

Mogan Gölü'nde Sucul Makrofitlere Göre Ekolojik Kalitenin Tahmini

Müge ŞANAL¹, Birsal KÖSE¹, Tolga COŞKUN¹, Nilsun DEMİR¹

ÖZET: Bu çalışmada, sığ bir göl olan Mogan Gölü'nde sucul makrofitlere göre ekolojik kalitenin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Makrofitlerin bolluğu, 2003 ve 2013 yıllarında incelenmiştir. Mogan Gölü'nde sualtı makrofitlerden 5 tür (*Ceratophyllum demersum* L., *Chara vulgaris* L., *Najas marina* L., *Myriophyllum spicatum* L. ve *Stuckenia pectinata* (L.) Börner) teşhis edilmiştir. Mogan Gölü'nde Makrofit İndeksine göre ekolojik kalite Temmuz 2003'de orta olarak tahmin edilirken, Temmuz 2013'de kötü olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ekolojik kalite, Mogan Gölü, Su Çerçeve Direktifi, sucul makrofit

Estimation of Ecological Quality Using Aquatic Macrophytes in Lake Mogan

ABSTRACT: In this study, it was aimed to estimate the ecological quality according to aquatic macrophytes in shallow Lake Mogan. The abundance of submerged macrophytes were investigated in 2003 and 2013. Five species of submerged macrophytes (*Ceratophyllum demersum* L., *Chara vulgaris* L., *Najas marina* L., *Myriophyllum spicatum* L. and *Stuckenia pectinata* (L.) Börner) were identified. Ecological quality of Lake Mogan was estimated as bad in July 2013, while it was medium in July 2003.

Keywords: Ecological quality, Lake Mogan, Water Framework Directive, aquatic macrophyte

¹ Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği, Ankara, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Müge ŞANAL, m.sanal06@hotmail.com

GİRİŞ

Türkiye'nin Avrupa Birliği'ne uyum sürecinde, su kaynaklarının etkin bir biçimde korunmasını hedefleyen Su Çerçeve Direktifi'nin uygulanmasına yönelik çalışmalar önem kazanmıştır (WFD, 2000). Direktife göre göllerin izlenmesinde kullanılan ekolojik kalite unsurlarından birisi sucul makrofitlerdir. Sucul makrofitler özellikle sığ göllerde ve litoral bölgenin geniş olduğu göllerde ekolojik kalitenin tahmininde önem taşımaktadır.

Sığ göllerde makrofit toplulukları, inorganik azot bileşiklerinin bitki tarafından özümsemesi veya bakteriyel denitrifikasyon yoluyla ortamdan uzaklaştırılması için elverişli ortam oluşturur, böylece perifiton ve fitoplankton için besin kıtlığı yaratır (Moss, 2004).

Havzadaki insan faaliyetleri sonucu artan besin tuzlarının (çözünmüş azot ve fosfor), sığ göllerde ötrofikasyonu hızlandırıp sualtı makrofitlerinin yayılımını ve genel olarak ekosistemin biyoçeşitliliğini azaltmaları, çok sayıda araştırmanın bulgusudur (Wetzel, 1983; Pulatsü ve Aydın, 1997; Anonim, 1999; Burnak ve Beklioğlu, 2000). Sualtı makrofitlerin rüzgâr kaynaklı bulanıklığı azaltarak, sedimantasyonu artırdığı, çözünmüş azotu uzaklaştırarak fitoplankton büyümesini sınırladığı, zooplankton ve avcı balıklara barınak sağladığı ve sığ göllerin berraklığını artırdığı tespit edilmiştir (Canfield et al., 1984; Duarte et al., 1986; Sheffer, 1998; Van Donk and Van de Bund, 2002). Sığ göllerde besin maddeleri arttığında ekolojik koşullarda önemli değişiklikler meydana gelir. Göller, yoğun sualtı makrofitlerinin, oldukça az miktarda planktivor balığın ve çok sayıda avcı (piskivor) balığın yaşadığı berrak su durumundan, fitoplanktonun yoğun olduğu, çok sayıda planktivor balığın yaşadığı, makrofitin olmadığı veya az sayıda sualtı makrofitinin bulunduğu bulanık duruma geçer (Jeppesen et al., 2004).

