaklığı, çözünmüş oksijen (DO), oksijen doygunluğu gibi parametrelerdeki artış, gölün su kalitesinin genel olarak "çok iyi" seviyelere çıktığını göstermektedir. Ancak, pH, fosfat ve nitrat gibi besin maddelerindeki artış, sucul bitkilerin ve alglerin aşırı büyümesine yol açmakta, bu durum ötrofikasyon sürecini hızlandırmaktadır. Ötrofikasyon, göl ekosisteminde aşırı su bitkisi ve alg büyümesine neden olarak oksijen tüketimini artırmakta, bu da ekosistem dengesini bozarak biyolojik çeşitliliğin azalmasına, su kalitesinin düşmesine ve habitat kayıplarına yol açabilir. Gölbaşı Gölü'ndeki hidrofitlerin artışı, bu olumsuz süreçlerin öncüsü olma potansiyeli taşımaktadır. Çalışma, Gölbaşı Gölü'nün ekosistem sağlığını ve su kalitesinin sürdürülebilirliğini tehdit eden bu eğilimlere ışık tutmaktadır. Ötrofikasyon risklerinin artması, gölün biyolojik çeşitliliği ve su ekosistemi üzerinde ciddi uzun vadeli etkiler yaratabilir. Bu bağlamda, su kalitesindeki bu değişikliklerin dikkatle izlenmesi, fosfat ve nitrat seviyelerinin kontrol altına alınması, hidrofitlerin ve alglerin aşırı büyümesinin engellenmesi, gölün ekosistem sağlığının korunması açısından kritik öneme sahiptir. Bu çalışma, Gölbaşı Gölü'nde hidrofit artışının ve ötrofikasyon risklerinin detaylı bir şekilde incelenmesiyle, bölgedeki su kaynaklarının yönetimi ve korunması için stratejik yaklaşımların geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

ABSTRACT

This study investigates the effects of water quality parameters on the proliferation of hydrophytes in Gölbaşı Lake, a significant aquatic ecosystem located in Hatay Province. The lake, which is fed by groundwater, harbors a highly biodiverse ecological system. However, over recent years, noticeable changes in the growth patterns of aquatic plant species, have been observed, driven by environmental factors such as climate change and human activities, particularly the increase of hydrophytes (aquatic plants) has accelerated. The expansion of hydrophytes is directly influencing both the biological diversity and water quality of the lake ecosystem. Notably, species such as *Nymphaea alba* (water lily) and *Eichhornia crassipes* (water hyacinth) have experienced marked growth in the lake's littoral zones, where they contribute to ecosystem functions by covering the water surface. Water quality data from 2023 reveal that environmental conditions supporting hydrophyte proliferation in the lake also are tending towards an increasing risk of eutrophication. Although parameters like water temperature, dissolved oxygen (DO), and oxygen saturation have increased, categorizing the water quality as "very good," rising nutrient levels—especially pH, phosphate, and nitrate—are fostering excessive growth of aquatic plants and algae, thus accelerating the eutrophication process. Eutrophication, characterized by excessive algal and aquatic plant growth, leads to heightened oxygen consumption, disrupting the ecological balance, reducing biodiversity, degrading water quality, and resulting in habitat loss. The expansion of hydrophytes in Gölbaşı Lake presents to be a potential precursor to these deleterious effects. This study sheds light on these trends that threaten the ecosystem health and water quality sustainability of Gölbaşı Lake. In this context, it emphasizes the need for controlling nutrient levels, particularly phosphate and nitrate, and managing hydrophyte and algae growth to prevent ecosystem degradation. Through a detailed examination of the hydrophyte expansion and eutrophication risks in Gölbaşı Lake, this research contributes to the development of strategic approaches for conservation and management for safeguarding regional water resources and ensuring long-term ecological sustainability.

Şereflişan H. (2025). "Hidrofit artışı ile su kalitesinin etkileşimi: Gölbaşı Gölü'nde bir inceleme". Doğa ve Sürdürülebilirlik Derneği, Doğanın Sesi, 8 (15): 4-17

Yazarların tüm teknik ve hukuki sorumluluğu yazarlarına aittir. İleri sürülen fikir ve iddialar Doğa ve Sürdürülebilirlik Derneğinin görüşünü yansıtmayabilir.



DOĞANIN SESİ



GİRİŞ

Su ekosistemlerinin sağlığı, ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliği ve biyolojik çeşitliliğin korunması açısından kritik öneme sahiptir. Bu ekosistemlerde hidrofitler, su yüzeyine yakın alanlarda büyüyen, suyun içeriğindeki besin maddelerinden beslenen su bitkileri olarak tanımlanır ve su kalitesinin önemli bir göstergesi olarak kabul edilir (Wetzel, 2001). Hidrofitler, özellikle su yüzeyi ile etkileşim halinde olan, ışık, oksijen ve besin maddelerine duyarlı bitkiler olup, göllerin ekolojik yapısını şekillendiren ve suyun kimyasal dengesini etkileyen temel faktörler arasında yer alır (Sculthorpe, 1967). Bu bitkilerin yayılma dinamikleri, su ekosisteminin sağlığını ve su kalitesindeki değişimleri izlemek için önemli bir biyolojik göstergedir. Su bitkilerinin özellikle su sümbülü (*E. crassipes*) ve nilüfer (*Nymphaea spp.*) gibi türlerde gözlemlenen artış, sıklıkla göllerdeki besin yükü ile ilişkilidir. Su sümbülü, besin maddelerinin fazla olduğu ortamlarda hızla çoğalarak su yüzeyini kaplayabilir ve ekosistemdeki oksijen seviyelerini düşürerek diğer sucul canlıların yaşam alanlarını daraltabilir (Villamagna ve Murphy 2010).

Aynı şekilde, nilüfer bitkisi de özellikle yüksek besin yükü olan sularda hızla büyür ve suyun kimyasal bileşimini etkileyerek ötrofikasyon süreçlerini hızlandırabilir (Schindler, 1977).

Hidrofitler, genellikle sığ göllerin littoral bölgelerinde ve derin göllerin kıyı alanlarında yetişirler. Bu alanlar, bitkilerin büyümesi için uygun ışık, sıcaklık, oksijen ve besin maddeleri sunan ortamlar olarak tanımlanabilir (Chambers vd., 2008). Sığ göller, hidrofitlerin en uygun yaşam alanlarını oluşturur, çünkü suyun üst katmanları genellikle yeterli ışık alır ve besin maddeleri yoğunluklu olarak bu bölgelere akar (Wetzel, 2001). Bu tür ortamlarda hidrofitlerin hızlı büyümesi, suyun ekosistem işleyişine önemli bir katkı sağlar ve su kalitesini doğrudan etkiler. Su yüzeyini kaplayan bitkiler, suyun aşırı ısınmasını engelleyerek besin maddelerinin düzenlenmesine yardımcı olur ve suyun oksijen seviyelerinin korunmasına katkı sağlar (Sender ve Rózańska-Boczula, 2024).

