

Sakaryabaşı Batı Göleti'nde (Türkiye) Sedimentten Fosfor Salınımının Tahmini

*Serap Pulatsü, Akasya Topçu

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü, 06110, Ankara, Türkiye
*E mail: spulatsu@agri.ankara.edu.tr

Abstract: *Estimation of phosphorus release from the Sediment in Sakaryabaşı West Pond (Turkey). In this study, we aimed to determine* the contribution of sediment to the pond eutrophication, which supply water to the Sakaryabaşı Fish Culture and Research Station. Water and sediment samples were taken from the station in years 2000 (July and October) and 2001 (January and April). Phosphorus release from littoral sediments to pond water by using sediment water content, molecular diffusion coefficient, tortuosity, and the TFO (total filtrable orthophosphate) gradient across the sediment-water interface was estimated. The highest release rate was determined on October, 2000 as $22 \mu\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$, on the other hand the lowest rate was found out as $3 \mu\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$ on January, 2001. The factors affecting the decreasing phosphorus release mechanism were discussed with the results of the contemporaneous studies in pond.

Key Words: Phosphorus release, Sediment, Tortuosity, Molecular Diffusion Coefficient, Sakaryabaşı West Pond.

Özet: Bu çalışmada, sedimentin Sakaryabaşı Balık Üretim ve Araştırma İstasyonu'na su sağlayan Batı Göleti ötrofikasyonuna katkısının belirlenmesi amaçlanmıştır. Su ve sediment örnekleri, 2000 (Temmuz ve Ekim) ve 2001 (Ocak ve Nisan) yılında bir istasyondan alınmıştır. Litoral sedimentten gölet suyuna fosforun salınımı; sedimentin su içeriği, moleküler difüzyon katsayısı, tortusite ve sediment-su ara yüzeyi boyunca TFO (toplam filtre edilebilir ortofosfat) gradyanları kullanılarak tahmin edilmiştir. En yüksek fosfor salınım değeri, 2000 yılı ekim ayında $22 \mu\text{g m}^{-2}\text{gün}^{-1}$, en düşük ise 2001 yılı ocak ayında $3 \mu\text{g m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ olarak tahmin edilmiştir. Sedimentten fosfor salınımının düşük kalmasını etkileyen faktörler gölette eş zamanlı yürütülen çalışma sonuçlarıyla tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fosfor salınımı, Sediment, Tortusite, Moleküler difüzyon katsayısı, Sakaryabaşı Batı Göleti.

Giriş

Göl ve göletlerin ötrofikasyonunda, sedimentten fosfor salınımı şeklinde karakterize edilen iç kaynaklı fosfor yüklemesi önemli bir yer tutmaktadır. Göl sedimentinde biriken fosforun bir bölümü hareketli kalabilmekte ve dış kaynaklı yüklemenin azaltılmasına karşın, yüksek primer üretimi destekleyecek şekilde su sütununa geri dönmektedir. Sedimentten fosforun salınım dinamiğinin tahmin edilmesinde, sediment gözenek suyundaki fosfor düzeyinden yararlanılmakta (Enell ve Löfgren 1988, Moss 1988, Mc Dougall ve Ho 1991), salınan fosfor miktarı çeşitli mobilizasyon ve transport prosesleri ile belirlenebilmektedir (Istvanovics 1988, Marsden 1989).

Sedimentten fosfor salınımının; sedimentin organik yapısı ile sedimentteki fosforun fraksiyonel kompozisyonunun yanısıra, gölün hidrodinamik koşulları ve göl suyu pH'sından da önemli ölçüde etkilendiği belirtilmiştir (Riley ve Prepas 1984, Istvanovics 1988, Sondergaard 1988, Istvanovics 1994, Ramm ve Scheps 1997, Eckert et. al. 1997, Chalar ve Tundisi 2001, Sondergaard et al. 2001, Eckert et. al. 2003).

Drake ve Heaney (1987) İngiltere'deki 9 adet siğ gölde yaptıkları çalışmada, sedimentten olan en yüksek fosfor salınım değerini pH 10.5 iken $75 \text{ mg m}^{-2}\text{gün}^{-1}$, Istvanovics (1988) ise, Balaton Gölü'nde (Macaristan) pH 8-9 arasında

değiştiğinde $2.0-3.9 \text{ mg m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ olarak tahmin etmiştir. Besin düzeyleri meso-ötrofikten ötrofiğe kadar değişen Alberta Gölleri'nde sedimentten fosfor salınım düzeyleri $0.04-1.5 \text{ mg m}^{-2}\text{gün}^{-1}$, ötrofik 9 gölde yapılan çalışmada ise, Mayıs- Ağustos aylarında $0.01-2.31 \text{ mg m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ olarak bildirilmiştir (Shaw ve Prepas 1989, 1990). Sondergaard (1989), hiperötrofik Sobygaard Gölü'nde (Danimarka) yaz aylarında fosfor salınım düzeyini $100-200 \text{ mg m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ olarak saptamıştır.

