

Araştırma Makalesi

Ziraat Mühendisliği (373), 61-68

DOI: 10.33724/zm.938642

Mogan Gölü (Ankara)'nda Sediment Taramasının Yüzeysel Sedimenti Besin Elementlerine Etkisinin Belirlenmesi

Determination of Influence of Sediment Dredging on Surface Sediment Nutrients in Mogan Lake, Ankara

ÖZET

Sediment tarama uygulamaları (uzaklaştırımı), göl içi yönetim girişimlerinden biridir. Mogan Gölü'nde sediment tarama sonrası; a) Sediment kalite parametrelerinin (organik madde, toplam fosfor, toplam azot, toplam organik karbon ve redoks potansiyeli değeri) aylara ve istasyonlara bağlı değişiminin belirlenmesinin b) Sedimentin kirlenme durumunun, besin elementlerini baz alarak (kirlenme indeksi, zenginleşme faktörü, organik azot indeksi) ortaya konmasının amaçlandığı çalışmada, litoral bölgede iki istasyon (I. istasyon; özellikle maden işleme tesisleri ve evsel kaynaklı atık suların, II. istasyon; evsel atık ve tarımsal faaliyet kaynaklı atık suların ulaştığı alanda) seçilmiştir. Bulgulara göre; a) En yüksek toplam organik karbon (%6.30-mayıs ayında) ve toplam azot (%0.69-kasım ayında) değeri II. istasyonda, toplam fosfor değeri Mayıs ayında I. istasyonda (%0.32) bulunmuştur. Gerek tarımsal gerekse evsel atık girişlerinin, her iki ayda ve istasyonda etkili olduğu belirlenmiştir. b) Kirlenme indeksi ve organik azot indeksleri, sedimentin en fazla azotla ve diğer besin elementlerine göre de önemli düzeyde kirlendiğine işaret etmektedir. Zenginleşme faktörüne göre en çok zenginleşme gösteren parametre ise toplam fosfor olarak belirlenmiştir. Kirlenme indeksleri, sedimentteki organik madde, toplam azot ve toplam fosfor düzeyleri üzerinde tarama girişiminin etkin olmadığını; tarama alanlarının önceliklendirilmesi, tarama derinliği, tekniği gibi konuların irdelenmesi gerektiğini ortaya

Sorumlu Yazar

Arzu BİNİCİ

arzu.binici@tarimorman.gov.tr

 0000-0002-8212-3615

Yazar

Serap PULATSÜ

serap.pulatsu@agri.ankara.edu.tr

 0000-0001-5277-417X

* Doktora Tezinden üretilmiştir.

Gönderilme Tarihi : 18 Mayıs 2021
Kabul Tarihi : 22 Haziran 2021

koymuştur. Ayrıca besin elementleri düzeyleri özellikle göl suyuna salınım riskleri nedeniyle izlenmelidir.

Anahtar Kelimeler: Sediment kalitesi, besin elementi, sediment tarama, kirlenme indeksi, Mogan Gölü

ABSTRACT

Sediment dredging practices (removal) is one of the intra-lake management initiatives. After sediment dredging in Lake Mogan; in the study aiming to determine a) The change of sediment quality parameters (organic matter, total phosphorus, total nitrogen, total organic carbon, redox potential) depending on the months-stations, b) The pollution status of the sediment, based on the nutrients (pollution index, enrichment factor, organic nitrogen index); two stations in the littoral zone (the station I; especially the mine processing facilities, domestic wastewater and the station II; the area where the domestic and agricultural wastewater reaches) were selected. According to the findings; a) The highest total organic carbon (6.30% in May) and total nitrogen (0.69% in November) values were found in the station II, and the total phosphorus value was found in the station I (0.32%) in May. It was determined that both agricultural and domestic waste inputs are effective in both months-stations. b) Pollution index and organic nitrogen indexes indicate that the sediment is contaminated with the most nitrogen and other nutrients. According to the enrichment factor, the parameter showing the most enrichment was determined as total phosphorus. Pollution indexes have shown that the dredging attempts were not effective on organic matter, total nitrogen, and total phosphorus levels in the sediment; and in the context of reducing both the cost of dredging and the loss of time, the need to prioritize dredging areas, dredging depth, technique, timing etc. In addition, nutrient levels should be monitored, especially due to the risks of release into lake water.

