

Sodyum Nitrat Uygulamasının Toprak Havuzlardaki Taban Sedimentlerine Etkileri

Yalçın Tepe

Mustafa Kemal Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimleri Bölümü, Antakya, 31040, Hatay, Türkiye
E mail: ytepe@mku.edu.tr

Abstract: Effects of sodium nitrate enrichment on bottom sediments in earthen ponds. The potential influence of nitrogen fertilization on respiration of pond bottom soil was evaluated in laboratory studies using soil respiration chambers. Sample from the upper 5 cm sediment layer of four freshwater ponds were collected. Microbial decomposition of each soil segment was measured inside a respiration chamber inoculated with Sodium Nitrate. Chambers were incubated in the dark at 25°C and respiration was measured after 1, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 46 days. No significant differences ($p<0.05$) in soil respiration was found among sodium nitrate treated and untreated soil. Soil respiration ranged between 6.55 mg CO₂/g in sandy soil to 11.14 mg CO₂/g in black soil.

Key Words: Sediment, sodium nitrate, soil respiration, pond.

Özet: Bu çalışma toprak havuzlarda azot gübrelere, havuz taban toprağına potansiyel etkileri belirlemek amacıyla yapılmış ve toprak solunum çemberlerinin kullanıldığı laboratuvar çalışmalarıyla değerlendirilmiştir. Çalışma için dört ayrı toprak havuzun üst 5 cm'lik toprak tabakasından örnekler toplanmıştır. Sodyum nitrat uygulanmış her toprak segmentindeki mikrobiyel ayrışma bir solunum çemberi içerisinde ölçülmüştür. Çemberler 25°C de, karanlıkta kuluçka edilmiş ve 1, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 46. günlerdeki solunumu ölçülmüştür. Sodyum nitrat uygulanmış ve uygulanmamış topraklar arasında toprak solunumları açısından istatistiksel bir fark bulunmamıştır ($p<0.05$). Toprak solunumu kumlu topraklarda; 6.55 mg CO₂/g ile kara topraklarda; 11.14 mg CO₂/g arasında değişim göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Sediment, sodyum nitrat, toprak solunumu, havuz.

Giriş

Havuz taban toprağında (sediment) organik maddelerin birikimi kimyasal ve biyolojik oksijen ihtiyacı doğurarak balık ve karidesler için potansiyel toksik metabolitlerin bulunduğu indirgenmiş şartların gelişmesini teşvik eder (Avnimelech ve Zohar, 1986). Boyd (1985) yetiştirilen her kilogram balık için 3 kg'ın üzerinde organik maddenin yenmeyen yem, dışkı ve ölü planktonlar şeklinde havuza girdiğini saptamıştır. Aerobik solunum bir oksidasyon reaksiyonu olup, organik madde içindeki karbonun karbondioksit, enerji açığa çıkararak okside olmasıdır. Mikroorganizmaların havuz sedimentindeki organik maddeleri ayrıştırması için harcanan oksijen, sedimente geçen oksijenden daha fazla olup, sadece üstteki ince tabaka aerobiktir. Hutchinson (1957) oksijen zengin sulardaki redoks potansiyelinin (Eh) 0.45 ila 0.52 volt arasında değiştiğini bulmuştur. Çözünmüş oksijen buldukça redoks potansiyeli 0.5 volt civarında kalır, ancak çözünmüş oksijen bittiğinde Eh hızla düşer (Boyd, 1990). Redoks reaksiyonları sucul canlılara toksik olabilecek maddelerin üretiminde yer alırlar. Oksijen akuatik sedimente geçtikçe, sediment üstündeki ince okside tabaka, daha alt sediment tabakalarındaki indirgenmiş maddelerin difüzyonlarına bir bariyer yaratır. Bu okside tabakanın yokluğunda, hidrojen sülfid gibi indirgenmiş ve toksik maddeler kolaylıkla havuz suyuna geçebilirler (Boyd ve ark.1995). Çözünmüş oksijen bittiğinde

nitrat mikroorganizmalar için oksijen kaynağı olarak görev yapar ve redoks potansiyelinin Fe⁺³ ü Fe⁺² e indirgeyecek dereceye düşmesini engeller. Havuz ve göllere sodyum nitrat uygulaması Avnimelech ve Zohar (1986) ve Boyd (1995) tarafından taban çamurunda ince okside bir tabakanın muhafaza edilmesi tekniği olarak tavsiye edilmiştir. Masuda ve Boyd (1990) sodyum nitrat uygulamasının toprak-su ara yüzeyinde düşük redoks potansiyelini yarattığı ve sudaki fosfor konsantrasyonunun yok olmasını önlediğini önermişlerdir. Balık havuz sedimentlerindeki fosfor, üzerindeki suyun fosfor dinamiğine önemli katkıda bulunur.

