

COMU Journal of Marine Sciences and Fisheries

Journal Home-Page: <http://jmsf.dergi.comu.edu.tr> Online Submission: <http://dergipark.org.tr/jmsf>



RESEARCH ARTICLE

Hydromorphological Status Assessment of Lake Mogan

Damla Coşkun^{*1}, Muhammet Azlak², Alper Uğurluoğlu², Nilsun Demir¹

¹Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 06110, Ankara, Türkiye

²T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

²T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

¹Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, 06119, Ankara, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0001-7954-194X>

<https://orcid.org/0000-0002-5941-2371>

<https://orcid.org/0000-0002-8000-7688>

<https://orcid.org/0000-0002-3895-7655>

Received: 05.03.2025 / Accepted: 17.04.2025 / Published online: 14.07.2025

Keywords:

Hydromorphological status
Lake Mogan
Hydromorphology
Assessment index

Abstract: Hydromorphology is a discipline that examines the physical, morphological, and hydrological characteristics of aquatic ecosystems and their impacts on ecosystem functioning. In this study, The Lake Hydromorphology Assessment Index (GHDI) was used to examine the current hydromorphological features of Lake Mogan to assess its hydromorphological status. Within the scope of the study, two periods of field work were carried out to represent the wet and dry periods and hydromorphological data were collected from the field. Based on the collected data and using satellite imagery, hydromorphological changes and anthropogenic interventions in the lake were digitized. Subsequently, Geographic Information System (GIS)-based analyses were performed by integrating the digitized datasets with field observations. Our evaluations and analysis revealed the hydrological and morphological modifications, habitat quality status and the overall hydromorphological status of Mogan Lake. According to the five-class evaluation system, the overall hydromorphological status of the Lake Mogan was classified as “moderate”. This study represents the most comprehensive and up-to-date hydromorphological assessment of Lake Mogan and provides a scientific basis for the conservation and management for the lake.

Mogan Gölü’nde Hidromorfolojik Durumun Değerlendirilmesi

Anahtar kelimeler:

Hidromorfolojik durum
Mogan gölü
Hidromorfoloji
Değerlendirme indeksi

Öz: Hidromorfoloji, su ekosistemlerinin fiziksel, morfolojik ve hidrolojik yapı ile özelliklerini ve bu özelliklerin ekosistem üzerindeki etkilerini inceleyen bir disiplindir. Bu çalışmada, Mogan Gölü’nün güncel hidromorfolojik özelliklerini incelemek ve hidromorfolojik durumunu ortaya koymak amacıyla Göl Hidromorfolojisi Değerlendirme İndeksi (GHDI) kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, ıslak ve kuru periyodu temsil edecek şekilde iki dönem arazi çalışmaları yürütülmüş ve hidromorfolojik veriler toplanmıştır. Arazi çalışmaları ile toplanan bilgiler çerçevesinde uydu görüntüleri kullanılarak gölde meydana gelen hidromorfolojik değişiklikler ve insan kaynaklı müdahaleler sayısallaştırılmıştır. Ardından, söz konusu sayısal altlıklar kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı analizler yapılmış, araziden elde edilen veri ve bilgiler CBS tabanlı analizlerle bütünleştirilmiştir. Yapılan analiz ve değerlendirmeler sonucunda, Mogan Gölü’nün hidromorfolojik durumu, hidrolojik modifikasyon, morfolojik modifikasyon ve habitat kalitesi ve niteliği olarak ortaya konulmuştur. Mogan Gölü’nün genel hidromorfolojik durumu beş sınıflı değerlendirme sistemine göre “orta” olarak belirlenmiştir. Bu çalışma, Mogan Gölü’ne yönelik en güncel ve kapsamlı hidromorfolojik değerlendirme olması bakımından önem arz etmekte olup Mogan Gölü’nün ekosisteminin korunması ve yönetimi için bir bilimsel temel oluşturmaktadır.

Giriş

Kullanılabilir su miktarının oldukça az olmasına karşın, su kaynakları üzerinde gerek insani faaliyetler gerekse de doğada küresel iklim değişikliği etkisiyle meydana gelen değişimler nedeniyle oluşan baskı hidrolojik döngünün tüm evrelerini etkilemektedir (Tatar, 2019; Vasistha ve Ganguly, 2020). Bu etkenler sebebiyle su kaynakları hem miktar hem de kalite açısından her geçen gün değişime uğramaktadır. Suyu duyulan ihtiyacın üstünde oluşan tüketim talebi, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimine ilişkin sorunları artırmaktadır. Su kaynaklarının

sürdürülebilirliğinin sağlanmasında, tüm canlıların ve ekosistemin ihtiyacını karşılayacak yeterli miktarda ve kalitedeki suyun temini ve bu kapsamda su kaynaklarının korunması büyük önem taşımaktadır.

Hidromorfoloji, hidroloji ve jeomorfolojiyi birleştiren ve tatlı su ekosistemlerinde yönetim ve restorasyon çalışmalarında ele alınan bir kavramdır (Kemp ve Sandin, 2022). İklim değişikliği nedeniyle değişen hidrolojik rejimler, artan tarımsal faaliyetler vb. ihtiyaçlar sebebiyle

*Corresponding author: coskund@ankara.edu.tr

artan su tüketimi ile hidroelektrik santrallerin kurulması gibi amaçlarla su kaynakları üzerindeki antropojenik faaliyetlerin artması, göl ekosistemlerinde değişimlere sebep olmaktadır. Özellikle, sığ göllerde çevresel değişikliklere daha duyarlı olduğundan göllerin hidrolojik ve morfometrik özelliklerinde önemli değişiklikler görülmektedir (Lawniczak vd., 2011). Örneğin, bir gölün su seviyesinin düşmesi, kıyı bölgelerindeki bitki örtüsünün azalmasına ve hatta gölün tamamen kurumasına neden olabilir. Su seviyesindeki artışlar ise kıyı bölgelerinde yeni bitki türlerinin gelişmesine ve göl ekosisteminin yapısal ve işlevsel olarak değişmesine yol açabilir (Lawniczak vd., 2011; Poikane vd., 2020).