Key Words: Sediment quality, nutrient, sediment dredging, pollution index, Mogan Lake

GİRİŞ

Sediment tarama uygulamaları, dipteki besin maddesi yönünden zengin taban çökeltileri olarak isimlendirilen

sedimentleri uzaklaştırmak olarak tanımlanabilecek göl içi yönetim girişimlerinden biridir (Pulatsü vd. 2015). Bu uygulamanın; sedimentten geçici olarak besin elementleri-toksik madde salınımı, fitoplankton verimliliğinde artış, koku sorunu, bentik balıkların besinini oluşturan organizmalardaki geçici azalma, sedimenti barındıran boşaltım sahasının çevresel etkisi gibi dezavantajları söz konusudur (Peterson 2007).

Sediment tarama uygulamalarının sığ-ötrofik göllerde iç kaynaklı besin elementi yükünün azaltılmasında etkili olduğu (Zhang vd. 2010), ancak sediment tarama derinliğinin, sedimentten kaynaklanan iç kaynaklı besin elementi yükü veya makrofit büyümesinin kontrolüne yönelik derinleştirme girişimlerinde dikkate alınması gereken bir konu olduğu belirtilmiştir (Welch ve Jacoby 2004). Ayrıca sediment tarama sonuçlarının, besin elementleri üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi uzun bir süreye ihtiyaç göstermektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar, 2-5 yıllık bir süreci kapsamaktadır (Ryding vd. 2006, Wang ve Feng 2007).

Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi'nde bulunan ve Ankara'ya yakınlığı nedeniyle rekreasyonel açıdan önem taşıyan Mogan Gölü'nün çevresi konut, sanayi, turizm gibi farklı faaliyetlere ev sahipliği yapmaktadır. Yoğun bir kentsel-endüstriyel kirlilik baskısı altında bulunan ötrofik-sığ gölde, bazı göl yönetim uygulamaları uzun yıllardır süregelmiştir. Özellikle sediment tarama (dredging) girişimi, Mogan Gölü'nde zaman zaman gerçekleştirilmektedir.

Mogan Gölü'nde, Temmuz 2004-Haziran 2005 tarihleri arasında fosfor salınımı tahmin edilmiş, dış kaynaklı fosfor yükünün azaltılmasını takiben, düşük düzeyde tahmin edilen ve sedimentten fosfor salınımı ile karakterize edilen iç kaynaklı fosfor yükünün etkin hale geçebileceği belirtilmiştir (Topçu ve Pulatsü 2008). 2006 yılından itibaren gölde yerel yönetim tarafından öncelikli olarak dip sedimenti temizleme çalışmalarını kapsayan bazı göl yönetim uygulamaları yürütülmüş; Topçu ve Pulatsü (2017) tarafından ise sedimente ilişkin fosfor salınım değerleri (0.1754-1.1249 mg/m².gün) dikkate alındığında mevcut yönetim uygulamalarına şu an için ihtiyaç olmadığı bildirilmiştir. Topçu vd. (2018), Mogan

Gölü'nde yürüttükleri son çalışmada da sediment üstü sudaki çözülmüş fosfat değeri ekim ayında 0.008 mg/L'nin, temmuz ayında 0.046 mg/L'nin altına düştüğünde sedimentten göl suyuna olabilecek fosfor salınım riskine işaret etmişlerdir.

Bu çalışma ile Mogan Gölü'nün rekreatif değerinin artırılmasına yönelik bir göl yönetim uygulaması olan sediment tarama (uzaklaştırımı) ertes; a) Sediment kalite parametrelerinin (organik madde, toplam fosfor, toplam azot, toplam organik karbon ve redoks potansiyeli değeri) belirlenmesi b) Sedimentin kirlenme durumunun, besin elementlerini baz alarak (kirlenme indeksi, zenginleşme faktörü, organik azot indeksi) ortaya konması amaçlanmıştır. Araştırma bulguları ile gölde sediment tarama uygulamaları ertes, sediment kalitesinin ortaya konacak olmasının, sedimentteki olası değişimlere ve girişimin etkinliğine ışık tutacağı düşünülmektedir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma Alanı

Araştırma alanı olan Mogan Gölü, Ankara Çayı Alt Havzası'nda ve Ankara'nın 20 km güneyinde Ankara-