Sualtı makrofitlerini kaybetmiş ötrofik sığ göllerin restorasyonunda göllerde kalıcı bir iyileşme sağlamak amacıyla sualtı makrofitlerinin yeniden artışı büyük önem taşımaktadır (Asaeda et al., 2000; Beklioğlu, 2004). Ancak makrofit artışları ötrofikasyonun bir göstergesidir ve ötrofikasyon sonucu makrofit topluluğunda hassas türlerden toleranslı türlere doğru bir değişim oluşur.

Türkiye'de bulunan göllerin çoğu sığ göllerdir ve sualtı bitkilerince zengindir. Mogan Gölü'nde sucul vejetasyona yönelik çeşitli çalışmalar yapılmış, ancak makrofitler ekolojik kalitenin tahmininde kullanılmamıştır (Tanyolaç ve Karabatak, 1974; Susamlı, 1998; Burnak ve Beklioğlu, 2000; Yerli, 2002; Kisambira, 2003; Karabulut Doğan, 2007). Bu çalışmada, sığ bir göl olan Mogan Gölü'nde sualtı makrofitlerin 2003 ve 2013 yıllarında karşılaştırmalı olarak incelenmesi ve ekolojik kalitenin tahmini hedeflenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Mogan Gölü'nde Temmuz 2003 makrofit bolluğuna ilişkin veriler Köse (2005)'den alınarak Makrofit İndeksinin hesaplanması amacıyla kullanılmıştır. Temmuz 2013'de ise tekrar arazi çalışması yapılarak geçen süre içinde ekolojik kalitedeki değişimlerin tahmini amacıyla sualtı makrofitler incelenmiştir. Makrofit bolluğunun incelenmesinde aynı noktalar ve aynı metodoloji uygulanmıştır. Sualtı makrofitler kıyıya dik olarak seçilen 20 transekt üzerinden alınmış ve GPS yardımıyla koordinatlar belirlenmiştir (Şekil 1) (TS EN, 15460; Westlake, 1986). Transekt üzerinde kıyıya dik olarak gidilerek bitki bolluğu botun her iki yanından gözlemlenmiş, tüm transektlerde bolluk değerlerinin ortalaması alınmıştır. Örnekler, 3 m uzunluğunda sapı bulunan ve genişliği ayarlanabilen bir tırmığın su dibine indirilmesi ve kendi etrafında döndürülmesiyle burularak toplanmıştır. Alınan makrofitler, bitkilere yapışan artıklar, algler ve dipten gelen çamur tabakasının temizlenmesi için yıkanmıştır. Yıkanan örnekler, fazla suyun alınması için kurulanmış ve naylon torbalara konarak etiketlenmiş, lup, stereomikroskop ve binoküler mikroskop kullanılarak Fassett (1966), Prescott (1973), Casper ve Krausch (1980, 1981), Seçmen ve Leblebici (1997)'ye göre teşhis edilmiştir. Seçilen transektler üzerinde türlerin bulunuşu 1-5 arasında değişen (1= çok nadir, 2=nadir, 3= yaygın, 4= sık, 5= baskın) Kohler (1978) skalasına göre değerlendirilmiştir. Bolluğa ilişkin değerler; makrofit bolluğu³=kantite ($y=x^3$) eşitliğiyle metrik değerlere dönüştürülmüş ve Makrofit İndeksi, Melzer (1999) ve Schneider and Melzer (2003)'e göre hesaplanmıştır.