Çifteler-Sakaryabaşı Batı Göleti'nde sediment gözenek suyundaki toplam filtre edilebilir fosfor ve demir konsantrasyonu sediment üstü sudaki değerlerden daha yüksek bulunmuş, gölet suyuna sediment gözenek suyundan toplam filtre edilebilir fosfor ve demirin difüzyonunun olası olduğu bildirilmiştir (Pulatsü ve diğ. 2003). Bu çalışmada ise, Batı Göleti ötrofikasyonuna olan katkısının belirlenebilmesi için sedimentten difüzyonla fosfor salınımının tahmini amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Sakaryabaşı havzasının kaynaklarından biri olan Batı Göleti Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Sakaryabaşı Balık Üretim ve Araştırma İstasyonu'nun su ihtiyacını karşılamaktadır. Sazan, tilapia ve ot sazının bulunduğu istasyonda gökkuşuğu alabalığının yetiştiriciliği (25 ton yıl⁻¹) besicilik

şeklinde yapılmaktadır (Erençin ve Erençin 1978). Yüzey alanı 0.92 hektar, debisi ise $0.40 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$ olan Batı Göleti'ne ilişkin bilgiler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Batı Göleti'nde su ve sedimente ilişkin bazı parametreler (Pulatsü ve diğ. 2003)

Gölet suyu	min-max
O_2 (mg lt^{-1})	16.40-21.30
TF (mg m^{-3})	82.05-202.04
KI-a (mg m^{-3})	0.52-8.12
Sediment	min-max
Toplam fosfor ($\mu\text{g g}^{-1}\text{KA}$)	636.0-1701.3
Su içeriği (%)	97.36-98.49
Organik madde (%)	13.42-18.13
Toplam demir ($\mu\text{g g}^{-1}\text{KA}$)	163.25-224.72

Bu çalışma Batı Göleti'nde 2000 yılının temmuz ve ekim aylarında, 2001 yılının ise ocak ve nisan aylarında, saha ve laboratuvar çalışması olmak üzere iki aşamada yürütülmüştür. Sediment örnekleri göletin litoral bölgesinde belirlenen bir istasyondan 60 cm uzunlukta ve 72 mm çapında tüp şeklindeki sediment örneği alma cihazı ile alınmıştır. Sediment örneği sarsılmadan yaklaşık üç saat içerisinde laboratuvara ulaştırılmıştır.

Sediment üstü su örnekleri, laboratuvara getirilen tüp şeklindeki sediment örneği alma cihazından sedimentin hemen üstündeki su sifonlanarak alınmıştır.

Yaş sediment örnekleri; gözenek suyunun sediment partiküllerinden ayrılması için santrifüj edilmiştir (Enell ve Löfgren 1988). Santrifüj tüplerinin üst kısmında biriken berrak kısım bir pipet yardımıyla alınarak, $0.45 \mu\text{m}$ membran filtreden süzölmüştür. Toplam filtre edilebilir ortofosfat (TFO) tayini, askorbik asit metodu ile spektrofotometrik olarak (Anonymous 1975)'e göre yapılmıştır.

Sedimentten göl suyuna moleküler difüzyonla olan fosfor salınımının tahmininde; sedimentin su içeriği, moleküler difüzyon katsayısı, tortusite ve 0-20 cm'lik sediment kesitlerindeki TFO gradyanı baz alınmıştır (Shaw ve Prepas 1990).

$$\text{Salınım} = \emptyset \cdot D \cdot \theta^{-2} \cdot dC/dx \cdot 86.400$$

\emptyset : Sedimentin hacimce su içeriği

D : Moleküler difüzyon katsayısı

θ : Tortusite ($=\emptyset^{-0.8}$)

dC/dx : TFO gradyanı

* Sedimentin su içeriği: Sediment örneğinin 110°C 'de 16 saat kurutulmadan önceki ve sonraki tartım ağırlıkları arasındaki farktan hesaplanmıştır (Shrestha ve Lin 1996).

* D : Moleküler difüzyon katsayısı; H_2PO_4 için hesaplanmıştır:

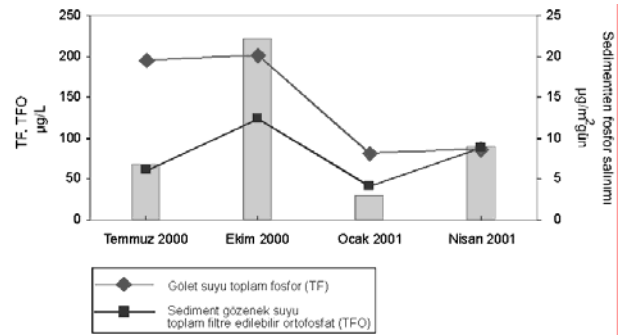
$1.42 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$, sıcaklık: 21.30°C ; $1.24 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$, sıcaklık: 17.55°C ; $1.19 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$, sıcaklık: 16.40°C ; $1.28 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$, sıcaklık: 18.45°C .