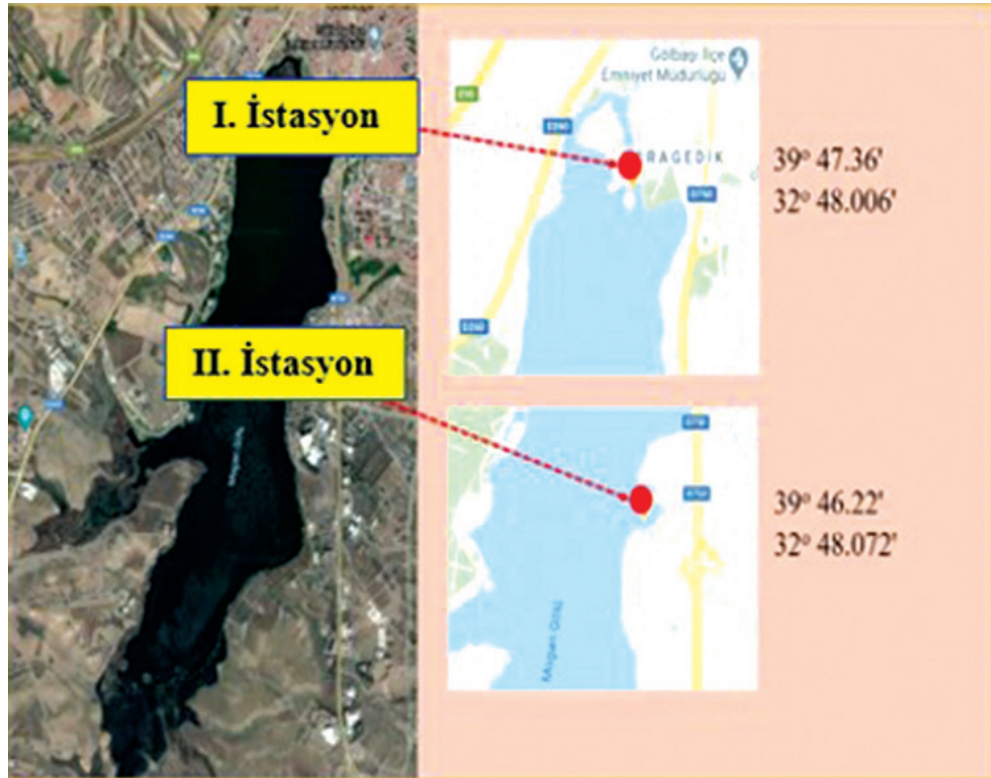
Konya yolu üzerinde yer alan, büyük oranda yağış ve irili ufaklı beşten fazla dereden gelen sularla beslenen alüvyal set gölüdür. Normal su kotu 972 m, normal su kotunda göl alanı 664 km², göl ortalama derinliği 3-5 m ve normal su seviyesinde göl hacmi 13.34 milyon m³'tür. Mogan Gölü yeraltı suyu beslemesi oldukça düşük olup, su girdisi yazları genelde kuruyan düzensiz rejimli dereler vasıtasıyla olmaktadır (Anonim 2016).

Mogan Gölü litoral bölgede, tabanı sediment örneklerinin alınmasına uygun olan ve gölü kirleten kaynakları da temsil edecek şekilde iki istasyon seçilmiştir. I. istasyon; özellikle maden işleme tesisleri ve evsel kaynaklı atık suların ulaştığı alanda, II. İstasyon; evsel atık ve tarımsal faaliyet kaynaklı atık suların ulaştığı alanda belirlenmiştir. Araştırma alanı ve istasyonların konumu Şekil 1'de sunulmuştur.

Yöntem

Mogan Gölü'nde litoral bölgede belirlenen istasyonlardan 2020 yılının Mayıs ve Kasım aylarında olmak üzere iki farklı periyotta yüzey sediment örnekleri alınmıştır.

Sediment alma kepçesiyle alınan örnekler, koyu



Şekil 1. Araştırma alanı ve istasyonların konumu

renkli naylon torbalarda ve soğuk ortamda laboratuvara ulaştırılmıştır. Sediment örneklerinde redoks potansiyeli (ORP ölçümü) değerleri taşınabilir pH/ORP ölçer ile sahada belirlenmiştir.