Istasyonlar	Koordinatlar	
1	39° 47.293' K	32° 47.994' D
2	39° 46.380' K	32° 47.946' D
3	39° 46.258' K	32° 47.911' D
4	39° 46.110' K	32° 47.868' D
5	39° 45.738' K	32° 47.935' D
6	39° 45.245' K	32° 47.638' D
7	39° 45.033' K	32° 47.398' D
8	39° 44.757' K	32° 47.004' D
9	39° 45.298' K	32° 46.862' D
10	39° 45.431' K	32° 47.038' D
11	39° 45.598' K	32° 47.108' D
12	39° 45.713' K	32° 47.234' D
13	39° 45.784' K	32° 47.173' D
14	39° 46.012' K	32° 47.147' D
15	39° 46.362' K	32° 47.167' D
16	39° 46.657' K	32° 47.400' D
17	39° 47.226' K	32° 47.514' D
18	39° 46.795' K	32° 47.727' D
19	39° 47.293' K	32° 47.994' D
20	39° 47.516' K	32° 47.682' D

Şekil 1. Mogan Gölü'nde örnek alınan istasyonlar (Datum: World Geodetic System 1984, WGS84)

BULGULAR VE TARTIŞMA

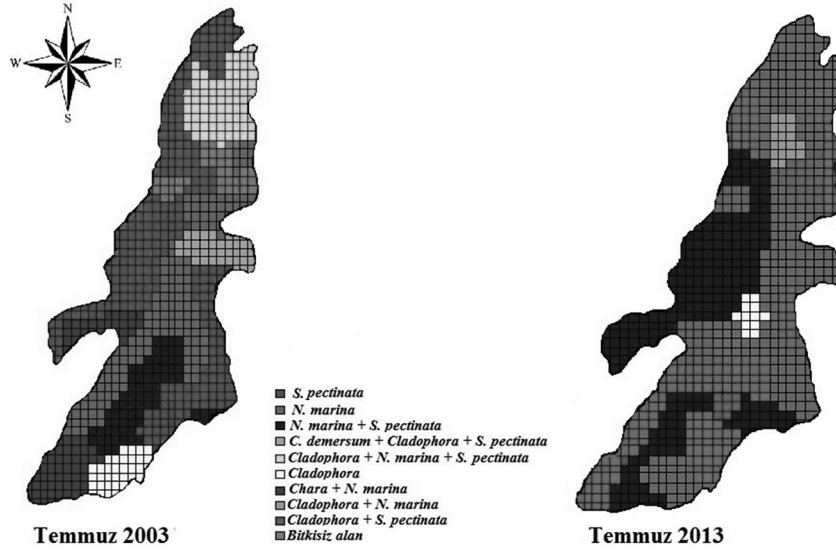
Mogan Gölü'nde 2003 yılında sualtı makrofitlerden *Ceratophyllum demersum* L., *Chara vulgaris* L., *Myriophyllum spicatum* L., *Najas marina* L. ve *Stuckenia pectinata* (L.) Börner türleri teşhis edilmiş ve ekolojik kalite indeksinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Gölde ayrıca filamentöz alglerden *Cladophora* sp. bulunuşu kaydedilmiştir. Mogan Gölü'nde bu makrofitlerin bulunuşu bazı araştırmalarda bildirilmiştir (Tanyolaç ve Karabatak, 1974; Anonim, 1993; Susamlı, 1998; Burnak ve Beklioğlu, 2000; Yerli, 2002; Kisambira, 2003; Karabulut Doğan, 2007).