Hatay ili Kırıkhan ilçesinde yer alan Gölbaşı Gölü, su kalitesi açısından dikkat çekici bir örnek teşkil etmektedir. Göldeki su bitkilerinin özellikle su sümbülü ve nilüfer gibi türlerdeki artışı, su kalitesindeki değişimlerle doğrudan ilişkilidir.

Gölbaşı Gölü'nde yapılan su kalite analizleri, fosfat (PO_4), nitrat (NO_3) ve amonyum (NH_4) gibi besin maddelerinin yüksek konsantrasyonlarını ortaya koymuş, bu da hidrofitlerin aşırı çoğalmasına neden olmuştur.



DOĞANIN SESİ

Yüksek besin yükü, sucul bitkilerin büyüme hızını artırmakta ve bu durum göldeki ötrofikasyon sürecini hızlandırmaktadır (Schlesinger vd.,2020). Bu süreç, su yüzeyini kaplayan su bitkilerinin oksijen seviyelerini düşürmesine ve ekosistem işlevlerinin bozulmasına yol açabilir (Smith vd.,1999). Gölbaşı Gölü'nde gözlemlenen hidrofite artışının önemli bir nedeni, çevredeki tarımsal faaliyetlerin neden olduğu besin maddesi yükünün artışıdır. Tarımsal sulama sırasında kullanılan gübreler, özellikle fosfat ve nitrat gibi besin maddelerinin göl suyu ile karışmasına yol açarak hidrofite aşırı büyümesine neden olabilmektedir (Carpenter vd., 1998). Ayrıca, göl çevresindeki tarım alanlarından gelen kirleticiler, göldeki su kalitesini etkileyerek, ekosistem üzerindeki baskıyı artırmaktadır. Bununla birlikte, iklim faktörleri de hidrofite artışını etkileyen önemli bir unsurdur. Özellikle sıcaklık artışı ve yağışlardaki değişim, suyun buharlaşma hızını artırarak göl seviyesinin düşmesine neden olabilir. Bu durum, sucul bitkilerin daha fazla besin ve ışık almasına olanak tanır ve büyümelerini hızlandırır (Kosten vd., 2012).

Hidrofite aşırı yayılması, göldeki ötrofikasyon sürecinin bir göstergesi olarak değerlendirilmelidir. Ötrofikasyon, su ekosistemlerinin besin maddeleriyle zenginleşmesi ve bu durumun su kalitesinin kötüleşmesine yol açmasıdır. Su sümbülünün aşırı büyümesi, su yüzeyinin büyük bir kısmını kaplayarak, suyun oksijen seviyelerini düşürür ve su altındaki canlıların yaşam alanlarını kısıtlar (Villamagna ve Murphy 2010). Nilüfer bitkisi de bu süreçte benzer şekilde, suyun ışık almasını engelleyerek su altı bitkilerinin fotosentez yapmasını zorlaştırır. Bu durum, sucul ekosistemdeki biyolojik çeşitliliği olumsuz etkileyebilir (Schindler, 1977).

Gölbaşı Gölü'ndeki hidrofite artışı, su kalitesindeki bozulmaların ve ekosistemdeki değişimlerin bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Bu artış, göldeki yüksek besin maddesi konsantrasyonlarının ve çevresel değişimlerin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Gölbaşı Gölü'nde özellikle su sümbülü ve nilüfer gibi hidrofite hıza çoğalması, göl ekosisteminin sağlığına ciddi tehditler oluşturmaktadır. Bu türlerin aşırı yayılması, oksijen seviyelerinin düşmesine, suyun bulanıklığının artmasına ve biyolojik çeşitliliğin azalmasına yol açabilir.

Sonuç olarak, Gölbaşı Gölü'nde gözlemlenen hidrofite artışı, su kalitesindeki bozulmanın bir yansıması olarak değerlendirilmelidir. Gölün ekosistem sağlığını korumak, biyolojik çeşitliliği sürdürülebilir kılmak ve su kalitesini iyileştirmek adına atılacak adımlar, bölgesel ekosistem yönetiminin başarısı için kritik öneme sahiptir. Bu doğrultuda, hidrofite artışının ekosistem üzerinde oluşturduğu baskıyı azaltacak, suyun kimyasal ve biyolojik dengesini koruyacak stratejiler geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışma tam da bu noktada bölgesel stratejilerin belirlenmesine bir dayanak oluşturması konusunda yararlı olacaktır.

MATERYAL METOT

Çalışma Alanı

Bu çalışma Gölbaşı Gölü'nde 1 Eylül 2023 yılında yapılmıştır. Gölbaşı Gölü, Hatay ili Kırıkhan ilçesinde yer alan yaklaşık 4,2 km² yüzölçümüne ve ortalama 6 m derinliğe sahip doğal bir göldür. Çevresindeki tepelerin altından ortaya çıkan kaynak suları ile beslenen göl, 36°42'37" kuzey enlemi ve 36°10'55" doğu boylamı koordinatlarında konumlanmaktadır (**Şekil 1**). Çevresindeki tarım arazileri ve doğal bitki örtüsüyle birlikte zengin bir ekosistem sunmakta ve çeşitli hayvan türlerine habitat sağlamaktadır. Gölbaşı Gölü'nün çevresinde belirgin bir kirlilik kaynağı bulunmamaktadır, bu da gölün su kalitesinin korunmasına yardımcı olmaktadır. Göl, amatör balıkçılık gibi rekreasyonel faaliyetlere ev sahipliği yaparken, balık avcılığı kaynaklı istihdam aracı olarakta rol almaktadır.