Sediment Örneklerinde Ölçüm ve Analizler:

- **Tekstür analizi (bünye tayini):** Sediment örneklerinin elek sallayıcı sistemden geçirilmeden önceki ağırlığı hassas terazide tartılarak alınmış ve 1 mm' lik elekten geçirildikten sonra küçük parçalara elenmesiyle sedimentin tekstürel yapısı saptanmıştır.

- **Organik madde tayini (OM, %):** Sediment örneklerine kuru yakma metoduna göre kül fırınında 550° C de 2 saat yakılma işlemi uygulanmış bu işlemde yakılmadan önceki ve sonraki tartım ağırlıkları kaybı dikkate alınmıştır (Kacar 1995).

- **Toplam organik karbon (TOK, %):** Elementer analiz cihazı ile Dumas metodu ile belirlenmiştir.

- **Toplam azot (TA, %):** Elementer analiz cihazı ile Dumas metodu ile belirlenmiştir.

- **Toplam fosfor tayini (TF, %):** Vanadomolibdofosforik sarı renk metodu ile Kacar ve İnal (2008)'e göre yapılmıştır.

Sedimentteki Besin Elementlerine İlişkin İndeksler:

-Kirlenme indeksi

Kirlenme indeksi (Ki), Zhang vd. (2015)'e göre belirlenmiştir.

$$K_i = C_i / C_{0i}$$

C_i : Sedimentteki besin elementi konsantrasyonu

C_{0i} : Çevresel ölçüm standart değerleri (OM (%): 1.724, TA (%): 0.055, TF (%): 0.06)

-Organik indeks ve organik azot indeksi

Organik indeks = Organik karbon (%) x Organik azot (%)

Organik azot indeksi = TN (%) x 0,95

Çizelge 1. Sedimentte organik indeksi (%) değerlendirme standartları (Zhang vd. 2015)

Organik indeks	<0,05	0,05-0,35	0,35-0,75	≥ 0,75
Organik azot	< 0,033	0,033-0,066	0,066-0,239	> 0,239
Kalite türü	Kirlenmemiş	Az kirlenmiş	Kirlenmiş	Çok kirlenmiş
Sınıf	I	II	III	IV

- Zenginleşme faktörü

Zenginleşme faktörü (ZF_i), Zhang vd. (2015)'e göre belirlenmiştir.

$$ZF_i = C_i / CBV$$

C_i : Sedimentteki besin elementi konsantrasyonu

CBV: Sedimente ilişkin geçmiş besin elementi konsantrasyonu verileri (Pulatsü vd. (2008), Topçu ve Pulatsü (2017) tarafından bildirilen TF, TA ve TOK'a ilişkin değerlerin ortalaması esas alınmıştır).

Zenginleşme faktörüne göre sınıflandırmada ise, Sasikala vd. (2009) tarafından belirtilen değerler esas alınmıştır. Bu değerlere göre; $ZF < 1$: zenginleşme yok, $ZF = 1-3$: az seviyede zenginleşme, $ZF = 3-5$: orta seviyede zenginleşme, $ZF = 5-10$: orta seviyeden daha yüksek seviyede zenginleşme, $ZF = 10-25$: yüksek seviyede zenginleşme, $ZF = 25-50$: çok yüksek zenginleşme, $ZF > 50$: aşırı seviyede zenginleşmeyi ifade etmektedir.

İstatistiki Analizler

Değişkenlerin farklı istasyonlara göre karşılaştırılmasında Mann-Whitney testi, aynı istasyonlardaki aylara göre karşılaştırılmasında ise Wilcoxon işaretli sıra sayıları testi kullanılmıştır (Çolak 2021). İstatistiksel analizler için SPSS 23 yazılımlarından yararlanılmıştır.

BULGULAR

Sediment örneklerine ait tekstür analizi (bünye tayini) sonuçlarına göre sediment örneklerinde her iki ay ve istasyonda sedimentin kil oranı silte göre oldukça yüksek saptanmış, kuma rastlanmamıştır. I. istasyonda Mayıs ve Kasım ayında kil-silt değerleri (%) sırasıyla; 82,82-17,18 ve 87,13-12,86 iken, II. istasyonda Mayıs ve Kasım ayındaki kil-silt değerleri (%) sırasıyla; 55,55-44,44 ve 54,86-45,13 olarak bulunmuştur.

Sediment örneklerine ait organik madde, toplam organik karbon, toplam azot, toplam fosfor analizine ve redoks potansiyeli ölçümlerine ilişkin bulgular **Çizelge 2'**de sunulmuştur.