Avrupa ülkelerinde, hidromorfolojik baskılar, sucul ekosistemlerdeki en yaygın baskı türleri arasında yayılı atmosferik kirlilikten sonra ikinci sıradadır (AÇA, 2024). Avrupa Birliği'nde 2000 yılında yürürlüğe giren Su Çerçeve Direktifi (SÇD)'ne göre yerüstü sularının doğal durumuna ulaşmasında temel gösterge olarak biyolojik kalite unsurlarının yanı sıra ekolojik durumun belirlenmesinde biyolojik kalite elementlerini desteklemesi açısından hidromorfolojik ve fizikokimyasal kalite elementlerinin izlenmesi gerekmektedir (Azlak vd., 2017; EC, 2000; Meier vd., 2013). Bu nedenle, rutin izleme programlarında hidromorfolojik izleme çalışmalarında kullanılan değişkenlerin yer alması önem taşımaktadır (EC, 2000; Poikane vd., 2020).

Hidromorfolojik analizlerde kullanılan yöntemler hidrolojik değişimler, nehir morfolojisi ve kıyasal yapılar olmak üzere genellikle üç temel bileşene dayanır (Gurnell vd., 2016). Morfolojik değerlendirmeler, nehir yatak yapısı, kıyı stabilitesi, sediment hareketleri ve su kütlesinin zaman içinde gösterdiği şekil değişikliklerini içermektedir (Belletti vd., 2015). Hidrolojik değerlendirmeler ise debi değişimleri, akış sürekliliği ve taşkın gibi su hareketleri ile ilgili parametreleri kapsamaktadır (Poff vd., 1997).

Son yıllarda gelişen teknoloji ile birlikte uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) gibi teknolojik yöntemler, hidromorfolojik analizlerin daha kapsamlı ve doğru yapılmasını sağlamaktadır. Bu yöntemler, su kütlelerinin uzun vadeli değişimlerini belirleme ve sürdürülebilir yönetim stratejileri geliştirme açısından önemli katkılar sunmaktadır (Bizzi ve Lerner, 2015).

Hidromorfolojik değerlendirmeler, ekolojik restorasyon çalışmalarından su kalitesi yönetimine kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu nedenle, su ekosistemlerinin korunması ve sürdürülebilir yönetimi için bu alandaki yöntemlerin sürekli olarak geliştirilmesi ve uygulanması büyük bir önem taşımaktadır (Poppe vd., 2016).

Türkiye'de son yıllarda su kaynaklarının sürdürülebilir yönetiminin sağlanması amacıyla oldukça önemli adımlar atılmış ve SÇD'de yer alan uygulamalara yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır. SÇD'ye göre durgun su kütlelerinin belirlenmesinde en önemli adımlardan biri olan tipoloji ve hidromorfolojik durum kavramları, su kaynaklarında yapılması planlanan yönetimsel çalışmalarda kullanılmaktadır (EC, 2000).

Hidromorfolojik izleme çalışmaları, yerüstü suları ile ilişkilendirilen su ekosistemlerinin yapı ve işleyişi olarak tanımlanan ekolojik durumun ortaya konulmasında destekleyici unsur olarak kullanılmaktadır (EC, 2000). Hidromorfolojik izleme; nehir, doğal ve yapay göl, kıyı ve geçiş sularında biyolojik ve kimyasal izleme çalışmaları ile eş zamanlı olarak, aynı alan veya temsil eden yakın alanlarda yapılmaktadır (Azlak, 2015; EC, 2000). Hidromorfolojik izleme çalışmalarında doğal ve yapay göl kütlesine ilişkin hidrolojik rejim ve morfolojik koşulları ortaya koyan parametreler izlenmektedir (Anonim, 2023; Azlak, 2015; EC, 2000).

Türkiye'de ise Hidromorfolojik İzleme Tebliği (RG, 2023) kapsamında hidromorfolojik durum belirleme çalışmaları yürütülmektedir. Türkiye'de göllerde ekolojik durumun belirlenmesine yönelik yürütülen çalışmalar dahilinde hidromorfolojik izleme yapılmakla birlikte doğrudan hidromorfolojik durumun belirlenmesine yönelik olarak yapılmış çalışma oldukça sınırlıdır.

Göllerde hidromorfolojik durumun tespit edilmesi amacıyla yapılacak uygulamalar için temel adım çalışma alanının tanımlanmasıdır. Göllerde hidromorfolojik çalışmalar göl havzası boyutu ile göl ve gölün etrafında yapılan ve SÇD'de verilen morfolojik koşullar kapsamında yapılan izleme ve değerlendirme çalışmaları olmak üzere iki mekânsal boyutta yürütülmektedir (Azlak, 2015; EC, 2000). SÇD'ye göre, göl hidromorfolojisinin izlenmesi ve değerlendirilmesi çalışmalarında, Tablo 1'de yer alan izleme parametrelerinin kullanılması gerekmektedir (Azlak, 2015; EC, 2000). Göl hidromorfolojisi hidrolojik rejim, morfolojik koşullar olmak üzere 2 temel parametreye dayanmaktadır (Azlak, 2015).

Tablo 1. SÇD'ye göre hidromorfolojik izleme parametreleri (Azlak, 2015; EC, 2000)

Göl Hidromorfolojisi	
Hidrolojik Rejim	Suyun miktar ve dinamikleri
	● Karışım ve sirkülasyon deseni
	Yenilenme (bekleme) süresi
	Yeraltı suyu ile bağlantı
Morfolojik Koşullar	
Göl derinlik değişimi	
● Göl yüzeyi	
Göl derinliği / hacmi	
Göl yatağının yapısı, dip materyali (substratı) ve miktarı	
● Materyal boyutu	
● Su içeriği / yoğunluğu	
● Element kompozisyonu	
Sediment yaşı ve oranı	
Göl kıyısının yapısı	
● Uzunluğu	
● Kıyı tür kompozisyonu	
● Bitki kaplaması	
● Kıyı seti özellikleri	

Mogan Gölü çevresindeki sulak ve bataklık alanlar, yoğun kentsel-endüstriyel kirlilik baskısı altında olduğundan ekolojik ve rekreasyonel önemleri göz önüne alınarak, 22 Ekim 1990 tarihinde alınan 90/1117 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile "Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi" olarak belirlenerek ilan edilmiştir (Anonim, 2024).