* dC : Sediment üstü su ve sediment gözenek sularındaki TFO değerlerinin farkı (mg/m^3),

* dx : Sediment kesiti (cm)

Bulgular

Gölette araştırma periyodunca tahmin edilen fosfor salınım düzeyleri ile sediment üstü gölet suyundaki toplam fosfor ve sediment gözenek suyundaki toplam filtre edilebilir ortofosfat değerleri şekil 1'de sunulmuştur. Şekilde de görüldüğü gibi, fosfor salınım düzeyi, 2000 yılı ekim ayında $22 \mu\text{g m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ olarak maksimuma ulaşmış, bunu $9 \mu\text{g m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ ve $7 \mu\text{g m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ değeri ile nisan ve temmuz ayları izlemiştir. En düşük ise 2001 yılı ocak ayında $3 \mu\text{g m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ olarak tahmin edilmiştir.



Şekil 1. Sakaryabaşı-Batı Göleti'nde tahmini fosfor salınım düzeyleri ile sediment üstü gölet suyundaki TF ve sediment gözenek suyundaki TFO değerleri.

Tartışma ve Sonuç

Pulatsü ve diğ. (2003) tarafından aynı dönemde gölette yürütülen çalışma kapsamında, sedimentte tutulan fosforun büyük bir bölümünün salınımına ve tekrar döngüye girmeye karşı dayanıksız olduğu bildirilerek, Batı Göleti sediment gözenek suyundaki TFO değeri ekim ayında $123.95 \mu\text{g lt}^{-1}$ olarak maksimuma ulaşırken ocak ayında $41.87 \mu\text{g lt}^{-1}$ düzeyinde saptanmıştır. Çalışmamızda da ekim ayında sedimentten salınan fosfor düzeyi diğer aylara göre oldukça yüksek tahmin edilmiştir ($22 \mu\text{g m}^{-2}\text{gün}^{-1}$, şekil 1). Bu durum ise, makrofit köklerinin ölümü sonucu besin elementlerinin dekompozisyonla sediment gözenek suyuna geçtiğini desteklemektedir.

Batı Göleti'nde sediment yüzeyinin araştırma periyodunca aerobik olması, sediment fosforunun hareketliliğinde dominant faktörün pH olabileceği şeklinde yorumlanabilirse de, sediment gözenek suyu pH değerlerinin 7.44-8.15 arasında değişmesi nedeniyle pH'nın sedimentten fosfor salınımını etkileyecek ölçüde yüksek olduğu söylenemez.

Gölette su sıcaklığı değişim aralığı fazla olmayıp araştırma periyodunca $16.40-21.30^\circ\text{C}$ arasında ölçülmüştür. Bu nedenle sedimentten fosfor salınım düzeyinde sıcaklık etkin bir faktör olarak değerlendirilmemelidir. Buna karşın su sıcaklığı sedimentten gölet suyuna organik bağlı fosfor salınımını etkilemiştir. Zira Batı Göleti sedimentinde organik

bağlı fosfor fraksiyonu en düşük (\approx % 30) temmuz ayında bulunmuştur (Pulatsü ve diğ. 2003). Bu durum ise, temmuz ayında su sıcaklığının 21.30°C ile en yüksek değere ulaşarak dekompozisyonun artmasının bir sonucudur.

Gölet suyunun kalsiyum miktarı dikkate alındığında (min: 59.75 mg lt⁻¹, max: 80.25 mg lt⁻¹) yüksek fosfat içeriğinin, fosfatın sediment-su arasındaki değişimini doğrudan etkilemesi başka bir deyişle fosfatın sedimentte alıkonmasına yol açması söz konusudur (Pulatsü 2002).

Akçora (2002) tarafından, Batı Göleti sedimentinin ortalama toplam karbon konsantrasyonu %5.28 olarak saptanarak gölet sedimentinin kalkerli bir yapısı olduğu belirtilmiştir.

Batı Göleti'nde tahmin edilen sedimentten fosfor salınım düzeyleri, çeşitli araştırma sonuçlarıyla (Drake ve Heaney 1987, Boers ve Hese 1988, Istvanovics 1988, Shaw ve Prepas 1989, 1990, Sondergaard 1989) karşılaştırıldığında oldukça düşük bulunmuştur. Bu bağlamda, sedimentin göletin besin düzeyini önemli ölçüde etkilemediği kantitatif olarak belirlenmiş, sedimentten fosfor salınımının düşük kalmasında, göletin yüksek kalsiyum içeriği ve sedimentin kalkerli yapısının, su sıcaklığı ile pH değerlerine göre etkili unsurlar olduğu sonucuna varılmıştır.