Çizelge 2. İstasyon ve aylara bağlı ortalama organik madde (OM, N=4), toplam organik karbon (TOK), toplam azot (TA), toplam fosfor (TF, N=2) ve redoks potansiyeli (mV, N=4) değerleri

Parametreler	Aylar	İstasyonlar	
		I	II
OM (%)	Mayıs	6,15±0,46 ^{a**}	4,59±0,37 ^{bb}
	Kasım	11,04±0,24 ^{ca}	19,83±5,73 ^{db}
TOK (%)	Mayıs	0,88±0,67	1,94±1,25
	Kasım	<0,1	6,30±1,12
TA (%)	Mayıs	0,46±0,44	0,70±0,70
	Kasım	<0,1	0,59±0,02
TF (%)	Mayıs	0,07±0,02	0,16±0,15
	Kasım	0,32±0,10	0,27±0,04
Redoks pot. (mV)	Mayıs	-34,25±0,96 ^{aA}	-9,5±1,29 ^{bb}
	Kasım	-15,5±1,29 ^{ca}	-50,5±1,29 ^{db}

*Aynı satırdaki küçük harfler, aynı ayda her bir parametrenin istasyonlar arası farklılığını,

**Aynı sütundaki büyük harfler ise aynı istasyonda her bir parametrenin aylar arası farklılığını göstermektedir.

Çizelge 2'de görüleceği üzere, organik maddeye ilişkin ortalama değerler istasyonlar arasında istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık gösterirken ($p<0.05$), aylar arası farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Toplam organik karbon ve toplam azot verileri esas alındığında II. istasyon değerleri, I. istasyona göre daha yüksek tespit edilmiştir. En yüksek ortalama toplam organik karbon değeri ($6.30\pm 1,12$) ve toplam azot değeri ($0.59\pm 0,02$) kasım ayında II. istasyonda belirlenmiştir Mogan Gölü'nde sedimente ilişkin yüksek redoks potansiyeli değeri, I. istasyonda Mayıs ayında II. istasyonda ise Kasım ayında ölçülmüştür. Bu parametre bakımından her iki ay için istasyonlar arası farklılık istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$), her iki istasyonun Mayıs ve Kasım ayları ölçüm değerleri arasındaki farklılık ise önemsiz seviyede bulunmuştur (Çizelge 2). Sedimentteki besin elementleri ile kirlenmeye ilişkin sonuçlar ise Çizelge 3'de sunulmuştur.

Çizelge 3. Sedimentte kirlenme indeksi (K_p), organik indeks, organik azot indeksi ve zenginleşme faktörü (ZF) değerleri

Kirlenme parametreleri	Aylar	İstasyonlar	
		I	II
Kİ-OM	Mayıs	3,56	6,43
	Kasım	2,65	9,89
Kİ-TF	Mayıs	1,17	2,67
	Kasım	5,33	4,50
Kİ-TA	Mayıs	8,36	12,54
	Kasım	-	10,73
Organik indeks	Mayıs	0,40	1,34
	Kasım	-	3,72
Organik azot indeksi	Mayıs	0,44	0,67
	Mayıs	-	0,56
TF-ZF*		3,56	
TF-ZF**		2,52	
TA-ZF**		1,21	
TOK-ZF**		0,44	

ZF*: Pulatsü vd (2008), ZF**: Topçu ve Pulatsü (2017)'nin bildirdiği değerler kullanılmıştır.

ZF<1: zenginleşme yok, ZF=1-3: az seviyede zenginleşme, ZF=3-5: orta seviyede zenginleşme, ZF=5-10: orta seviyeden daha yüksek seviyede zenginleşme, ZF=10-25: yüksek seviyede zenginleşme, ZF= 25-50: çok yüksek zenginleşme, ZF>50: aşırı seviyede zenginleşme (Sasikala vd. (2009))

Sediment örneklerinde organik madde için kirlenme indeksi değerleri Kasım ayında II. istasyonda daha yüksek iken, TF için yine Kasım ayında olmak üzere I. istasyonda daha yüksek bulunmuştur. Toplam azot için en yüksek değer II. istasyonda (%12.54) bulunmuştur. Çizelge 3'de verilen bulgular ışığında, en yüksek değer toplam azota ait olduğu için Sedimentin besin elementleri açısından en fazla azot ile kirlendiği söylenebilir.