Hidromorfolojik izleme

Hidromorfolojik izleme kapsamında, kuru ve ıslak dönemleri temsil edecek şekilde Ekim 2022 ve Mayıs 2023 olmak üzere iki farklı dönemde arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmalarına başlamadan önce, Göl alanının >500 ha olması nedeniyle; gölün genel

hidromorfolojik özelliklerini ve rekreasyon ile tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan baskıları temsil edecek şekilde üç izleme istasyonu seçilmiştir (Şekil 2).

İzleme çalışmaları kapsamında, hidromorfolojik değerlendirmeye esas veriler standart arazi gözlem formları kullanılarak toplanmıştır (RG, 2023). Ayrıca, izleme noktalarının dışında, göl çevresinin tamamı dolaşarak yapılan gözlemler ile mümkün olan yerlerde ek veri toplanarak analizlere destek sağlayacak bilgiler elde edilmiştir. Türkiye Göl Hidromorfolojisi Değerlendirme Arazi Formu'nda yer alan hidromorfolojik değerlendirmeye esas bölümler aşağıda verilmiştir (Şekil 3).



Şekil 2. Hidromorfolojik izleme istasyonları sırasıyla 1. İstasyon, 2. İstasyon ve 3. İstasyon



Şekil 3. Türkiye göl hidromorfolojisi değerlendirme indeksi bölümleri (SYGM, 2024)

Coğrafi bilgi sistemleri ile yürütülen hidromorfolojik izleme

Hidromorfolojik izleme çalışmaları kapsamında Mogan Gölü'nde CBS analizleri Göller için Hidromorfolojik İzleme ve Değerlendirme Rehber Dokümanına göre (SYGM, 2024) gerçekleştirilmiştir.

Uzun dönem göl yüzey alanı değişimi

Bu değerlendirme kapsamında göl yüzey alanındaki değişim oranı hesaplanmıştır. Landsat Uydu görüntüleri üzerinden 1985-2024 yılları arasında, göl yüzey alanına ait eski ve güncel görüntüler karşılaştırarak değişim oranı

hesaplanmıştır. Göl yüzey alanındaki değişim için geçmiş dönem uydu görüntülerinden gölün maksimum olduğu yüzey alanı ve gölün izleme zamanındaki yüzey alanı sayısallaştırılmıştır.

Gölü besleyen nehirler üzerinde bulunan baraj ve göletlerin gölün su bütçesine ve hidrolojik rejimine etkisi

Bu değerlendirme kapsamında baraj ve gölet toplam drenaj alanının (A), gölün toplam drenaj alanına (B) oranı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$(A \div B) \times 100$$

Regülatör mevcudiyeti

Göl çıkışındaki regülatör mevcudiyeti kontrol edilmiştir.

Göl kıyı seti ve sahildeki modifikasyon durumu

Bu değerlendirme kapsamında araziden toplanan bilgiler çerçevesinde uydu görüntüleri kullanılarak kıyı seti ve sahil modifikasyonlarına ilişkin sayısallaştırma yapılmıştır. Sayısallaştırma işleminden sonra modifikasyona uğramış bölümlerin toplam uzunluğu bulunmuş ve bu uzunluk göl kıyı çevresi uzunluğuna bölünerek modifikasyona uğrayan bölümün yüzde oranı hesaplanmıştır.

Göl kıyı kenar bölgesi arazi kullanım durumu

Bu değerlendirme kapsamında göl çevresinin tamamı için göl kıyısından karaya doğru 200 metrelik tampon bölge oluşturulmuştur. Daha sonra tampon bölge içerisinde kalan ve CORINE (Coordination of Information on The Environment) arazi verilerine göre doğal olmayan arazi kullanımlarının (CORINE kodları: Kod 1 ve Kod 211, 212, 213, 221, 222, 223, 241, 242) yüzde oranı hesaplanmıştır.

Göl etrafındaki orman durumu

Bu değerlendirme kapsamında göl çevresinin tamamı için göl kıyısından karaya doğru 200 metrelik tampon bölge oluşturulmuş ve CORINE verilerine göre bu tampon bölge içerisinde kalan orman alanı (CORINE Ana Kod 3) yüzde oranı hesaplanmıştır.

Hidromorfolojik durum değerlendirmesi

Mogan Gölü'nün hidromorfolojik durumunun değerlendirilmesi için Türkiye'de standart metot olarak önerilen Göl Hidromorfolojisi Değerlendirme İndeksi (GHDİ) (SYGM, 2024) kullanılmıştır. Arazi formları ile araziden toplanan veriler, araziden toplanan bilgiler çerçevesinde uydu görüntüleri kullanılarak sayısallaştırılan veriler ve CBS verileri kullanılarak GHDİ ile hidromorfolojik değerlendirme yapılmıştır.

GHDİ kapsamında doğal, modifikasyona uğramamış koşulları temsil eden şartlar için 1'den başlayarak doğallığını kaybetmiş tamamen modifikasyona uğramış koşulları temsil eden şartlar için 5 olacak şekilde her bir parametre için skorlama oluşturulmuş, ayrıca her bir parametre için ayrı ayrı ağırlık katsayısı tanımlanmıştır. GHDİ'nin skorlama sistemi çerçevesinde parametre skorlarının parametre ağırlık katsayısı ile çarpılması ile elde edilen sonuçlar dikkate alınarak hem hidrolojik modifikasyon, morfolojik modifikasyon ve habitat kalitesi skorları hem de hidromorfolojik değerlendirme skorları elde edilmiştir.

GHDİ sonuçları ile SÇD'ye göre beş sınıflı değerlendirme yapılmaktadır. Bu kapsamda değerlendirme skorları "çok iyi", "iyi", "orta", "zayıf" ve "kötü" olacak şekilde bir sınıfa atanmakta ve gölün hidromorfolojik durumu bu beş sınıftan biri olarak belirlenmektedir. Çalışmada değerlendirme skorları iki dönem için ayrı ayrı

elde edilmiş gölün nihai durumu iki dönemin aritmetik ortalamasına göre belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Arazi çalışması sonuçları

Hidromorfoloji arazi formu çerçevesinde öncelikle Mogan Gölü için temel karakterizasyon bilgileri toplanmıştır. Temel karakterizasyon adımı kapsamında Mogan Gölü'nün derinliği, vadi tipi, göl büyüklüğü ve gölün bulunduğu alanın iklim karakteristiği değerlendirilmiştir. Mogan Gölü'nün, 5 metreden az derinliği ile sığ, 500 hektardan büyük yüzey alanı ile büyük göl olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra gölün sığ vadi tipi yapısı içerisinde konumlandığı ve bulunduğu bölge itibarı ile bozkır kuşağı iklim özelliği göstermeyen ormanlık alanların bulunabileceği bir bölgede yer aldığı tespit edilmiştir.