DOĞANIN SESİ



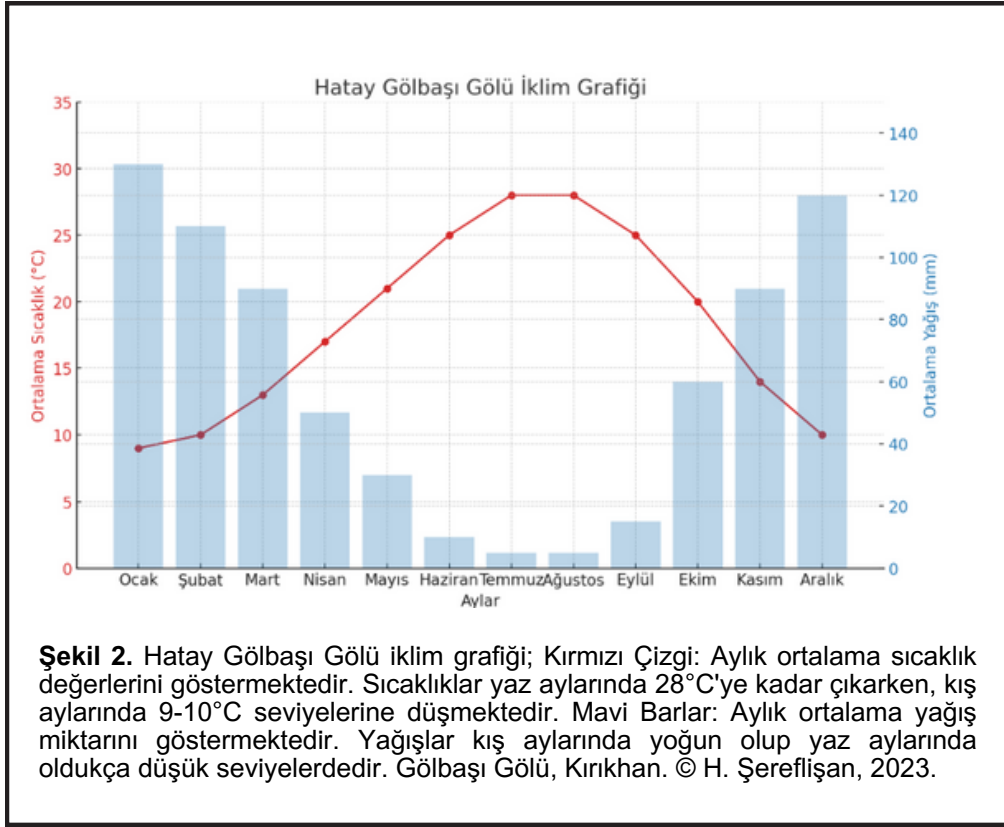
Şekil 1. Gölbaşı Gölü çalışma alanı

İklim Özelliği

Hatay ili, Kırıkhan ilçesi, Akdeniz ikliminin etkisi altında, nemli ve sıcak iklim özelliklerine sahip bir bölgedir. Bu bölge, yaz mevsiminde belirgin su azlığı yaşarken, yıllık ortalama buharlaşma oranı yaklaşık %50 civarındadır. Kırıkhan ilçesinde kış aylarında yaz aylarına kıyasla daha fazla yağış düşmektedir; bu durum, yerel ekosistemlerin su dengesini ve tarımsal faaliyetleri etkilemektedir. Gölbaşı Gölü'nün bulunduğu alanda, Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre iklim tipi Csa olarak belirlenmiştir. Bu, sıcak ve kuru yazlar ile ılık kışlar anlamına gelmektedir. Kırıkhan'da yıllık ortalama yağış miktarı 660 mm civarındadır ve bu yağışın büyük bir kısmı kış aylarında gerçekleşmektedir. Özellikle Aralık ve Ocak ayları, en fazla yağışın düştüğü dönemlerdir. Yaz aylarında ise, Temmuz ve Ağustos en düşük yağış miktarının kaydedildiği aylardır (Şekil 2).



DOĞANIN SESİ



Örnekleme ve Analizler

2023 yılı Eylül ayında, Hatay ili Kırıkhan ilçesinde yer alan Gölbaşı Gölü'nde su bitkileri üzerine yapılan çalışmada, gölün güneydoğusundaki bitki örtüsünün yoğun olduğu bir noktadan örnekler alınmıştır. Bu bölge, 36°25.512' N, 36°16.185' E koordinatlarında konumlanmaktadır. Göl çevresindeki su koşullarını değerlendirmek amacıyla, yerinde yapılan analizler sırasında alınan su örnekleri, özel kapalı kaplarda, İskenderun Teknik Üniversitesi Su Ürünleri Araştırma Laboratuvarı'na taşınmıştır. Bitki türlerinin tanımlanmasında, Cook, (1996) referans olarak kullanılmıştır. Göl suyunun, oksijen, pH ve sıcaklık parametreleri, YSI ProDSS cihazı (YSI Inc., USA) ile yapılmıştır. Nan-Sen şişesi ile alınan su örneklerinde, klorofil-a, nitrit, nitrat, amonyak, toplam çözünmüş madde, kalsiyum, magnez-yum, biyolojik oksijen ihtiyacı ve kimyasal oksijen ihtiyacı parametreleri uygun yöntem çerçevesinde tespit edilmeye çalışılmıştır. Klorofil a Fluorometrik yöntemine göre (APHA, 1980), nitrat Spektofotometrik yöntemine göre (APHA, 1985), nitrit, amonyak ve fosfat analizi Spektofotometrik yöntemine göre (APHA, 1985), kimyasal oksijen ihtiyacı, Fluorometrik yöntemine göre (APHA, 1980), kalsiyum ve magnezyum analizi EDTA titrasyonu yöntemine göre yapılmıştır. Laboratuvar ortamında, su örneklerindeki azot, fosfat, sülfat, sertlik ve çözünmüş madde miktarları Hach kitleri kullanılarak analiz edilmiştir (Hach DR 3900). Ayrıca, suyun bulanıklık düzeyi Hach 2100Q türbidimetre ile ölçülmüş ve biyokimyasal oksijen isteği (BOİ5) standart metotlar ile belirlenmiştir (APHA, AWWA, WEF, 2012).

Gölbaşı Gölü'nün ekolojik durumunu ve su kalitesini değerlendirmek için, yerel çevre yönetmeliklerinde belirtilen kriterler, Carlson (1977) Trofik Statü İndeksi ve Caffrey'nin Makrofit İndeks Sistemi kullanılmıştır. Bu değerlendirmeler, gölün hidrofit türlerinin sağlığını ve gelişimini anlamaya yönelik önemli bilgiler sağlamaktadır. Ek olarak, su bitkilerinin ekosistem üzerindeki etkileri ve su kalitesi ile olan ilişkileri hakkında kapsamlı bir veri seti oluşturulmuştur. Bu çalışmalar, bölgedeki doğal kaynakların yönetimi ve korunması için stratejik öneriler geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.