Mogan Gölü'nde Temmuz 2003'de baskın olarak bulunan sualtı makrofit *S. pectinata* türü iken, Temmuz 2013'de ise *N. Marina* olarak tespit edilmiştir (Şekil 2). Mogan Gölü'nün 2003 yılı Temmuz ve Ağustos ayında yaklaşık %95'inin bitkilerle örtülü olduğu saptanmıştır (Köse, 2005). Mogan Gölü'nde 2001 yılında göl yüzey alanının %77'sinin sualtı makrofitleri ile kaplı olduğu ve

makrofitlerin gölün berrak su fazına geçmesine neden olduğu bildirilmiştir (Kisambira, 2003). Mogan Gölü'nde 1971-1972 yıllarında yapılan incelemelerde, bulanıklığın çok fazla, Secchi derinliğinin çok düşük (39 cm) olduğu saptanmış ve sualtı makrofitlerinin sadece kıyıda olduğu tespit edilmiştir. 1975-1977 yıllarında, gölde yapılan düzenlemeler sonucu Secchi derinliğinin artması (90 cm) ve ışık geçirgenliğinin yükselmesi sonucu, sualtı makrofitlerin daha geniş bir alana yayıldığı gözlenmiştir (Tanyolaç ve Karabatak, 1974). 1991-1992 yıllarında ise ışık geçirgenliği ortalama 168 cm ve bitkilerin gölde oluşturduğu örtü ise %80 dolayındadır (Anonim, 1993). Göl, 1970'lerden sonra alt yapı eksiklikleri, evsel zirai ve endüstriyel atıklar ve Gölbaşı ilçesinin düzensiz büyümesi nedeniyle kirlenmiştir. 1995 ve 1996 yıllarında toplanan 1. ve 2. Çevre Kurultayları sonucunda gölün rehabilitasyon çalışmaları için ilk adımlar atılmıştır. Dış kaynaklı kirleticilerin azaltılmasına yönelik bu çalışmalarda, göl çevresinde yapılan atık su toplama şebekesi ASKİ kollektörüne bağlanmış, Suksen deresi yatağı

islah edilmiş ve kaçak boşaltımlar önlenmiştir. 2005 yılında Belediye tarafından yapılan rehabilitasyon çalışmalarında gölün etrafında önemli bir alanda sazlıklar yok edilmiş, kıyılardan büyük oranda çamur çıkarılmıştır (Topçu, 2006). Sualtı makrofitleri, sığ mezotrofik ve ötrofik göllerde berrak su döneminin stabilizasyonunda temel oluşturmaktadırlar (Van

Donk and Van de Bund, 2002). Bu durum özellikle göllerin restorasyon çalışmalarında büyük önem taşımaktadır. 1979 yılında Veluwemeer Gölü'nde yapılan restorasyon çalışmaları sonucunda, Secchi derinliğinin artması sonucu başta *Chara* türleri olmak üzere sualtı makrofitleri daha yoğun olarak görülmüştür (Coops et al., 2004).



Şekil 2. Mogan Gölü'nde Temmuz 2003 – 2013 yıllarında sualtı makrofit yoğunluğu

Sığ göllerde fitoplankton ve makrofitler ekolojik kalitedeki değişimleri hızla yansıtan kalite unsurlarıdır. 2003 yılı Temmuz ayında sualtı makrofitlerinin bulunuşuna göre hesaplanan Makrofit İndeksine göre gölün ekolojik durumu orta olarak tahmin edilmiştir. 2013 yılında ise aynı sualtı bitki türlerinin yaygın olarak bulunduğu belirlenmiştir. Ancak sualtı bitkilerinden *Najas marina* gölde baskın tür olarak tespit edilmiştir. Gölde 2013 yılında

makrofitlere göre ekolojik kalite kötü olarak tahmin edilmiştir (Çizelge 1). 2006 yılında gölde fitoplankton biyokütlesi ve Q indeksine göre ekolojik kalite orta olarak tahmin edilmiştir (Demir et al., 2014). Ekolojik kalitenin belirlenmesinde “biri kötüyse hepsi kötüdür” prensibine göre (WFD, 2000), makrofitlere göre gölün ekolojik kalitesi daha kötü bir değeri gösterdiğinden gölün genel değerlendirmesinde ekolojik kalitenin kötü olduğu söylenebilir.