Göl su durumu değerlendirmesi kapsamında göldeki derinlik değişimi ve gölden su çekimi ve deşarjı olup olmadığına ilişkin bilgiler toplanmıştır. Araziye gidilen dönemde kıyı bölgesindeki izler çerçevesinde gölün derinliğinde 1 metre civarında bir derinlik değişimi olduğu tespit edilmiştir. İlk dönem arazi çalışması sırasında kuru dönemde gölden pompalarla tarla sulaması için su çekildiği tespit edilmiş, ikinci dönem ise bu duruma rastlanmamıştır.

Göl kıyı bölgesi ve kıyı seti değerlendirmesi kapsamında; göl kıyı setinde müdahaleler olduğu tespit edilmiş ve özellikle üçüncü izleme istasyonunda yapılan rekreasyon düzenlemesi sebebiyle beton ve kaya dolgu yapmak suretiyle kıyı setinde ağır modifikasyon gerçekleştirildiği tespit edilmiştir.

Litoral bölge değerlendirmesi kapsamında; mevcut dip materyali olarak sazlıklar başta olmak üzere bitkilerle kaplı organik bir dip materyali yapısı tespit edilmiş bunun dışında silt ve kil yapısı gösteren ince dip materyali, litoral bölgedeki göl dibinde gözlemlenmiştir. Su seviyesindeki değişim ile bağlantılı olarak bir ila iki metre arasında değişen genişlikte kumsal yapısının olduğu yerler tespit edilmiştir. Habitat çeşitliliği açısından önem arz eden göl içi makrofitler, odunsu kalıntılar ve göle doğru uzanan ağaç köklerinin gölde mevcut olduğu tespit edilmiştir.

Hidromorfolojik müdahale ve baskı unsuru olarak gölde yoğun iskele varlığı belirlenmiştir. Göl etrafında hayvancılık faaliyeti ve özellikle gölün rekreasyon amaçlı düzenleme yapılan bölgesinde motorlu tekne kullanımı ve çeşitli eğlence amaçlı aktiviteler gerçekleştirildiği gözlemlenmiştir. Gölün bir bölümünde dolgu çalışması yapılarak düzenleme yapıldığı tespit edilmiş olup, gölde genel olarak hafif bir renk değişimi olduğu ve gölün bulanık olduğu belirlenmiştir. Ayrıca gölde kuru dönem olan Ekim ayında hafif koku durumu olduğu da gözlemlenmiştir. Gölden arazi formları ile toplanan bilgiler istasyon ve izleme dönemi bazında Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Mogan Gölünde izleme dönemlerine göre hidromorfolojik parametreler

Hidromorfolojik Parametreler	1. Dönem İzleme / Ekim 2022			2. Dönem İzleme / Mayıs 2023		
İzleme istasyonları	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon
Göl Derinlik Değişimi	0,5-<2 m	0,5-<2 m	0,5-<2 m	0,5-<2 m	0,5-<2 m	0,5-<2 m
Su Çekimi	Yoğun Olmayan	Yoğun Olmayan	Yoğun Olmayan	Yok	Yok	Yok
Kıyı Seti Modifikasyonları	Var, <%35	Yok	≥%75	Var, <%35	Var, <%35	≥%75
Ağır Kıyı Seti Modifikasyonu	Var, <%35	Yok	≥%35	Var, <%35	Yok	≥%35
Kıyı Orman Bitki Örtüsü Kaplaması	Orman Kaplaması Yok	Orman Kaplaması Yok	Orman Kaplaması Yok	Orman Kaplaması Yok	Orman Kaplaması Yok	Orman Kaplaması Yok
Orman Bağlantı Durumu	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Mevcut Dip Materyali Tipleri	Organik, Silt/Kil	Silt/Kil	Organik, Silt/Kil	Organik, Silt/Kil	Silt/Kil	Organik, Silt/Kil
Dip Materyali Tip Sayısı	Tip Sayısı 3	Tip Sayısı ≤2	Tip Sayısı 3	Tip Sayısı 3	Tip Sayısı ≤2	Tip Sayısı 3
Baskın Dip Materyali Kompozisyonu	Baskın organik	Baskın ince materyal mevcut, (ince materyal >%60)	Baskın organik	Balçık/Çamur	Baskın ince materyal mevcut, (ince materyal >%60)	Baskın organik
Sahil Mevcudiyeti	Yok veya <1 m	1-5 m	Yok veya <1 m	Yok veya <1 m	1-5 m	Yok veya <1 m
Heterojenlik Bileşenleri (HB)	HB >1	HB 1 tane	HB >1	HB 1 tane	HB 1 tane	HB >1
	Odunsu kalıntı, Göl içinde makrofit	Göl içinde makrofit	Odunsu kalıntı, Göl içinde makrofit, Gölde doğru uzanan ağaç kökleri	Göl içinde makrofit	Göl içinde makrofit	Odunsu kalıntı, Göl içinde makrofit, Gölde doğru uzanan ağaç kökleri
Gölde Uygulanan Faaliyetler	Faaliyet >2	Faaliyet >2	Faaliyet >2	Faaliyet >2	1 veya 2 Faaliyet	Faaliyet >2
	Göl içi ve çevresi bitki ve ağaç kesimi var, İskele var, Motorlu tekne kullanımı var	Göl içi ve çevresi bitki ve ağaç kesimi var, Hayvancılık faaliyeti var	Göl içi ve çevresi bitki ve ağaç kesimi var, İskele var, Motorlu tekne kullanımı var, Turistik faaliyet var	Göl içi ve çevresi bitki ve ağaç kesimi var, İskele var, Hayvancılık faaliyeti var	Hayvancılık faaliyeti var	İskele var, Motorlu tekne kullanımı var, Turistik faaliyet var
Göl İçi Ağır Baskı Unsurları	Unsur yok	Unsur yok	Unsur ≥1	Unsur yok	Unsur yok	Unsur ≥1
			Arazi kazanımı amaçlı arazi dolgu yapımı			Arazi kazanımı amaçlı arazi dolgu yapımı
Göl Niteliği Bozulması (GNB)	GNB≥1	GNB≥1	GNB≥1	GNB≥1	GNB≥1	GNB≥1
	Doğal olmayan renk değişimi var, Gölde koku var, Bulanıklık var	Doğal olmayan renk değişimi var, Gölde koku var, Bulanıklık var	Doğal olmayan renk değişimi var, Bulanıklık var	Bulanıklık var	Doğal olmayan renk değişimi var, Bulanıklık var	Doğal olmayan renk değişimi var, Bulanıklık var
Çöp Mevcudiyeti	Göl içi: Birkaç Parça	Göl içi: Birkaç Parça	Göl içi: Birkaç Parça	Göl içi: Birkaç Parça	Göl içi: Birkaç Parça	Göl içi: Birkaç Parça
	Göl dışı: Birkaç Parça	Göl dışı: Birkaç Parça	Göl dışı: Birkaç Parça	Göl dışı: Birkaç Parça	Göl dışı: Birkaç Parça	Göl dışı: Yok
Uzman Değerlendirmesi	Orta	Orta	Orta	Orta	Orta	Orta