Sediment örneklerinde gerek organik indeks gerekse organik azot indeks sonuçları, II. istasyonda her iki ayda I.

istasyona göre daha yüksek saptanmıştır (Çizelge 3). Bu iki parametre açısından Mayıs ayı verileri, kirlenmiş-III. sınıfa (I. istasyon hariç), her iki ayda ise II. istasyon çok kirlenmiş seviyeyi gösteren IV. sınıfa işaret etmektedir. Gerek kirlenme indeksi gerekse azot ile ilintili bu iki parametre sonuçları, sedimentin genel anlamda azot ile önemli ölçüde kirlendiğini desteklemektedir.

Zenginleşme faktörü açısından TF için Pulatsü vd. (2008)'in çalışmasına ilişkin sonuçlar esas alındığında orta düzeyde bir zenginleşme (ZF=3-5) söz konusudur. Topçu ve Pulatsü (2017)'nin bildirdiği verilere göre ise toplam fosfor ve toplam azot değerleri bakımından az düzeyde bir zenginleşmeden (ZF=1-3) söz edilebilir. Yine Topçu ve Pulatsü (2017)'nin bildirdiği değerler baz alındığında, toplam organik karbon bakımından zenginleşme olmadığı (ZF<1) saptanmıştır. Bu bağlamda, geriye dönük toplam fosfora ait en eski veriyi kapsayan Pulatsü vd. (2008)'e ait bulgular ışığında, en çok zenginleşme gösterdiği tespit edilen parametre toplam fosfor olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Göllerin iyileştirilmesi amacıyla, göl tabanından sedimentin uzaklaştırılması işlemi olan sediment (dip) tarama uygulaması, ötrofikasyonu önleme çarelerinden biridir. Bu uygulama, Mogan Gölü'nde de gölün rekreatif devamlılığı açısından zaman zaman yapılmaktadır.

Göllerde sedimentteki azot düzeylerinin mevsimsel farklılıklar gösterdiği farklı çalışmalarla ortaya konmuştur. Liao ve Lean (1978) tarafından, tabakalaşmamış ve oksijenli sığ bir göl olan Ontario Gölü'nde sedimentin % 1,5 gibi oldukça yüksek düzeyde toplam azot içerdiğini, göl sedimentinde kış mevsiminde belirlenen toplam azot yüzdelерinin yazın saptanan değerden daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Carignan (1985), sedimentte toplam azot düzeyinin makrofit ölümü ile kışın maksimum düzeye ulaştığını, baharda daha düşük bulunduğunu bildirmiştir. Jonsson (1997), bahar döneminde saptanan toplam azot değerinin (%40) yaz dönemine (%79) göre daha düşük olduğunu, Lau (2000) ise, sedimentte azot düzeyinin nisan-ağustos aylarında maksimum düzeye ulaştığını belirtmiştir. Xu vd. (2003) tarafından ötrofik bir gölde yürütülen çalışmada ise, sedimentteki toplam fosfor değerinin 487-

551 µg/gKA olduğu, bahar aylarındaki maksimum değer, göle ulaşan yoğun silt ve besin elementi girdisinden kaynaklandığı bildirilmiştir.

Mogan Gölü'nde yürütülen bu çalışmada, sedimentteki toplam azot değerleri, her iki ayda da I. istasyonda, II. istasyona göre daha düşük bulunmuştur. Mayıs ayı toplam azot değerleri Kasım ayına göre daha yüksek saptanmış olup, yukarıdaki bildirişlerin bir bölümü ile benzerlik göstermekte; sedimentteki toplam azot miktarının baharda özellikle tarımsal faaliyet kaynaklı kirleticiler başta olmak üzere yüzeysel akışlarla göle ulaşan girdilerdeki artışla ilintili olabileceği düşünülmektedir. Sedimente ilişkin toplam fosfor değerleri ise, toplam azotun aksine Kasım ayında ve I. istasyonda maksimuma (%32) ulaşmıştır.

Çalışma kapsamında Mogan Gölü sedimentine ilişkin organik madde seviyeleri (%4.56-%17.05), aynı göl için Pulatsü vd. (2008) tarafından belirtilen verilere (%3.30-%5.42) göre daha yüksek tespit edilmiştir. Araştırma dönemlerinin farklılığı dikkate alındığında, güncel organik madde düzeyleri bir miktar zenginleşmeye işaret etmektedir. Sedimentteki organik madde seviyesinde tespit edilen yaklaşık üç katlık bir artış, göldeki sediment tarama faaliyetinin sedimentin organik madde düzeyi üzerinde de önemli ölçüde olumlu bir etkisi olmadığını desteklemektedir.