DOĞANIN SESİ

BULGULAR

Su sıcaklığı, 27.85°C olarak ölçülmüş olup, bu değer gölde yüksek bir sıcaklık seviyesini işaret etmektedir. Su sıcaklığı, ekosistem sağlığı açısından önemli bir parametre olup, göldeki biyolojik süreçleri doğrudan etkileyebilir. Söz konusu sıcaklık değeri, su kalitesi sınıfı I (çok iyi) olarak sınıflandırılmaktadır ve göldeki su sıcaklığının kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu görülmektedir.

pH değeri, 9.50 olarak ölçülmüştür. Bu değer, suyun alkaline olduğunu ve pH aralığının 6.5 ile 9.5 arasında olması gerektiği su kalite sınıflandırmasına göre III (orta) sınıfına yerleştirilmektedir. pH değerinin 9.5 olması, suyun alkali özellik gösterdiğini ve dolayısıyla belirli ekosistem süreçlerinin, özellikle mikroorganizma faaliyetlerinin etkilenebileceğini göstermektedir.

Çözünmüş oksijen değeri 9.25 mg/L olarak ölçülmüştür ve bu değer suyun oksijen açısından zengin olduğunu göstermektedir. Su kalitesi sınıfı I (çok iyi) olarak değerlendirilen bu değer, suyun biyolojik çeşitliliği ve ekosistem sağlığı açısından olumlu bir durumu işaret etmektedir. Oksijen düzeyinin yüksek olması, özellikle balıklar ve diğer su canlıları için uygun yaşam koşullarının sağlandığını göstermektedir. Oksijen doygunluğu %118.80 olarak ölçülmüştür. Bu değer, sudaki oksijen seviyesinin doygunluk oranını aşarak yüksek olduğunu ve suyun oksijen bakımından zengin olduğunu göstermektedir. Bu durum da su kalitesi açısından I (çok iyi) sınıfına yerleştirilmiştir, çünkü suyun oksijen doygunluğu ekosistem sağlığı için son derece faydalıdır.

BOİ5 değeri 4.73 mg/L olarak ölçülmüştür ve bu değer, suyun organik kirliliği hakkında bilgi verir. BOİ5 değeri 4 ile 6 mg/L arasında olduğu için II (iyi) sınıfında yer almaktadır. Bu, suyun biyolojik oksidasyon süreçlerinin belirli bir düzeyde olduğu, ancak aşırı kirlenme olmadığını göstermektedir.

KOİ değeri 4.52 mg/L olarak belirlenmiştir ve bu değer de II (iyi) sınıfına yerleştirilmiştir. Bu, suyun kimyasal olarak yüksek derecede kirlenmediğini, ancak bazı organik maddelerin oksitlenmesi gerektiğini gösterir. KOİ'nin bu seviyede olması, suyun kimyasal kirliliği açısından belirli bir seviyede olduğunu gösterse de, bu durum su ekosistemini tehdit edecek düzeyde değildir.

Toplam çözünmüş madde miktarı 104.32 mg/L olarak ölçülmüştür ve bu değer II (iyi) sınıfına yerleştirilmiştir. TÇM'nin düşük seviyelerde olması, suyun besin maddeleriyle zenginleşmediğini ve su ekosisteminin sağlıklı bir şekilde işlediğini göstermektedir.

Türbidite değeri 5.91 NTU olarak ölçülmüştür ve bu da II (iyi) sınıfına denk gelmektedir. Yüksek türbidite, suyun askıda katı maddeler içerdiğini ve fotosentez için gerekli ışığın suya ulaşmasını zorlaştırabileceğini gösterir. Ancak, bu değer su kalitesine çok büyük bir olumsuz etkide bulunmamaktadır.

Amonyum ve amonyak seviyeleri sırasıyla 0.38 mg/L ve 0.41 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu değerler, suyun azot bileşenleri açısından orta seviyede kirlenmiş olduğunu göstermektedir ve II (iyi) sınıfında yer almaktadır. Bu seviyeler, özellikle besin maddelerinin su bitkileri için uygun hale gelmesine ve dolayısıyla su bitkilerinin büyümesini teşvik etmesine neden olabilir.



DOĞANIN SESİ

Nitrit ve nitrat değerleri sırasıyla 0.11 mg/L ve 6.02 mg/L olarak ölçülmüştür. Nitrat değeri III (orta) sınıfına yerleştirilirken, nitrit seviyesi II (iyi) sınıfına yerleştirilmiştir. Bu parametrelerin yüksek seviyeleri, suyun besin maddeleri açısından zenginleştiğini ve su bitkilerinin aşırı büyümesini teşvik edebileceğini gösterir.

Fosfat ve toplam fosfat değerleri sırasıyla 0.68 mg/L ve 0.35 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu değerler, suyun fosfat açısından orta derecede zengin olduğunu ve bu durumun su bitkilerinin büyümesine katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Bu parametreler III (orta) sınıfında değerlendirilmiştir (**Şekil 3**).

Klorofil-a seviyesi 12.73 µg/L olarak ölçülmüştür. Klorofil-a, fitoplanktonların büyüme seviyesini gösteren bir parametre olup, bu değer II (iyi) sınıfında olması, göldeki fitoplankton büyümesinin kontrol altında olduğunu ve aşırı bir büyüme olmadığını gösterir.