CBS analizi sonuçları

CBS analizleri kapsamında öncelikle uydu görüntüleri ve araziden toplanan bilgiler kullanılarak sayısallaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Uydu görüntüleri kullanılarak gölün geçmiş dönemlerdeki göl yüzey alanı belirlenmiştir. Bu çerçevede 1985-2024 arası dönemde göl yüzeyinin en fazla olduğu alana sahip uydu görüntüsü sayısallaştırılmıştır. Bunun yanı sıra göl yüzey alanındaki değişimin değerlendirilebilmesi için izlemenin gerçekleştiği dönemdeki uydu görüntüsü kullanılarak mevcut göl su yüzeyi haritalandırılmıştır. Göl su yüzey alanının sayısallaştırılmasının ardından göl kıyı seti için araziden toplanan bilgiler de kullanılarak uydu görüntüleri üzerinden göl kıyı setinde gerçekleştirilen modifikasyonlar CBS ortamında aktarılmış ve ilgili verilerin sayısallaştırılmasının ardından CBS analizleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).

Göl yüzey alanının uzun dönemli değişimi değerlendirmesi kapsamında, uydu görüntüleri kullanılarak yapılan analiz sonucunda 1985-2024 arası dönem için en geniş yüzey alanı 798 ha olarak hesaplanmıştır. İzlemenin gerçekleştiği dönem için uydu görüntüsü üzerinden yüzey alanı 638 ha olarak hesaplanmış ve Mogan Gölü'nün yüzey alanının yaklaşık %20'lik bir değişimle 158 ha azaldığı ortaya konulmuştur.

Gölü besleyen nehirler üzerinde bulunan baraj ve göletlerin etkisinin tespit edilmesi çerçevesinde CBS ile gölün toplam drenaj alanı (B) 885,3 km² olarak hesaplanmıştır. Gölü besleyen kollar üzerinde iki adet baraj ve gölet olduğu tespit edilmiştir. Bu baraj ve göletlerin drenaj alanlarının (A); 149,3 ve 11,56 olmak üzere toplamda 160,9 km² olduğu belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda gölü besleyen nehirler üzerindeki baraj ve göletlerin drenaj alanlarının gölün drenaj alanına oranı %18,2 olarak tespit edilmiştir. Mogan Gölü için regülatör varlığı kontrol edilmiş ve Mogan Gölü'nün çıkışında regülatör olduğu belirlenmiştir. Sayısallaştırılan kıyı modifikasyon verisi kullanılarak mevcut durumda göl çevresi uzunluğu 22,010 km olan Mogan Gölü'nün 9,078

km'lik kıyı setinin modifikasyona uğradığı belirlenmiş ve modifikasyona uğrayan kıyı seti yüzdesi yaklaşık %41 olarak hesaplanmıştır. CORINE arazi verileri kullanılarak gerçekleştirilen analizler sonucunda; göl kıyı bölgesinin %80'inin tarım arazisi ve yapılaşma için kullanıldığı, bunun yanı sıra CORINE arazi verilerine göre göl etrafında orman kaplaması bulunmadığı tespit edilmiştir.

Mogan gölü hidromorfolojik durum değerlendirmesi

Gerçekleştirilen analizler sonucunda, Mogan Gölü'nün hidrolojik modifikasyon, morfolojik modifikasyon ve habitat kalitesi bakımından mevcut durumu ortaya konulmuş ve gölün genel hidromorfolojik sınıflandırması yapılmıştır.

GHDİ kapsamında yapılan analiz ve değerlendirmeler sonucunda Mogan Gölü'nün hidromorfolojik durumu tespit edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda Mogan Gölü'nde hidrolojik modifikasyonları gösteren parametreler çerçevesinde hidrolojik modifikasyon skoru birinci izleme dönemi için 3,17, ikinci izleme dönemi için 3,00; morfolojik değişimleri gösteren parametreler için morfolojik modifikasyon skoru birinci ve ikinci izleme dönemi için 3,31 ve habitat kalitesini gösteren parametreler için habitat kalitesi ve niteliği skoru birinci izleme dönemi için 2,83, ikinci izleme dönemi için 3,50 olarak belirlenmiştir.

Mogan Gölü için hidromorfolojik durum skoru ise birinci dönem için 3,125, ikinci dönem için 3,275 olarak hesaplanmış, nihai durum için birinci ve ikinci dönemin ortalaması alınarak hidromorfolojik durum skoru 3,2 olarak belirlenmiştir. Elde edilen skorların indeks kapsamında SÇD ile uyumlu olacak şekilde beş sınıflı değerlendirme skalasına göre değerlendirilmesi sonucunda Mogan Gölü'nün Hidromorfolojik durumu "orta" olarak belirlenmiştir. Hidromorfolojik analiz ve değerlendirmeler sonucunda elde edilen skorlara ve skorlar sonucunda elde edilen durumlara ilişkin özet çizelge aşağıda sunulmuştur (Tablo 3).