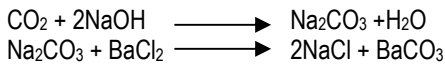
Sodyum nitrat sedimentteki indirgenmiş şartların önlenmesi amacıyla uygulanabilir. Bu çalışma, sodyum nitratın su ürünleri yetiştirme havuzlarında bir oksidant olarak kullanımı hakkında daha fazla bilgi edinmek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan toprak örnekleri Anderson Sazan Çiftliği, Lonoke, Arkansas ABD'deki dört ayrı sazan havuzundan alınmıştır. Tüm havuzlar balık üretiminde en az 20 yıl kullanılmış ve düzenli olarak yemleme ve gübreleme yapılmış havuzlardır. Sediment örnekleri iki ana tipe ve her tip iki ayrı yaşta olup bunlar; 25 yaş ve 45 yaş siyah toprak (Perry-Portland) ve 25 ve 45 yaş kumlu topraklardır (Calloway-

Calhoun). Ekman dreji ile toplanan örnekler bir kap içinde karıştırılarak o havuza ait tek bir toplu örnek elde edilmiştir. Denemeye tabi tutmadan önce örnekler mikroorganizmalarca aşılmasını amacıyla bir hafta havayla temasa maruz bırakılmışlardır.

Pavek (1998) tarafından tarif edilen teknik, toprak solunumunu ölçümünde kullanılmıştır. Bu metod; hava almayan kavanozlara petri kabı içinde yerleştirilmiş 1 N sodyum hidroksit (NaOH) ile topraktaki mikrobiyel solunumdan açığa çıkan karbondioksiti tutmaya dayanmaktadır. Sodyum hidroksitle karbondioksitin reaksiyonundan oluşan sodyum karbonat, baryum klorür ile çöktürülmüştür. Artan alkali standart 1.00 N hidroklorik asit ile titrasyona tabi tutulmuştur. Reaksiyonlar aşağıdaki eşitliklerde verilmiştir:



Her kavanoza konulacak yaş toprak 25 g kuru toprak esasına göre toprak özkütlesi hesap edilerek bulunmuştur.

Özkütle (g/cm^3) = $[\text{Son ağırlık (g)} - \text{tartılmış ağırlık (g)}] / \text{hacim (cm}^3)$

Sodyum nitrat solusyonu 0, 100, 250, 500, 1000 mg/kg oranlarında 1 lt'lik kavanozlar içindeki çamurlara farklı deneme verecek şekilde katılmıştır. Petri kapları (5-cm x 3.18-cm çapında) topraklara dik şekilde yerleştirilmiş ve içlerine 20 ml alkali solusyon konulmuştur. Petri kaplarının toprağa değmeden üstte durmasını sağlayan platform tüplerin etrafında, topraktan çıkan CO_2 in geçişini sağlayacak delikler olmalıdır. Topraksız boş solunum kavanozları metod boyunca kontrol olarak kullanılmıştır. Topraklar karanlıkta inkübatör içinde 25°C 'ta inkübe edilmiştir. Sodyum karbonat içeren alkali solusyon 3 N Baryum klorür ile 25 ml lik sentrifüj tüpünde çöktürülmüştür. Kalan sodyum hidroksit, çöktürüldükten 2500 rpm'de sentrifüj edilerek ayrılmıştır. Toprak solunumundan oluşan karbondioksit aşağıdaki eşitlikten hesap edilmiştir;

$$\text{CO}_2 \text{ (mg/g)} = \frac{(B-V) N 22}{W}$$

Formülde;

B = Körü analizde kullanılan NaOH (mL)

V = Titrasyonda kullanılan NaOH (mL)

N = Hidroklorik asitin normalitesi (1.00 N)

22 = CO_2 'in eşdeğer ağırlığı

W = Deneme kavanozuna konulan sulu toprağın kuru toprağa eş ağırlığı (g)

46 günlük deneme periyodu sonunda, Çözünabilir Reaktif Fosfor (SRP) 2 g çamur örneği 100 ml distile suya konulup 24 saat 2,200 rpm karıştırıcı çalkalanmış ve 45 μ filtre ile filtre edilmiştir.