Mogan Gölü'nde sedimentin TOK konsantrasyonu I. istasyonda oldukça düşük seviyelerde seyrederken, II. istasyonda Kasım ayında maksimum olan 63000 µg/g KA değerine ulaşmıştır. Belirlenen maksimum değer, bile Topçu ve Pulatsü (2017)'nin aynı göl sedimenti için belirttikleri maksimum seviyeden (79675 µg/g KA) daha düşük olması, bu parametre bakımından sediment tarama girişiminin belirli düzeyde de olsa indirgenme yönünde etki ettiği şeklinde yorumlanabilir.

Yılgor vd. (2012) tarafından, Bafa Gölü (Batı Anadolu) dip sediment örneklerinde %0.35 ve %3.58 arasında değişim gösterdiği bildirilen toplam organik karbon konsantrasyonları, Mogan Gölü yüzeysel sediment örneklerinde daha yüksek düzeylerde (%0.88-%6.30) değişim göstermiş, toplam inorganik karbon konsantrasyonunun derinliğe

bağlı değişimi bu çalışma kapsamında dikkate alınmamıştır.

Topçu ve Pulatsü (2017), Mogan Gölü sedimenti için TA değişim aralığını 3250,0 µg/g KA- 6325,0 µg/g KA olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada ise, I. istasyonda düşük seviyelerde ve kasım ayında belirlenen TA değeri, aynı ayda II. istasyonda 6900 µg/g KA değerine ulaşarak daha yüksek bulunmuştur. Dolayısı ile kasım ayı-I. istasyon hariç olmak üzere bu çalışmada belirlenen sediment toplam azot değerleri, Mogan Gölü'nde Nisan 2015-Ocak 2016'da mevsimlik olarak alınan sediment örneklerindeki toplam azot değerlerinden (Topçu ve Pulatsü 2017) daha yüksek seviyelerde seyretmiştir. Bu durum Wang ve Feng (2007)'nin bulgularını destekleyerek, toplam azot değeri üzerinde tarama girişiminin etkin olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Mogan Gölü sedimentinde TF konsantrasyonu baz alındığında, Topçu ve Pulatsü (2008, 2017) tarafından bildirilen konsantrasyon değişim aralığı sırasıyla; 286,0 µg/g KA- 892,250 µg/g KA ve 620,0 µg/g KA- 1047,50 µg/g KA iken bu çalışmada; 700-3200 µg/g KA arasında değişim göstermiştir. Bu durum, sediment tarama girişiminin bu parametre açısından da çok etkin olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Bulgularımız, Wang ve Feng (2007) tarafından South Gölü'nde (Çin) sediment tarama uygulamalarının, toplam fosfor değerlerinin azaltılmasında etkili olduğunu bildirdiği çalışma sonuçları ile örtüşmemektedir.

Araştırmamızda OM/TA oranı ortalama 19,43 saptanmış olup, Zhang vd. (2015) tarafından, sedimentin OM/TA oranı 10'dan büyük ise, sedimentteki organik maddenin temel olarak dış kaynaklı olabileceğine ilişkin bildirişi ile uyum göstermektedir.

Sonuç olarak, çalışma kapsamında gerek sedimentte belirlenen organik madde, toplam azot, toplam fosfor düzeyleri gerekse toplam azot ve toplam fosfora ilişkin kirlenme indeks sonuçları tarama girişiminin önemli ölçüde etkin olmadığı yönündedir. Tarama uygulamalarının maliyeti, çevresel etkileri, süreci vb. unsurlar bağlamında, Mogan Gölü için de zamanlama, tarama alanlarının önceliklendirilmesi, tarama derinliği, tekniği gibi konuların ele alınması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca

göl havzasındaki antropojenik kirleticiler devam ettikçe, gölün sürdürülebilir kullanımı açısından sedimentin besin elementi düzeylerinin rutin olarak izlenmesi uygun olacaktır. Zira ötrofikasyonu tetikleyen ve sedimentte biriken besin elementlerinin, pH, redoks potansiyeli, sıcaklık ve organik madde gibi bazı unsurlardaki değişikliklere bağlı olarak göl suyuna salınabileceği riski göz ardı edilmemelidir.