Tablo 3. Mogan Gölünün hidromorfolojik değerlendirme sonuçları

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

Göl hidromorfolojisi üzerine yapılan çalışmalar, nehir ortamlarına kıyasla daha sınırlı bir literatüre sahiptir. SÇD'ye göre hidromorfolojik baskı değerlendirmesi zorunlu olmasına rağmen, genel olarak kabul görmüş tek yöntem yoktur. Avrupa'da, göl hidromorfolojik durumunun izlenmesi ve değerlendirilmesine yönelik başlıca yöntemler arasında İskoçya ve Kuzey İrlanda Çevre Araştırmaları Forumu (SINIFFER) tarafından geliştirilen göllerde Göl Habitat Araştırması (LHS: Lake Habitat Survey) (Rowan vd., 2006a, 2006b, Rowan, 2008) ve Göl Hidromorfolojik Değerlendirme Sistemi (Lake-MimAS: Lake Morphological Impact Assessment System) (Rowan, 2008) öne çıkmaktadır. Håkanson (2005) ve Ostendorp vd. (2004) tarafından yapılan göl kıyısı kalite değerlendirmesi üzerine hazırlanan çalışmalardan sonra, arazi veya CBS verilerinden göl morfolojik koşullarının değerlendirilmesine odaklanan bazı çalışmalar yayınlanmıştır (Bragg vd., 2003; Ostendorp ve Ostendorp, 2015; Rowan vd., 2006a, 2012). LHS yöntemi, özellikle göl ve rezervuar morfolojik koşullarının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmış (Ciampittello vd., 2017), göl veya rezervuar morfolojik koşullarını karakterize etmek için uyarlanarak SÇD kapsamında uygulanabilecek bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır (Kutyla vd., 2021; Latinopoulos vd., 2018). Bu yöntem, göl kıyısı modifikasyonlarının biyolojik topluluklar üzerindeki etkisini incelemek için de sıklıkla kullanılmaktadır. Siligardi vd. (2010) tarafından geliştirilen SFI (Lake Shorezone Functionality Index); Peterlin ve Urbanič (2013) tarafından geliştirilen LMI (Lakeshore Modification Index); Amerika'da, USDS (United States Department of Agriculture) Orman Hizmetleri tarafından hazırlanan Göl Örneklem Formu (NLF: Lake Sampling Form) (Sullivan vd., 2012) ile göl değerlendirme çalışmalarında kullanılan Göl Değerlendirme Formu (LASF: Lake Assessment Form) (Baker vd., 1997) hidromorfolojik değerlendirme yöntemlerinden bazılarıdır. Polonya gölleri için LHS yöntemi temel alınarak Göl Habitat Araştırması (LHS_PL) geliştirilmiş ve 2016'dan bu yana Polonya'daki yüzey su kütlelerinin ekolojik durumunun değerlendirilmesinde, göllerin hidromorfolojik incelemesinde kullanılan bir yöntem olarak bildirilmiştir (Kutyla vd., 2021). GHDİ ise T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen çalışmalarla ülkemiz koşullarına uygun parametreler çerçevesinde oluşturulan bir indekstir (Anonim, 2021).

Elde edilen bulgular, Mogan Gölü'nün hidrolojik modifikasyon durumunun "orta", morfolojik modifikasyon durumunun "orta", habitat kalitesi ve niteliğinin "orta" kalite sınıfında olduğunu göstermektedir. Göl Hidromorfolojisi Değerlendirme İndeksi (GHDİ) kullanılarak yapılan analizlerde, Su Çerçeve Direktifi (SÇD) kapsamında beş sınıflı değerlendirme sistemi doğrultusunda gölün genel hidromorfolojik durumunun "orta" seviyede olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlendirme, iki izleme döneminin sonuçlarının aritmetik ortalaması alınarak elde edilmiştir. Ekolojik durum değerlendirme çalışmaları çokça olmakla birlikte hidromorfoloji özelinde yapılan çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Mogan Gölü,

2006 yılında yapılan bir çalışmada fitoplankton kalite elementine göre "orta" ekolojik durumda olarak tanımlanmıştır (Demir vd., 2014). Gölün sucul makrofitlere göre ekolojik durumu 2003 yılında orta olarak tahmin edilirken 2013'de kötü olarak bildirilmiştir (Şanal vd., 2015). Epifitik diatomelere ilişkin hesaplanan farklı indekslere göre ise gölün ekolojik durumunun III. sınıf (orta) ekolojik kalite olduğu bildirilmiştir (Şanal ve Demir, 2018). Mogan Gölü, klorofil *a* derişimi, Secchi derinliği ve toplam fosfor derişimine göre ötrofik olarak bildirilmiştir (Manav ve Yerli, 2008; Yerli vd., 2012). Sakarya Nehir Havza Yönetim Planı kapsamında elde edilen sonuçlara göre ise Mogan Gölü'nün makrofitlere göre durumu biyolojik, fizikokimyasal ve belirli kirleticiler yönünden "orta", hidromorfolojik durum açısından ise "çok iyi hidromorfolojik durum" altı, ekolojik ve nihai durum ise "orta" olarak tespit edilmiştir (Anonim, 2023). Mogan Gölü'nde biyolojik kalitenin ötrofikasyon ve restorasyon çalışmaları ile uyumlu zamansal değişimler gösterdiği, hidromorfolojik durumunda gölün trofik durumu ve biyolojik durumu ile benzerlik gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Sonuç

Bu çalışmada, Mogan Gölü'nün güncel hidromorfolojik durumunun ortaya konulması için detaylı hidromorfolojik izleme ve değerlendirme çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, ıslak ve kuru dönemleri temsil edecek şekilde Ekim 2023 ve Mayıs 2024 aylarında iki farklı arazi çalışması yürütülmüştür. Arazi gözlemleri, uydu görüntüleri analizleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) uygulamaları ile gerçekleştirilen analizler doğrultusunda göl ekosistemindeki değişimler ve insan etkileri değerlendirilmiştir. Mogan Gölü'nde gerçekleştirilen hidromorfolojik değerlendirmeler, gölün su dengesinin ve fiziksel yapısının ekosistem sağlığı üzerindeki etkilerini ortaya koymuştur.