Varyans analizleri, varyans eşitlik tahminleri ve populasyon ortalaması normalitesi istatistik paket programı SigmaStat 2.0 (SPSS) kullanılarak yürütülmüştür. Tüm ortalamaların istatistik farklılıkları Tukey-Kramer HSD analizi kullanılarak 0.05 olasılık seviyesinde incelenmiştir (SPSS, 1997).

Bulgular ve Tartışma

Kumlu topraklar, siyah topraklara nazaran istatistiksel olarak belirgin oranda fazla solunum yapmıştır. Kumlu topraklarda partikül büyüklüğünün daha geniş olması hava girişini kolaylaştırarak, oksijence daha zengin hale gelmesine neden olmuştur. Zengin oksijen içeriği bu tip topraklardaki organik maddelerin daha büyük oranlarda mikrobiyel ayrışma yapmasına imkan tanımıştır. Deneme boyunca toplam kumlu toprak solunumu 1. ve 2. örnekler için sırası ile 11.4 ve 9.93 mg CO_2/g toprak olmuştur. Siyah tip toprak solunumu örnek 3 ve 4 için sırası ile 6.61 ve 6.55 mg CO_2/g toprak olmuştur. Toplam solunum açısından kumlu topraklar arasında istatistiksel bir fark bulunamamıştır. Siyah tip toprakların toplam solunumları arasındaki fark istatistiksel öneme sahip değildir. (Tablo 1).

Tablo 1. 25°C 'ta 46 gün boyunca karanlıkta inkübe edilmiş toprak örneklerinde toplam solunum değerleri ve standart hataları. Aynı harfle belirtilen ortalamalar 0.05 olasılık seviyesinde farklı değildir.

Örnek no	Havuzun yaşı (yıl)	Toprak yapısı	Solunum mg CO_2/g
1	45	Kumlu	11.14 \pm 1.19 a
2	25	Kumlu	9.93 \pm 0.57 a
3	45	Siyah toprak	6.61 \pm 0.67 b
4	25	Siyah toprak	6.55 \pm 0.78 b

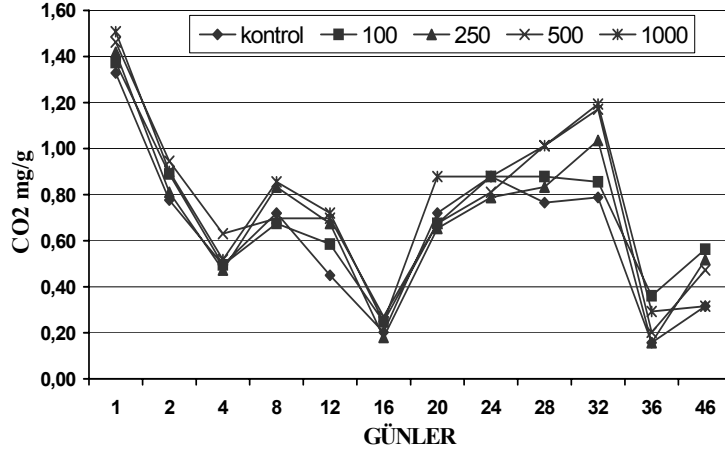
Toprak solunumu tüm kavanozlarda en fazla ilk gün olmuş ancak ikinci gün hızla azalmıştır. (Şekil 1). Bu hızlı düşüş, gevşek yapıdaki organik maddelerin hızla ayrışması ile ilgilidir (Boyd ve Coddington, 1994). Denemenin başında hava ile temasa ve inkübasyona bırakılan Toprak solunum oranları 16 güne kadar azalmaya devam etmiştir. Tüm kavanozlardaki solunum 20. günde artmış ve 32. güne kadar sabit kalmıştır. Otuz altıncı günde tüm kavanozlardaki solunumlarda hızlı bir düşüş olmuştur.

Sodyum nitrat uygulaması toprak solunumu üzerinde istatistiksel bir fark oluşturmamıştır (Tablo 2). Sodyum nitratın havuz taban topraklarına bir okside edici madde olarak verildiği bu çalışmada, toprakların oksijenle zenginleşmesi sonucu daha fazla organik madde ayrışımı beklenmekteyken beklenen netice alınamamıştır. Kontrol kavanozlarındaki ortalama solunum, sodyum nitrat uygulanmış topraklardakinden daha az olmasına rağmen, aradaki fark istatistiksel öneme sahip değildir ($p>0.05$). Her ikisi de kumlu toprak olan 1 ve 2 numaralı örnekler siyah tip toprak olan 3 ve 4 numaralı örneklerden daha fazla solunum oranlarına sahiptir. Aynı tip topraklar içinde solunum oranları yaşlı havuzlarda daha fazladır (örnek no 1 ve 3).