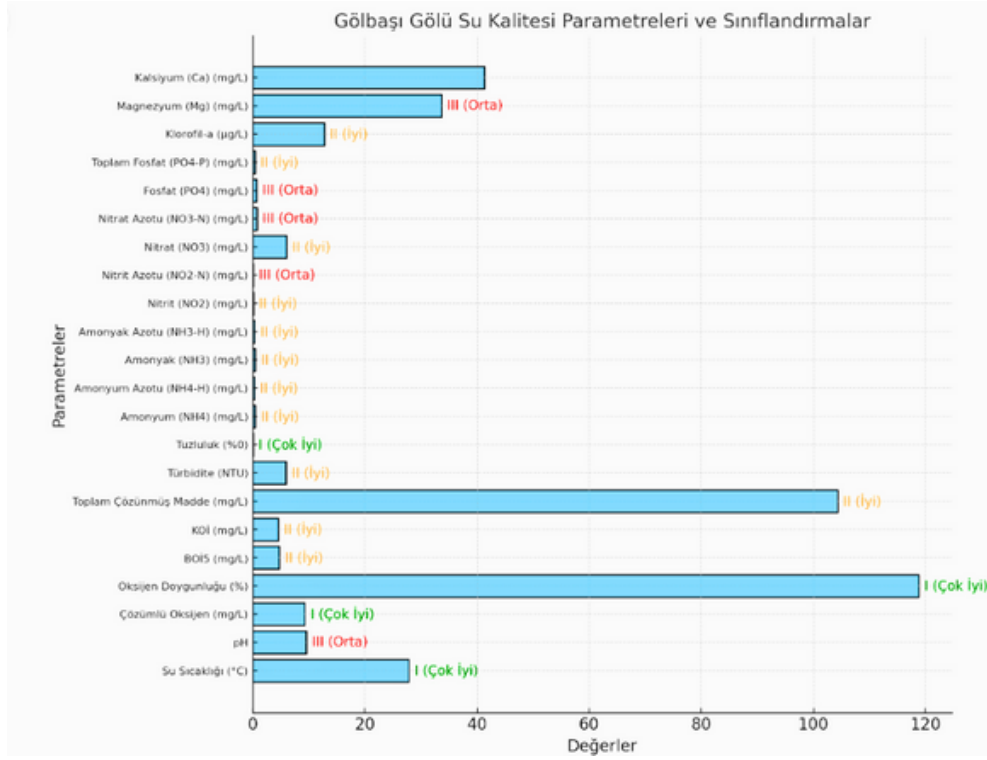
Magnezyum ve kalsiyum değerleri sırasıyla 33.65 mg/L ve 41.32 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu değerler, suyun mineraller açısından yeterince zengin olduğunu, ancak aşırı yüksek seviyelerde olmadığını göstermektedir. Magnezyum ve kalsiyum seviyeleri II (iyi) ve III (orta) sınıflarına yerleştirilmiştir (**Tablo 1**).

Tablo 1. Gölbaşı Gölü'nden alınan su örneklerinde yapılan bazı kimyasal parametre analiz sonuçları

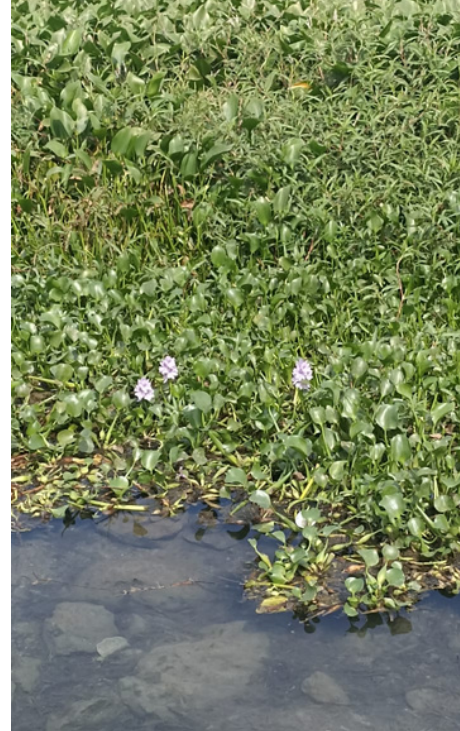
Parametreler	Birim	Değer	Değer aralığı
Su sıcaklığı	(°C)	27.85	≤35
pH		9.50	6.5-9.5
Çözünmüş oksijen	(mg/L)	9.25	>8
Oksijen doygunluğu	%	118.80	>90
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ5)	(mg/L)	4.73	4-6
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)	(mg/L)	4.52	4-6
Toplam çözünmüş madde	(mg/L)	104.32	100-200
Türbidite (Buanıklık)	NTU	5.91	5-10
Tuzluluk	‰	0.03	<0.5
Amonyum (NH ₄)	(mg/L)	0.38	<1.0
Amonyum azotu (NH ₄ -H)	(mg/L)	0.29	0.2-1.0
Amonyak (NH ₃)	(mg/L)	0.41	<1.0
Amonyak azotu (NH ₃ -H)	(mg/L)	0.32	0.2-1.0
Nitrit (NO ₂)	(mg/L)	0.11	0.1-1.0
Nitrit azotu (NO ₂ -N)	(mg/L)	0.08	0.05-0.1
Nitrat (NO ₃)	(mg/L)	6.02	5.0-10
Nitrat azotu (NO ₃ -N)	(mg/L)	0.7	0.5-1.0
Fosfat (PO ₄)	(mg/L)	0.68	0.5-1.0
Toplam fosfat (PO ₄ -P)	(mg/L)	0.35	0.1-0.5
Klorofil-a	Cl-a	12.73	10-25
Magnezyum (Mg)	(mg/L)	33.65	20-50
Kalsiyum (Ca)	(mg/L)	41.32	20-50



DOĞANIN SESİ



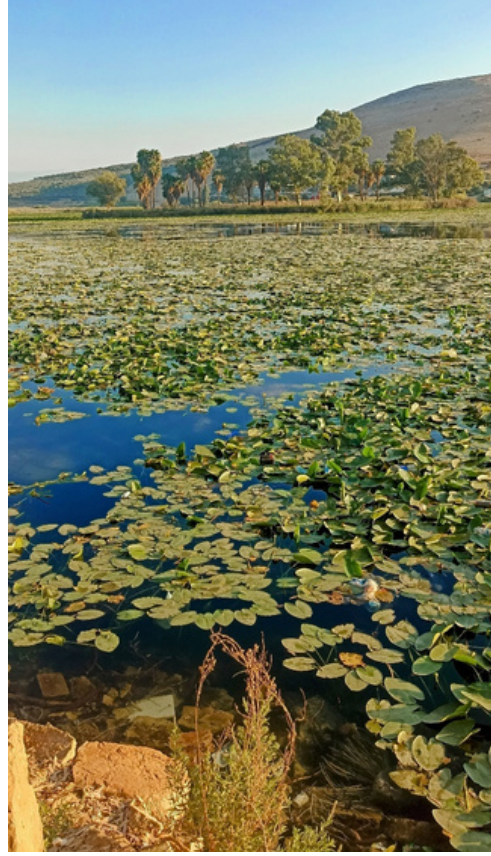
Şekil 3. Gölbaşı Gölü su kalite parametreleri ve sınıflandırılması



Şekil 4. Gölbaşı Gölü'nde bulunan su sümbülü (*E. crassipes*: *Potamogetonaceae*)
Gölbaşı Gölü, Kırkhan. © H. Şereflişan, 2023.