Çalışmanın sonucuna göre, Mogan Gölü'nün hidromorfolojik açıdan kısmen değiştirilmiş olduğu, su rejimi, kıyı morfolojisi ve habitat özelliklerinin ise insan faaliyetlerinin etkisi altında olduğu değerlendirilmiştir. Bu durum, gölün doğal ekosistem işleyişini kısmen sınırlamakta ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen uydu görüntüleri ve CBS analizleri, göldeki yapay müdahalelerin ve doğal süreçlerdeki değişimlerin sayısallaştırılması açısından katkı sunmuştur.

Gerçekleştirilen çalışma, Mogan Gölü'nün mevcut hidromorfolojik durumunu belirleyen güncel ve kapsamlı bir değerlendirme sağlamaktadır. Çalışma bulgularının, gölde uygulanabilecek ekosistem temelli yönetim stratejilerinin belirlenmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Göl ekosisteminin iyileştirilmesi için su rejiminin doğal işleyişine daha yakın hale getirilmesi, kıyı ve bentik habitatların korunması ve restorasyon çalışmaları ile desteklenmesi önerilir. Ayrıca, hidromorfolojik izleme çalışmalarının sürekliliğinin sağlanması, uzun vadeli değişimlerin izlenmesi açısından uygun yönetim

stratejilerinin geliştirilmesinde kritik bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkıları

D. Coşkun ve N. Demir araştırmayı planladı, D. Coşkun, M. Azlak hidromorfolojik arazi çalışmasını gerçekleştirdi, A. Uğurluoğlu CBS değerlendirmesine yardımcı oldu. Tüm yazarlar araştırmanın veri toplanması, verilerin analizleri ve sonuçların değerlendirilmesi ile makalenin yazım sürecinde görev almışlardır.

Etik Onay

Bu çalışma için etik kurul iznine gerek yoktur.

Kaynaklar

- AÇA (2024). Europe's state of water 2024: the need for improved water resilience. TH-AL-24-008-EN-N - ISBN: 978-92-9480-653-6 - ISSN: 1977-8449. doi: 10.2800/02236. Avrupa Çevre Ajansı.
- Anonim (1995). Gölbaşı Mogan Eymir Gölleri için su kaynakları ve çevre yönetim planı projesi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 680 s.
- Anonim (2021). Su Kaynaklarının kalite ve miktar olarak korunması ve izlenmesi grubu çalışma belgesi. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı 1. Su Şurası. Ankara. Erişim tarihi: 04.03.2024, https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/467/Sayfa/1497/1861/DosyaGaleri/su_kaynaklarinin_kalite_miktar_olarak_korunmasi_ve_izlenmesi_grubu_calisma_belgesi.pdf#page=111.71
- Anonim (2023). Sakarya Havzası Nehir Havza Yönetim Planı Hazırlanması Projesi Stratejik Çevresel Değerlendirme Kapsam Belirleme Raporu. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. Ankara. Erişim tarihi: 01.01.2024, <https://webdosya.csb.gov.tr/db/scd/icerikler/sakarya-nhy-p-n-ha--scd-raporu-20231006091949.pdf>
- Anonim (2024). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü. Erişim tarihi: 26.02.2024, <https://tvk.csb.gov.tr/golbasi-i-394>
- Azrak, M. (2015). Su Çerçeve Direktifine Göre Hidromorfoloji, Hidromorfolojik İzleme ve Türkiye İçin Öneri Geliştirme. Uzmanlık Tezi. Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Ankara.
- Azrak, M., Yıldırım, E., Faydaoğlu, E., Anul, N., & Dikmen, B. (2017). An approach for monitoring and assessment of hydromorphological water quality at different waterbody types by using standard method. Proceedings of the International Water Resources Association (IWRA), Mexico.
- Baker, J. R., Peck, D. V., & Sutton, D. W. (1997). Environmental monitoring and assessment program surface waters: field operations manual for lakes. US Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- Belletti, B., Rinaldi, M., Buijse, A. D., Gurnell, A. M., & Mosselman, E. (2015). A review of assessment methods for river hydromorphology. *Environmental Earth Sciences*, 73(5), 2079–2100. doi: 10.1007/s12665-014-3558-1
- Bizzi, S., & Lerner, D. N. (2015). The use of stream power as an indicator of channel sensitivity to erosion and deposition processes. *River research and applications*, 31(1), 16-27.
- Bragg, O.M., Duck, R.W., Rowan, J.S., & Black, A.R. (2003). Review of methods for assessing the hydromorphology of lakes. *Sniff. Rep.*, p. 130.
- Ciampittiello, M., Dresti, C., & Saidi, H. (2017). A review of assessment approaches for lake hydro- morphology before and after the European Water Framework Directive (WFD). *Current World Environment*, 12, 491–506. doi: 10.12944/CWE.12.3.03
- Demir, A.N., Fakıoğlu, Ö., & Dural, B. (2014). Phytoplankton functional groups provide a quality assessment method by the Q assemblage index in Lake Mogan (Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 38(1), 169-179. doi: 10.3906/bot-1301-60
- EC (European Commission) (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy, OJ L327, 22.12.2000, 1-73.
- Gurnell, A.M., Rinaldi, M., Belletti, B. et al. (2016). A multi-scale hierarchical framework for developing understanding of river behaviour to support river management. *Aquatic Sciences*, 78, 1–16. doi: 10.1007/s00027-015-0424-5
- Håkanson, L. (2005). The importance of lake morphometry for the structure and function of lakes. *International Review of Hydrobiology*, 433–461. doi: 10.1002/iroh.200410775
- Karaaslan, Y., Ertürk, F., & Akkoyunlu, A. (2010). Implementation of Aquatox, Pamolare and Wasp Models to Mogan Lake. *Journal of Engineering and Natural Sciences, Sigma* 28, 110-123.
- Kemp, J. L., & Sandin, L. (2022). Hydromorphology: Overview and assessment methods. In T. Mehner, K. Tockner (Eds) *Encyclopedia of Inland Waters* (pp 84-97). Netherlands: Elsevier.
- Kutyla, S., Soszka, H., & Kolada, A.K. (2021). Hydromorphological assessment of Polish lakes: elaborating the Lake Habitat Survey for Polish Lakes (LHS_PL) method and determining ecologically based boundary values for lake classification. *Ecohydrology*, 1–15. doi: 10.1002/eco.2320
- Latinopoulos, D., Ntislidou, C., & Kagalogou, I. (2018). A multi-approach Lake habitat survey method for impact assessment in two heavily modified lakes: a case of two northern greek lakes. *Environmental Monitoring*