Redoks potansiyelleri her okuma gününde probun kavanoz içine daldırılıp çamur yüzeyinde sabit okuma oluncaya dek bekletilmesi ile ölçülmüştür. Havuz topraklarına sodyum nitrat eklenmesi ile redoks potansiyeli (volt) ölçümlerinde tüm 46 günlük deneme boyunca belirgin bir etki gözlenmemiştir. Ancak, kontrol uygulamasının ortalama redoks potansiyeli ölçümleri (0.117 volt) diğer tüm uygulamalardan daha düşük olmuştur (Tablo 3).

Tüm toprak örneklerindeki redoks potansiyeli ölçümleri oksijenli limit olan 0.5 volt sınırının altında olmuştur. Kontrol havuz toprağında ortalama redoks potansiyeli değerleri 0.087

ile 0.094 volt arasında değişmiştir. Uygulama topraklarında en düşük ortalama redoks potansiyeli 0.094 volt ve en yüksek 0.172 volt olmuştur (Şekil 2).



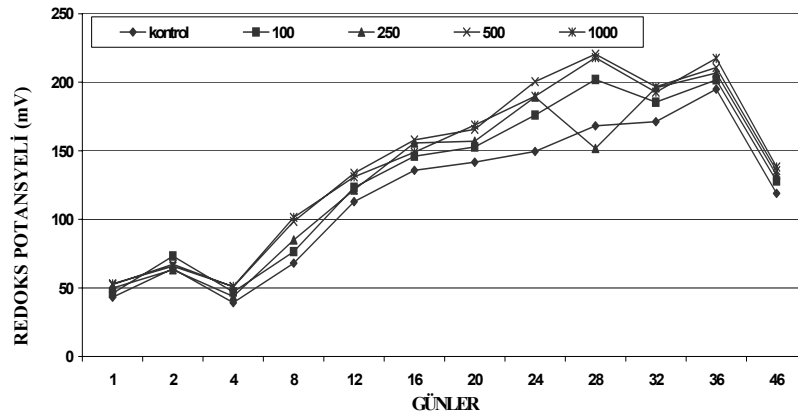
Şekil 1. 25°C'ta 46 gün boyunca karanlıkta inkübe edilmiş toprak örneklerinde günler ve denemelere göre ortalama toprak solunum değerleri (CO₂ mg/g toprak).

Tablo 2. 25°C'ta 46 gün boyunca karanlıkta inkübe edilmiş 4 ayrı dozda sodyum nitrat uygulanmış havuz topraklarının ortalama solunum (mg CO₂/g) ve standart hataları.

Örnek no	Sodyum nitrat konsantrasyonları (mg/l)				
	0	100	250	500	1000
1	0.86 ± 0.42	0.89 ± 0.35	0.89 ± 0.39	0.91 ± 0.36	1.10 ± 0.42
2	0.76 ± 0.36	0.86 ± 0.28	0.82 ± 0.41	0.89 ± 0.43	0.83 ± 0.44
3	0.48 ± 0.38	0.54 ± 0.42	0.53 ± 0.40	0.63 ± 0.42	0.57 ± 0.43
4	0.44 ± 0.42	0.53 ± 0.38	0.56 ± 0.40	0.59 ± 0.41	0.61 ± 0.41

Tablo 3. 25°C'ta 46 gün boyunca karanlıkta inkübe edilmiş 4 ayrı dozda sodyum nitrat uygulanmış havuz topraklarının ortalama redoks potansiyeli (volt) ve standart hata değerleri.

Örnek no	Sodyum nitrat konsantrasyonları (mg/l)				
	0	100	250	500	1000
1	0.087 ± 0.061	0.098 ± 0.062	0.106 ± 0.071	0.115 ± 0.069	0.120 ± 0.065
2	0.115 ± 0.052	0.125 ± 0.053	0.124 ± 0.059	0.133 ± 0.055	0.133 ± 0.061
3	0.122 ± 0.057	0.135 ± 0.058	0.137 ± 0.056	0.145 ± 0.057	0.133 ± 0.046
4	0.146 ± 0.061	0.161 ± 0.076	0.161 ± 0.072	0.171 ± 0.084	0.172 ± 0.085
Ortalama	0.117 ± 0.024	0.129 ± 0.025	0.132 ± 0.023	0.141 ± 0.023	0.140 ± 0.023



Şekil 2. 25°C'ta 46 gün boyunca karanlıkta inkübe edilmiş toprak örneklerinde deneme ve günlere göre ortalama redoks potansiyelleri.