DOĞANIN SESİ



Şekil 5. Gölbaşı Gölü'nde bulunan nilüfer (*N. alba* : *Nymphaeaceae*) Gölbaşı Gölü, Kırıkhan. © H. Şereflişan, 2023.



Şekil 6. Gölbaşı Gölü'nde bulunan nilüfer (*N. alba* : *Nymphaeaceae*) ve su sümbülünün (*E. crassipes*: *Potamogetonaceae*), birbirlerine sınır olduğu alanlar. Gölbaşı Gölü, Kırıkhan © H. Şereflişan, 2023.



DOĞANIN SESİ

Gölbaşı Gölü'nde yapılan bu araştırmanın bulgularında, su sümbülü (*E. crassipes*) ve nilüferin (*N. alba*) gölde yoğun olarak bulunduğu ve ekosistem dengesinin bu anlamda olumsuz etkilendiği ortaya koyulmuştur (**Şekil 4, 5**). Araştırmada, su sümbülünün gölün sığ alanlarında yoğunlaştığı ve yüzeyde geniş bir tabaka oluşturduğu, nilüferin ise daha derin alanlarda baskın olduğu belirlenmiştir. Bu bitkilerin aşırı yayılımının göldeki ışık geçirgenliğini azalttığı ve sucul yaşam için gerekli oksijen seviyelerini düşürdüğü, dolayısıyla midye ve balık popülasyonlarını olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca, gölden balıkçılık yoluyla geçimini sağlayan yerel köy halkının, balık stoklarındaki azalma nedeniyle ekonomik olarak zarar gördüğü belirtilmiştir. Su sümbülü ve nilüferlerin içiçe yayılmadığı ve birbirlerine sınır olacak şekilde ayrı alanlarda yayılım gösterdiği gözlemlenmiştir (**Şekil 6**). Bu iki tür bitkinin yoğun artışı, hem göl ekosistemindeki biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilirliği hem de yerel ekonomi açısından kaygı verici bir tablo ortaya koymaktadır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Gölbaşı Gölü'nde yapılan su kalitesi analizleri, gölün ekolojik dengesine ve hidrofitterin gelişimini etkileyen parametrelerin belirlenmesine ışık tutmaktadır. Özellikle su sıcaklığının 27.85°C olarak tespit edilmesi, göl ekosistemi için sıcaklık parametresinin optimum aralıkta olduğunu göstermektedir. Huang ve diğerleri (2021) Poyang Gölü üzerine yaptığı çalışmada 30°C'ye yakın sıcaklıkların hidrofitterin gelişimini hızlandırdığı gözlemlenmiş olup, bu durum Gölbaşı Gölü'ndeki sıcaklıkla uyumludur. Dolayısıyla, Gölbaşı Gölü'ndeki mevcut sıcaklık, hidrofitterin yayılımı için elverişli bir ortam sunmaktadır.

Gölün pH değerinin 9.50 olması, kabul edilebilir sınırların üst seviyesinde olup, diğer tatlı su ekosistemleriyle kıyaslandığında yüksek olarak değerlendirilmektedir. Örneğin, Mohandas ve Brema (2021), Vembanad Gölü'nde yaptığı ölçümlerde pH 8.7 olarak raporlanmıştır. Şereflişan (2014), Gölbaşı Gölü'nde yapılan çevresel analizlere dayanarak, yüksek pH seviyelerinin tatlısu midyeleri gibi sucul canlılar üzerinde stres oluşturabileceğini, ancak hidrofitterin gelişimini olumlu yönde etkileyebileceğini belirtmiştir. Gölbaşı Gölü'ndeki yüksek pH seviyesi tarımsal girdiler ve algal aktivitelerden kaynaklanabilir ve bu durum gölün biyolojik çeşitliliği üzerinde belirli etkiler yaratabilir.

Çözünmüş oksijen (DO) açısından Gölbaşı Gölü, 9.25 mg/L'lik bir değere sahiptir ki bu, "çok iyi" olarak sınıflandırılmaktadır. Heisler ve diğerleri (2008) Erie Gölü'nde yaptığı çalışmada ÇO seviyesi 8.5 mg/L olarak ölçülmüş ve yüksek ÇO seviyelerinin hidrofitterin gelişimini destekleyebileceği bildirilmiştir. Bu bağlamda, Gölbaşı Gölü'nün yüksek ÇO değeri, hidrofitterin yayılımını teşvik eden bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Yüksek oksijen doygunluğu da gölde algal faaliyetlerin artışı destekleyebilecek bir faktördür; bu durum, özellikle hidrofitterin yoğun olduğu göllerde ekosistemi dengesizleştirme potansiyeline sahiptir (Heisler vd., 2008).



DOĞANIN SESİ

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ5) ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) değerleri, Gölbaşı Gölü'nde sırasıyla 4.73 mg/L ve 4.52 mg/L olarak ölçülmüştür. BOİ5 ve KOİ seviyelerinin bu şekilde düşük olması, gölde organik ve inorganik kirliliğin sınırlı olduğunu göstermekte ve gölün ekolojik dengesine katkı sağlamaktadır. Subramanian ve Baskar (2022), Hindistan'daki Noyyal Gölü'nde yaptıkları çalışmada BOİ5 7 mg/L olarak ölçülmüştür, bu değer ise Gölbaşı Gölü'ne kıyasla daha yüksek kirlilik göstermektedir. Şereflişan (2014), Gölbaşı Gölü'ndeki düşük BOİ5 ve KOİ değerlerinin, tatlısu midyelerinin sağlığı ve su kalitesinin yüksek olduğunu gösterdiğini ve bu durumun hidrofitlerin gelişimini doğrudan olumlu etkilediğini vurgulamaktadır.

Toplam çözünmüş madde (TDS) ve türbidite açısından Gölbaşı Gölü, göl ekosistemleri için makul değerlere sahiptir. Peng ve diğerleri (2019) Hindistan'daki Yamuna Nehri'nde yüksek TDS seviyelerinin algal faaliyetleri artırarak ekosistem sağlığını olumsuz etkilediğini rapor etmişlerdir. Gölbaşı Gölü'nde düşük türbidite, fotosentez için yeterli ışık geçirgenliği sağlamak ve bu durum hidrofitlerin yayılımını olumlu yönde etkileyebilmektedir (Wetzel, 2001).

Gölün tuzluluk oranı %0.03 olarak belirlenmiş olup, Van Afferden ve Hansen, (2004), Chapala Gölü üzerine yaptıkları çalışmada %0.15 tuzluluk değeri rapor edilmiştir. Bu bulgu, Gölbaşı Gölü'nün tatlı su bitkileri için daha uygun bir ortam sunduğunu ve bu nedenle hidrofit gelişiminin burada daha elverişli olduğunu göstermektedir.