Çizelge 1. Mogan Gölü'nde Temmuz 2003 ve Temmuz 2013'de sualtı makrofit bolluğu ve ekolojik kalite

Grup	Sualtı Makrofit Türleri	Temmuz 2003		Temmuz 2013	
		Bolluk (Köhler Skalası)	$y=x^3$	Bolluk (Köhler Skalası)	$y=x^3$
5	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	1	1	1	1
3	<i>Chara vulgaris</i> L.	1	1	1	1
3	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	1	1	1	1
4	<i>Najas marina</i> L.	3	27	5	125
4	<i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Börner	4	64	4	64
Makrofit indeksi		3.9		4.5	

SONUÇ

Sonuç olarak, ötrofik karakterde sığ bir göl olan Mogan Gölü'nün özellikle yaz aylarında yoğun olarak sualtı makrofitleri ile kaplandığı, gölde makrofit indeksine göre ekolojik kalitenin ortadan kötüye doğru değiştiği belirlenmiştir. Önemli bir kuş habitat alanı ve rekreasyonel açıdan değerli olan gölün korunması ve

ekolojik kalitenin iyileştirilmesi için gerekli önlemler alınmalıdır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre sığ bir göl olan Mogan Gölü'nde sucul makrofitler ekolojik kalite unsuru olarak önem taşımaktadır. Gölün yönetiminde ve alınan önlemlerin etkinliğinin belirlenmesinde ekolojik kalite unsuru olarak makrofitlerin izlenmesi önerilir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 1993. Mogan Gölü Limnolojik Etüt Raporu. DSİ yayını, 212 s., Ankara.
- Anonim, 1999. Gölbaşı Yerel Gündem 21. Mevcut Durum Raporu, 83 s., Ankara. Asaeda T, Trung VK, Monetunge J, 2000. Modeling the effects of macrophyte growth and decomposition on the nutrient budget in shallow lakes. *Aquatic Botany*, 68: 217-237.
- Beklioğlu M, 2004. Sığ göl sulakalanları: ekoloji ötrofikasyon ve restorasyon, ODTÜ, 119 s., Ankara.
- Burnak SL, Beklioğlu M, 2000. Macrophyte-dominated Clearwater State of Lake Mogan. *Turk J. Zool.*, 24: 305-313.
- Canfield DE Jr. JV, Shireman DE, Colle WT, Haller CE, Watkins II, Maceina MJ, 1984. Prediction of chlorophyll a concentrations in Florida Lakes: importance of aquatic macrophytes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 41: 497-501.
- Casper SJ, Krausch HD, 1980. Pteridophyta und Anthophyta. 1. Teil. Lycopodiaceae bis Orchidaceae. *Süßwasserflora Von Mitteleuropa*. Band 23, Gustav Fisher Verlag, Stuttgart, 403 p.
- Casper SJ, Krausch HD, 1981. Pteridophyta und Anthophyta. 2. Teil. Saururaceae bis Asteraceae. *Süßwasserflora Von Mitteleuropa*. Band 24, Gustav Fisher Verlag, Stuttgart, 942 p.
- Coops H, Boers P, Portielje R, Noordhuis R, Marcel van den Berg S, 2004. Veluwemeer Gölü'nün ekolojik restorasyonu (çeviri M. Beklioğlu), Sığ göl sulak alanları: ekoloji, ötrofikasyon ve restorasyon, ODTÜ, 79-87 s., Ankara.
- Demir AN, Fakioğlu Ö, Dural B, 2014. Phytoplankton functional groups provide a quality assessment method by the Q assemblage index in Lake Mogan (Turkey). *Turk. J. Bot.*, 38: 169-179.
- Duarte CM, Kalf J, Peters RH, 1986. Patterns in biomass and cover of aquatic macrophytes in lakes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43:1900-1908.
- Fassett NC, 1966. *A Manual of Aquatic Plants*. 4th ed. Univ. Of Wisconsin Press, Wisconsin, 405 p.
- Jeppesen E, Sammalkorpi I, Lauridsen TL, Jensen JP, Sondergaard M, 2004. Ilıman iklim kuşağındaki tatlı su sığ göllerinin özellikle biyomanipulasyonla restorasyonu (çeviri M. Beklioğlu), Sığ göl sulak alanları: ekoloji, ötrofikasyon ve restorasyon, ODTÜ, 7-22 s., Ankara