Çözünmüş oksijen, karbondioksit ve diğer gazların su ile doymuş taban topraklarından salınışı oldukça yavaştır. Aerobik mikroorganizmalarca organik maddelerin ayrışması ortamın oksijenini azaltarak redoks potansiyelini düşürür. Toprak bir kez anaerobik olduğunda ise organik maddelerin anaerobik mikroorganizmalarca ayrışması ile redoks potansiyelini daha da düşürür (Boyd, 1995).

Kırk altı gün sonra, toprak örneklerinin çözünebilir reaktif fosfor değerleri ölçülmüş ve aralarında bir fark bulunamamıştır. Ortalama çözünebilir reaktif fosfor değerleri kontrolde 0.12 mg/L ve 100 ppm, 250 ppm, 500 ppm, ve 1000 ppm NaNO₃ uygulanan deneme topraklarında ise sırasıyla, 0.07 mg/L, 0.08 mg/L, 0.09mg/L, ve 0.11 mg/L bulunmuştur (p<0.05). Sadece iki numaralı örnek sodyum nitrat uygulamasına cevap vermiştir. Sodyum nitrat, topraktan fosfat geçişini engellemiş, dolayısıyla çözünebilir reaktif fosfor iki numaralı örnekte daha fazla ölçülmüştür (Tablo 4).

Tablo 4. 25°C'ta 46 gün boyunca karanlıkta inkübe edilmiş 4 ayrı dozda sodyum nitrat uygulanmış havuz topraklarının Çözünebilir Reaktif Fosfor Konsantrasyonları (mg/l).

Örnek no	Sodyum nitrat konsantrasyonları (mg/l)				
	0	100	250	500	1000
1	0.05	0.06	0.03	0.07	0.08
2	0.36	0.11	0.19	0.17	0.25
3	0.01	0.08	0.05	0.09	0.09
4	0.04	0.04	0.06	0.06	0.03
Ortalama	0.12	0.07	0.08	0.09	0.11

Balık havuzlarındaki su normal şartlarda gerek doğal yollarla gerek de havalandırıcılarla iyi havalandırma yapıp, yüksek redoks potansiyelini koruyan sulardır. Bu çalışmada

kullanılan toprak örnekleri 25 ve 45 yıllık havuzlardan elde edilen numunelerdir. Dolayısı ile yıllar boyunca üretim esnasında yoğun şekilde kullanılan yem ve gübrelere, ölü hayvansal ve bitkisel organizmalar tabanda birikim yaparak indirgenmiş şartların oluşmasına neden olmuştur. Sodyum nitratın indirgenmiş şartları ortama oksijen vererek düzeltilmesini amaçlayan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, sodyum nitratın bu amaç için uygun olmayacağını göstermiştir.

Kaynakça

- Avnimelech, Y., G. Zohar 1986. The effect of local anaerobic conditions on growth retardation in aquaculture systems. *Aquaculture* 58:167-174.
- Boyd, C. E. 1985. Chemical budgets for channel catfish ponds. *Transactions of the American Fisheries Society* 114:291-298.
- Hutchinson, G. E. 1957. *A Treatise on Limnology: Vol. 1. Geography, Physics, and Chemistry*. John Wiley and Sons: New York.
- Boyd, C. E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama.
- Boyd, C. E., D. T. Coddington, 1994. Pond bottom soil respiration during fallow and culture Periods in heavily-fertilized tropical fish ponds. *Journal of the World Aquaculture Society* 25:417-423.
- Boyd, C. E. 1994. Bottom soils, sediment, and pond aquaculture. Chapman & Hall, New York.
- Boyd, C. E., P. Munsiri, B. F. Hajek, 1995. Physical and chemical characteristics of bottom soil in ponds at Auburn, Alabama, USA and a proposed system for describing pond soil horizons. *Journal of the World Aquaculture Society* 26 (4): 346-377.
- Masuda, K., C. E. Boyd, 1994. Phosphorus fractions in soil and water of aquaculture ponds built on clayey ultisols at Auburn, Alabama. *Journal of the World Aquaculture Society* 25:379-395.
- Pavek, E. R. 1998. Effect of sodium nitrate enrichment on water quality variables, bottom sediments, and catfish production in earthen ponds. Master thesis. Auburn University, Auburn, Alabama, USA.
- SPSS, 1997, SigmaStat Statistical Software, SPSS, Chicago.