Besin maddelerinden amonyum, nitrit, nitrat ve fosfat analizleri ise hidrofit artışında belirleyici parametreler olarak öne çıkmaktadır. Smith ve diğerleri (1999) Taihu Gölü üzerine yaptığı çalışmada amonyum seviyesi 0.5 mg/L olarak ölçülmüş olup, Gölbaşı Gölü'ndeki amonyum seviyesi ise daha düşük olup organik madde ayrışmasının daha yavaş gerçekleştiğini göstermektedir. Benzer şekilde nitrat (NO_3) ve fosfat (PO_4) seviyeleri, göldeki hidrofit gelişimini destekleyebilecek düzeyde bulunmuş olup; Smith ve diğerleri (1999) Chaohu Gölü çalışmasında yüksek nitratın hidrofit büyümesini hızlandırdığı belirlenmiştir. Gölbaşı Gölü'nde de bu yüksek nitrat ve fosfat seviyeleri ötrofikasyon riski taşımakta, sucul bitkilerin artışını teşvik etmektedir.

Klorofil-a değeri, gölde alg yoğunluğunun bir göstergesi olup, gölün toplam sucul bitki artışı üzerinde doğrudan etkili bir parametredir. Gölbaşı Gölü'nde klorofil-a seviyesinin 12.73 $\mu\text{g/L}$ olarak belirlenmiş olması, göl ekosisteminde algal faaliyetlerin kontrol altında tutulduğunu ancak hidrofitlerin yayılımını teşvik edebilecek bir ortam bulunduğunu göstermektedir. Çin'deki Taihu Gölü'nde klorofil-a seviyesi 20 $\mu\text{g/L}$ olarak belirlenmiş olup, bu yüksek değer gölün ötrofikasyon riskine daha yakın olduğunu göstermektedir (Zhang vd., 2021).



DOĞANIN SESİ

Şereflişan (2014) ve 2023 yılı arasındaki su kalite değişimi, gölün ekosistem sağlığı açısından risk eğiliminde bir artış gösterdiğini ortaya koymaktadır. 2014 yılı verilerinde su kalitesi parametrelerinin çoğu "iyi" sınıflarda yer alırken, 2023 yılına ait verilerde çözülmüş oksijen, oksijen doygunluğu ve su sıcaklığı gibi parametreler "çok iyi" sınıfına (I) yükselmiş olsa da, bazı parametrelerde artışlar gözlemlenmiştir. Özellikle nitrat ve fosfat seviyeleri yükselmiş ve bu da ötrofikasyon riskini artırmıştır. Ayrıca, pH değeri ile birlikte hidrofitlerin gelişimi için uygun koşullar sağlanmaya devam etmektedir. Sonuç olarak, 2023 yılı itibarıyla göldeki su kalitesindeki eğilim, hidrofitlerin yayılımını teşvik edici bir ortam oluştururken, bu artışın ötrofikasyon riskini de beraberinde getirdiği söylenebilir.

Bu çalışma, Gölbaşı Gölü'nün mevcut su kalitesi parametrelerinin gölde yoğun olarak gözlemlenen su sümbülü (*E. crassipes*) ve nilüfer (*N. alba*) gibi hidrofit türlerinin artışına nasıl katkıda bulunduğunu ortaya koymuştur. Su sıcaklığı, çözülmüş oksijen (DO), nitrat, fosfat ve klorofil-a gibi anahtar parametrelerin seviyeleri incelendiğinde, gölün bitki gelişimini destekleyici bir ortama sahip olduğu anlaşılmaktadır. Örneğin, su sıcaklığının yüksek değerleri, çözülmüş oksijenin yeterli seviyelerde olması ve klorofil-a gibi biyolojik aktivite göstergelerinin artışı, hidrofitlerin fotosentez ve büyüme süreçlerini destekleyerek gölde yoğun bir bitki örtüsünün oluşmasına yol açmıştır. Literatür ile karşılaştırıldığında, Gölbaşı Gölü'ndeki pH, nitrat, fosfat ve amonyak seviyelerinin artışı, gölün ötrofikasyona duyarlı hale geldiğini ve bunun hidrofitlerin yayılımını teşvik ettiğini göstermektedir. Fosfat ve nitrat gibi besin maddelerinin artışı, tarımsal faaliyetlerden ve kentsel drenaj sularından kaynaklanan besin yüklemeleri ile ilişkilendirilmektedir. Bu durum, gölde daha fazla su sümbülü ve nilüfer gibi hızlı büyüyen türlerin gelişimini desteklemektedir. Bu türlerin aşırı yayılımı, gölün oksijen dengesi ve ışık geçirgenliği üzerinde olumsuz etkiler yaparak sucül ekosistemde bir dizi sorun yaratma potansiyeline sahiptir.

Gölbaşı Gölü'nde su kalitesi parametrelerinin düzenli olarak izlenmesi, özellikle fosfat, nitrat ve amonyak gibi besin maddelerinin kontrol altında tutulması gereklidir. Düzenli izleme, erken uyarı sistemleri ile bitki yayılımını kontrol altında tutmaya yardımcı olacaktır. Göl çevresindeki tarımsal alanlardan ve kentsel yerleşim yerlerinden gelen besin yükünü azaltmak için sürdürülebilir tarım uygulamaları ve etkin atık su yönetim sistemleri geliştirilmelidir. Gübre kullanımı ve atık su deşarjının kontrol altına alınması, besin maddelerinin göle ulaşmasını önleyecektir. Göl yüzeyinde aşırı yayılım gösteren su sümbülü ve nilüfer gibi türlerin biyokütlesi, gölde oksijen tüketimini artırarak su kalitesini olumsuz etkileyebileceğinden düzenli aralıklarla mekanik olarak temizlenmelidir. Bu işlem, göl ekosisteminin doğal dengesini yeniden sağlamak için önemlidir. Yerel halkın ve çiftçilerin göl ekosistemine zarar verebilecek tarımsal ve endüstriyel faaliyetler konusunda bilgilendirilmesi, sürdürülebilir bir göl yönetimi için kritik bir unsurdur.