Kaynakça

- Anonymous, 1975. Standart methods for the examination of water and wastewater, John D., Ducas Co., USA.
- Akçora, A., 2002. Sakaryabaşı (Çifteler-Eskişehir) Batı Göleti sedimentinin C:N oranı ile göletin besin seviyesi arasındaki ilişkinin araştırılması. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 8(4):289-292.
- Boers, P.C.M. and Hese, O.V. 1988. Phosphorus release from the peaty sediments of the Loosdrecht Lakes (The Netherlands). Wat. Res. 22:355-363.
- Chalar, G. and Tundisi, J.G. 2001. Phosphorus fractions and fluxes in the water column and sediments of a tropical reservoir (Lobo-Broa-Sp). Internat. Rev. Hydrobiol., 86(2): 183-194.
- Drake, J.C., S.I. Heaney, 1987. Occurrence of phosphorus and its potential remobilization in the littoral sediments of a productive English lake. Freshwater Biology, 17:513-523.
- Eckert, W., Nishri, A. and Parparova, R. 1997. Factors regulating the flux of phosphate at the sediment-water interface of a subtropical calcareous lake: a simulation study with intact sediment cores. Water, Air and Soil Pollution, 99:401-409.
- Eckert, W., Didenko, J., Uri, E. And Eldar, D. 2003. Spatial and temporal variability of particulate phosphorus fractions in seston and sediments of Lake Kinneret under changing loading scenario. Hydrobiologia, 494:223-229.
- Enell, M. and S. Löfgren, 1988. Phosphorus in interstitial water: methods and dynamics. Hydrobiologia, 170:103-132.
- Erençin, C. ve Erençin, Z. 1978. Aynalı sazanın (C. carpio) kültür balığı olarak Türkiye'de ilk defa yetiştirilmesi ile ilgili araştırmalar. A.Ü. Vet. Fak. Derg. XXV, No1.
- Istvanovics, V., 1988. Seasonal variation of phosphorus release from the sediments shallow lake Balaton (Hungary). Water Resources 22:1473-1481.
- Istvanovics, V. 1994. Fractional composition, adsorption and release of sediment phosphorus in the Kiss-Balaton Reservoir. Wat. Res., Vol.28. No:3, pp 717-726.
- Marsden, Martin W., 1989. Lake restoration by reducing external phosphorus loading: the influence of sediment phosphorus release. Freshwater Biology, 21:139-162.
- McDougall, B.K., G.E. Ho, 1991. A study of the eutrophication of the North Lake, Western Australia. Wat. Sci. Tech., 23: 163-173.
- Moss, B., 1988. Ecology of fresh waters. Man and Medium 2nd ed. London.
- Pulatsü, S., 2002. Sakaryabaşı (Çifteler-Eskişehir) Batı Göleti'nde kalsiyum-fosfat etkileşimi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 8(3):261-265.
- Pulatsü, S., A. Akçora, F. Köksal, 2003. Sediment and water phosphorus characteristics in a pond of spring origin, Sakaryabaşı Springs Basin, Turkey. Wetlands, 23(1): 200-204.
- Ramm, K. and Scheps, V. 1997. Phosphorus balance of a polytrophic shallow lake with the consideration of phosphorus release. Hydrobiologia, 342/343: 43-53.
- Riley, E.T. and E. E. Prepas, 1984. Role of internal phosphorus loading into shallow, productive lakes in Alberta, Canada. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 41: 845-855.
- Shaw, J.F.H. and E.E. Prepas, 1989. Temporal and spatial patterns of porewater phosphorus in shallow sediments, and its potential transport into Narrow Lake, Alberta. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 46:981-988.
- Shaw, J.F.H. and E.E. Prepas, 1990. Relationships between phosphorus in shallow sediments and in the trophogenic zone of seven Alberta Lakes. Wat. Res., 24 (5): 551-556.
- Shrestha, M.K. and C.K. Lin, 1996. Determination of phosphorus saturation level in relation to clay content in formulated pond muds. Aquacultural Engineering, 15 (6):441-459.
- Sondergaard, M., 1988. Seasonal variations in the loosely sorbed phosphorus fraction of the sediment of a shallow and hypereutrophic lake. Environ. Geol. Water Sci., 11 (1): 115-121.
- Sondergaard, M., 1989. Phosphorus release from a hypereutrophic lake sediment: Experiments with intact sediment cores in a continuous flow system. Arch. Hydrobiol. 116:1 45-59.
- Sondergaard, M., Jensen, J. P. and Jeppesen, E. 2001. Retention and internal loading of phosphorus in shallow, eutrophic lakes. The Scientific World. 1: 427-442.