- Karabulut Doğan Ö, 2007. Monitoring of water clarity and submerged and emergent plant coverages in shallow lake wetlands using remote sensing techniques. MSc Thesis. The Middle East Technical University, Ankara. 117 p.
- Kisambira M, 2003. The impact of water level fluctuations on the development of submerged plants and their role in the clear water state of Lake Mogan (Turkey). M.Sc. thesis. The Middle East Technical University, Ankara. 92 p.
- Kohler A, 1978. Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. *Landschaft & Stadt* 10: 73-85.
- Köse B, 2005. Mogan Gölü sualtı makrofitlerinde toprak üstü biyokütleinin mevsimsel değişimleri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 72 s.
- Melzer A, 1999. Aquatic macrophytes as tools for lake management. *Hydrobiologia* 395/396: 181-190.
- Moss B, 2004. Sulak alanların ekonomik, kültürel, bilimsel ve koruma değerleri (çeviri M. Beklioğlu), Sığ göl sulak alanları: ekoloji, ötrofikasyon ve restorasyon, ODTÜ, 3-6 s., Ankara.
- Prescott GW, 1973. *Algae of the Western Great Lakes Area*. 5th ed. W. M. C. Brown Co. Publ., Dubuque, 977 p.
- Pulatsü S, Aydın F, 1997. Water quality and phosphorus budget of Mogan Lake, Turkey. *Acta hydrochim. Hydrobiol.*, 25 (3): 128-134.
- Schneider S, Melzer A, 2003. The Trophic Index of Macrophytes (TIM) – a New Tool for Indicating the Trophic State of Running Waters. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 88: 49-67.
- Seçmen Ö, Leblebici E, 1997. Türkiye Sulak Alan Bitkileri ve Bitki Örtüsü, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları No:158, İzmir.
- Sheffer M, 1998. *Ecology of Shallow Lakes*. First Edition. Kluwer Academic Publishers, The Netherland 1-357 p.
- Susamli S, 1998. Mogan Gölü'nde (Ankara) su altı makrofitlerinin balık-zooplankton ilişkisine ve su kalitesine etkileri. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 68 s.
- Tanyolaç J, Karabatak M, 1974. Mogan Gölünün Biyolojik ve Hidrobiyolojik Özellikleri. Tübitak Yay. No. 255, 50 s.
- TS EN 15460, 2008. Su Kalitesi - Göllerdeki Makrofitlerin Araştırılması için Kılavuz Standard. Ankara, 20 s.
- Topçu A, 2006. Mogan Gölü Litoral Sedimentte Fosforun Mevsimsel ve Yersel Değişimi ile Göle Salınım Potansiyelinin Araştırılması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 217s.
- Van Donk E, Van de Bund WJ, 2002. Impact of submerged macrophytes including charophytes on phyto and zooplankton communities: allelopathy versus other mechanisms. *Aquatic Botany*, 72: 261-274.
- Westlake DF, 1986. The direct determination of biomass of aquatic macrophytes and measurement of underwater light. Crown copyright, HMSO, 45p., London.
- Wetzel RG, 1983. *Limnology*. 2nd Edition, Saunders College, Philadelphia. 767 p.
- WFD 2000. Water Framework Directive. 2000/60/EC. Directive of the European Parliament and of the Council of 23 Oct. 2000 establishing a Framework for Community action in the field of water policy. Official Journal of European Communities, 72 p.
- Yerli SV, 2002. Mogan Gölü havzası biyolojik zenginlikleri ve ekolojik yönetim planı. Çevre Bak. ÖÇKK Yay., Ankara, 166 s.