TEŞEKKÜR

Bu projenin (19L0447010) gerçekleştirilmesi için gerekli mali desteği sağlayan Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne şükranlarımızı sunarız.

KAYNAKLAR

- Anonim. 2016. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. Göller ve Sulak Alanlar Eylem Planı, 2016-2018, 27-30 s., Ankara.
- Carignan, R. 1985. Nutrient dynamics in a littoral sediment colonized by the submersed macrophyte *Myriophyllum spicatum*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42, 1303-1311.
- Çolak, E. 2021. Mann-Whitney U ve Wilcoxon T testleri. https://eczacilik.anadolu.edu.tr/bolumSayfaları/belgeler/ecz2014%2010_20140512122216.pdf. Erişim tarihi: 6.06.2021.
- Jonsson, A. 1997. Fe and Al sedimentation and their importance as carriers for P, N and C in a large humic lake in Northern Sweden. Water, Air and Soil Pollution, 99, 283-295.
- Kacar, B. 1995. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, 3, 705 s.
- Kacar, B. ve İnal, A. 2008. Bitki analizleri. Ankara Nobel Yayın Dağıtım, 978 (605), 395-036-3.
- Lau, S., S. 2000. The significance of temporal variability in sediment quality for contamination assessment in a coastal wetland. Water Res., 34 (2), 387-394.
- Liao, C, F, H. and Lean, D., R., S. 1978. Seasonal changes in nitrogen compartments of lakes under different loading conditions. J. of Fish. Res. Board Can., 35, 1095-1101.

- Peterson, S., A. 2007. Lake restoration by sediment removal. *Journal of the American Water Resources Association*, 18:3-423-436.
- Pulatsü, S., Topçu A., Kırkağaç, M., Köksal, G. 2008. Sediment phosphorus characteristics in the clearwater state of Lake Mogan, Turkey. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 13, 197–205.
- Pulatsü, S., Topçu, A., Yılmaz, E. 2015. Göllerde Ötrofikasyonun Kontrolü: Sediment Tarama Uygulamaları. *Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech*, 5, 1, 51-56.
- Ryding, S. O. 2006. Lake trehörningen restoration project. Changes in water quality after sediment dredging. *Hydrobiologia*, 91, 92, 549-558.
- Topçu, A. and Pulatsü, S. 2008. Phosphorus fractions in sediment profiles of the eutrophic Lake Mogan, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 17, 2, 164-172.
- Topçu, A. and Pulatsü, S. 2017. Evaluation of some management strategies in eutrophic Mogan Lake, Turkey: phosphorus mobility in the sediment-water interface. *Applied Ecology and Environmental Research*, 15, (4), 705-717.
- Topçu, A. Ulusoy, U., Pulatsü, S. 2018. Determination of sediment phosphate sorption characteristics in shallow Mogan Lake, Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16, 5, 5971-5985.
- Wang, X. Y. and Feng, J. 2007. Assessment of the effectiveness of environmental dredging boin South Lake, China. *Environ. Manage.*, 40, 314–322.
- Welch, E., B. and Jacoby, J., M. 2004. *Pollutant Effects in Freshwater. Applied Limnology Third edition.* Spon Press London and New York.
- Xu, F.L., Tao, S., Dawson, R.W., Xu, Z, R. 2003. The distributions and effects of nutrients in the sediments of a shallow Chinese Lake. *Hydrobiologia*, 429, 85-93.
- Yılğör, S., Küçüksezgin, F. ve Özel, E. 2012. Assessment of metal concentrations in sediments from lake Bafa (Western Anatolia): an index analysis approach. *Bull Environ. Contam. Toxicol.*, 89, 512–518.
- Zhang, S., Zhou, Q., Xu, D., Lin, J., Cheng, S., Wu, Z. 2010. Effects of sediment dredging on water quality and zooplankton community structure in a shallow of eutrophic lake. *Journal of Environmental Sciences*, 22, (2), 218-224.
- Zhang, Z. L. Y. Zhang, W. Zhang, Y. Sun, C., Marhaba, T. 2015. Phosphorus, organic matter and nitrogen distribution characteristics of the surface sediments in Nansi Lake, China. *Environ. Earth*, 73, 5669-5675.