Sonuç olarak, Gölbaşı Gölü'nde gözlemlenen su sümbülü ve nilüfer yoğunluğunun kontrol altına alınması, göl ekosisteminin sağlıklı ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesini sağlamak için kritik öneme sahiptir. Bu çalışma, su kalitesinin düzenli izlenmesi ve yönetim stratejilerinin uygulanmasının, göldeki bitki artışını kontrol altında tutmak ve gölün ekolojik dengesini korumak adına etkili bir çözüm sunduğunu ortaya koymaktadır.



DOĞANIN SESİ

KAYNAKLAR

- American Public Health Association. (1980). "Standard methods for the examination of water and wastewater (15th ed.)". American Public Health Association.
- American Public Health Association. (1985). "Standard methods for the examination of water and wastewater (16th ed.)". American Public Health Association.
- American Public Health Association, American Water Works Association, & Water Environment Federation. (2012). "Standard methods for the examination of water and wastewater (22nd ed.)". American Public Health Association.
- Cai, Q., Huang, Y., Fan, Y., & Tang, Z. (2018). "Spatial and temporal variation of water quality in Taihu Lake, China". *Environmental Science and Pollution Research*, 25(35):35198–35212. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3236-0>
- Carlson, R. E. (1977). "A trophic state index for lakes". *Limnology and Oceanography*, 22(2), 361–369. <https://doi.org/10.4319/lo.1977.22.2.0361>
- Carpenter, S. R., Caraco, N. F., Correll, D. L., Howarth, R. W., Sharpley, A. N., & Smith, V. H. (1998). "Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen". *Ecological Applications*, 8(3), 559–568. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(1998\)008\[0559:NPOSWW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(1998)008[0559:NPOSWW]2.0.CO;2)
- Chambers, P. A., Lacoul, P., Murphy, K. J., & Thomaz, S. M. (2008). "Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater". *Hydrobiologia*, 595(1):9–26. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9154-6>
- Cook, C. D. K. (1996). "Aquatic plant book". SPB Academic Publishing.
- Heisler, J., Glibert, P. M., Burkholder, J. M., Anderson, D. M., Cochlan, W., Dennison, W. C., Dortch, Q., Gobler, C. J., Heil, C. A., Humphries, E., Lewitus, A., Magnien, R., Marshall, H. G., Sellner, K., Stockwell, D. A., Stoecker, D. K., & Suddleson, M. (2008). "Eutrophication and harmful algal blooms: A scientific consensus". *Harmful Algae*, 8(1), 3–13. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2008.08.006>
- Huang, X., Yu, H., Zhao, X., Guo, X., Ye, Y., & Xu, Z. (2021). "Spatial Variation in Cadmium and Mercury and Factors Influencing Their Potential Ecological Risks in Farmland Soil in Poyang Lake Plain, China". *Frontiers in Environmental Science*, 9, 641497. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.641497>
- Kosten, S., Hidding, B., Hilt, S., Jeppesen, E., Van Donk, E., De Senerpont Domis, L. N., & Abeliovich, A. (2012). "Warmer climates boost cyanobacterial dominance in shallow lakes". *Global Change Biology*, 18(1), 118–126.
- Mohandas, K. A., & Brema, J. (2021). "Linear Regression based Water Quality Analysis through Spatial Distribution of Parameters for Vembanad Lake". *International Journal of Aquatic Science*, 12(3), 272–289.
- Peng, J., Kumar, K., Gross, M., Alshami, A., & Wen, Z. (2019). "Removal of Total Dissolved Solids (TDS) from Wastewater Using a Revolving Algal Biofilm Reactor". *Water Environment Research*, 92(1):16–25. <https://doi.org/10.1002/wer.1273>
- Schindler, D. W. (1977). "Evolution of Phosphorus Limitation in Lakes". *Science*, 195(4275):260–262. <https://doi.org/10.1126/science.195.4275.260>
- Schlesinger, W. H., & Bernhardt, E. S. (2020). "Biogeochemistry: An analysis of global change (3rd ed.)". Academic Press.
- Sculthorpe, C. D. (1967). "The biology of aquatic vascular plants". Edwards Arnold.
- Sender, J., & Rózańska-Boczula, M. (2024). "Preliminary studies of selected Lemna species on the oxygen production potential in relation to some ecological factors". *PeerJ*, 12, e17322. <https://doi.org/10.7717/peerj.17322>
- Şereflişan, H. (2014). "Gölbası Gölü'nde (Hatay) Bulunan Tatlısu Midyelerinin (Unionidae) Çevresel Koşullarının Belirlenmesi". *Yunus Araştırma Bülteni*, (4): 29–36.
- Smith, V. H., Tilman, G. D., & Nekola, J. C. (1999). "Eutrophication: Impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems". *Environmental Pollution*, 100(1-3): 179–196. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(99\)00091-3](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(99)00091-3)
- Subramanian, A., & Baskar, S. (2022). "Water quality assessment of Noyyal River using water quality index (WQI) and multivariate statistical techniques". *Water Science*, 36(1): 85–98. <https://doi.org/10.1080/23570008.2022.2129146>



DOĞANIN SESİ

- Van Afferden, M., & Hansen, A. M. (2004). "Forecast of lake volume and salt concentration in Lake Chapala, Mexico". *Aquatic Sciences*, 66(3):257–265. <https://doi.org/10.1007/s00027-004-0694-9>
- Villamagna, A. M., & Murphy, B. R. (2010). "Ecological and socio-economic impacts of invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*): A review". *Freshwater Biology*, 55(2):282–298.
- Wang, X., Jain, A., Chen, B., Wang, Y., Jin, Q., Yugandhar, P., Xu, Y., Sun, S., & Hu, F. (2022). "Differential efficacy of water lily cultivars in phytoremediation of eutrophic water contaminated with phosphorus and nitrogen". *Plant Physiology and Biochemistry*, 171:139–146. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.12.001>
- Weber-Scannell, P. K., & Duffy, L. K. (2007). "Effects of total dissolved solids on aquatic organisms: A review of literature and recommendation for salmonid species". *American Journal of Environmental Sciences*, 3(1):1–6. <https://doi.org/10.3844/ajessp.2007.1.6>
- Wetzel, R. G. (2001). "*Limnology: Lake and river ecosystems* (3rd ed.)". Academic Press.
- YSI Inc. (USA). (n.d.). *YSI ProDSS device user manual*. YSI Incorporated, USA.
- Zhang, J., Zhang, L., Chai, Q., Shen, Y., Ji, L., Zha, Q., Li, X., Liu, W., & Li, C. (2021). "Insights into spatiotemporal variations of the water quality in Taihu Lake Basin, China." *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(11): 757. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09554-5>