- and Assessment, 190, 1–15.
doi: 10.1007/s10661-018-7045-0
- Lawniczak, A. E., Choiński, A., & Kurzyca, I. (2011). Dynamics of lake morphometry and bathymetry in various hydrological conditions. *Polish Journal of Environmental Studies*, 20(4).
- Manav, E., & Yerli, S. V. (2008). An assessment on the trophic status of Lake Mogan, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 17(1), 3.
- Meier, G., Zumbroich, T., & Roehrig, R. (2013). Hydromorphological assessment as a tool for river basin management: The German field survey method. *Journal of Natural Resources and Development*, 03, 14–26. doi: 10.5027/jnrd.v3i0.02
- Ostendorp, W., & Ostendorp, J. (2015). Analysis of hydromorphological alterations of lakeshores for the implementation of the European Water Framework Directive (WFD) in Brandenburg (Germany). *Fundamental and Applied Limnology*, 186 (4), 333–352. doi: 10.1127/fal/2015/0662
- Ostendorp, W., Schmieder, K., & Jöhnk, K. (2004). Assessment of human pressures and their hydromorphological impacts on lakeshores in Europe. *International Journal of Ecohydrology & Hydrobiology*, 4, 379–395. doi: 10.1016/j.ecohyd.2025.100661
- Peterlin, M., & Urbanič, G. (2013). A Lakeshore Modification Index and its association with benthic invertebrates in Alpine lakes. *Ecohydrology*, 6(2), 297–311.
- Poff, N. L., Allan, J. D., Bain, M. B., Karr, J. R., Prestegard, K. L., Richter, B. D., Sparks, R. E., & Stromberg, J. C. (1997). The Natural Flow Regime. *BioScience*, 47(11), 769–784. doi: 10.2307/1313099
- Poikane, S., Zohary, T., & Cantonati, M. (2020). Assessing the ecological effects of hydromorphological pressures on European lakes. *Inland Waters*, 10(2), 241–255. doi: 10.1080/20442041.2019.1654800
- Poppe, M., Kail, J., Aroviita, J., Stelmaszczyk, M., Gielczewski, M., & Muhar, S. (2016). Assessing restoration effects on hydromorphology in European mid-sized rivers by key hydromorphological parameters. *Hydrobiologia*, 769, 21–40. doi: 10.1007/s10750-015-2468-x
- Pulatsü, S., Topçu, A., Kırkağaç, M., & Köksal, G. (2008). Sediment phosphorus characteristics in the clearwater state of Lake Mogan, Turkey. *Lake and Reservoirs Research and Management*, 13, 197–205.
- RG (2023). Resmi Gazete. 25/04/2023 tarihli ve 32171 sayılı Hidromorfolojik İzleme Tebliği, Erişim tarihi: 06.07.2024, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2023/04/20230425.pdf>.
- Rowan, J.S., Carwardine, J., Duck, R.W., Bragg, O.M., Black, A.R., Cutler, M.E.J., Soutar, I., & Boon, P.J. (2006a). Development of a technique for Lake Habitat Survey (LHS) with applications for the European Union Water Framework Directive. *Aquatic Conservation: Marine & Freshwater Ecosystem*, 16, 637–657.
- Rowan, J.S., Soutar, I., Bragg, O.M., Carwardine, J., & Cutler, M.E.J. (2006b). Lake Habitat Survey in the United Kingdom: Field Survey Guidance Manual. Version 3.1. The Scotland and Northern Ireland Forum For Environmental Research (SNIFFER) Research Project WFD42, <http://www.sniffer.org.uk/>
- Rowan, J.S. (2008). Development of a decision making framework for managing alterations to the morphology of lakes. SNIFFER Research Project WFD49f (Final Report), <http://www.sniffer.org.uk/>
- Rowan, J.S., Greig, S.J., Armstrong, C.T., Smith, D.C., & Tierney, D. (2012). Development of a classification and decision-support tool for assessing lake hydromorphology. *Environmental Modelling and Software*, 36, 86–98. doi: 10.1016/j.envsoft.2011.09.006
- Siligardi, M., Bernabi, S., Cappelletti, C., Ciutti, F., Dallafior, V., Dalmiglio, A., Fabiani, C., Mancini, L., Monauni, C., Pozzi, S., Scardi, M., Tancioni, L., & Zennaro, B. (2010). Lake shorezone functionality index (SFI). A tool for the definition of ecological quality as indicated by Directive 2000/60/CE. Autonomous Province of Trento, Provincial Environmental Protection Agency, Trento.
- Sullivan, T.J., Herlihy, A.T., Lawrence, G.B., & Webb J.R. (2012). USDA Forest Service national protocols for sampling air pollution sensitive waters. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-278WWW. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 334 p.
- SYGM Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (2024). Göller İçin Hidromorfolojik İzleme ve Değerlendirme Rehber Dokümanı. Erişim tarihi: 01.01.2025, <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=170>
- Şanal, M., & Demir, N. (2018). Use of the epiphytic diatoms to estimate the ecological status of Lake Mogan. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16(3): 3529–3543.
- Şanal, M., Köse, B., Coşkun, T., & Demir, N. (2015). Mogan Gölü'nde sucul makrofitlere göre ekolojik kalitenin tahmini. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(4), 51–56.
- Tatar, S. (2019). Türkiye ve Avrupa Birliği'nde yerüstü su kaynaklarının yönetimi. (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi.

- Vasistha, P., & Ganguly, R. (2020). Water quality assessment of natural lakes and its importance: An overview. *Materials Today: Proceedings*, 32, 544-552.
- Velioğlu, A., & Kırkağaç, M. U. (2017). Mogan Gölü zooplanktonunun mevsimsel değişimi. *Turkish Journal of Aquatic Sciences*, 32(3), 146-153.
- Yerli, S. V., Kıvrak, E., Gürbüz, H., Manav, E., Mangıt, F., & Türkecan, O. (2012). Phytoplankton community, nutrients and chlorophyll a in Lake Mogan (Turkey); with comparison between current and old data. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12(1).