

Elazığ Evsel Atıksu Arıtma Tesisindeki Fosfor Formlarının Belirlenmesi ve Giderilmesi

Engin GÜRTEKİN ve Nusret ŞEKERDAĞ

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Elazığ.
egurtekin@firat.edu.tr

(Geliş/Received:06.10.2006; Kabul/Accepted:06.02.2007)

Özet: Bu çalışmada; Elazığ Evsel Atıksu Arıtma Tesisindeki fosfor formları tayin edilerek, fosfor giderimi yönünde yapılabilecek iyileştirmeler tespit edilmiştir. Bu amaçla, tesisin girişinden, ön çökeltme havuzu çıkışından ve tesis çıkışından numuneler alınmıştır. Yapılan deney sonuçlarından, partiküler fosforun % 80'ninin ön çökeltme havuzlarında giderildiği bulunmuştur. Ancak, çoğunluğu fosfattan ibaret olan çözünmüş fosforun % 43'nün mikroorganizmalar tarafından asimile edildiği ve çıkıştaki fosfor konsantrasyonunun (6 mg/l), deşarj standartlarını (1 mg/l) sağlamadığı tespit edilmiştir. Elazığ Evsel Atıksu Arıtma Tesisinin mevcut durumu göz önünde bulundurularak, fosfor giderimi için kimyasal çökelmeye dayalı bir ön veya son arıtma prosesi tavsiye edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Aktif çamur, Fosfor formları, Atıksu.

Removal and Determination of Phosphorus Forms in Elazığ Domestic Wastewater Treatment Plant

Abstract: In this study, the phosphorus forms in Elazığ Domestic Wastewater Treatment Plant were determined and the phosphorus removal strategy was developed. Samples were taken from influent and effluent of plant and from effluent of primary clarifier. Results of experiment shows that 80% of particulate phosphorus are removed in primary clarifiers. But, 43% of soluble phosphorus, which mostly consisting of phosphate, are removed by assimilation. Effluent phosphorus concentration (6 mg/l) did not supply discharge standards (1 mg/l). A pre and post treatment process based on chemical precipitation for phosphorus removal by taking into consideration present case of Elazığ Wastewater Treatment Plant is suggested.

Keywords: Activated sludge, Phosphorus forms, Wastewater.

1. Giriş

Atıksularda fosforun başlıca kaynakları; insan atığı, evsel ve endüstriyel atıksular ve tarımsal alan deşarjlarıdır [1]. Fosfor; ortofosfat, kondense fosfat ve organik fosfat formunda bulunmaktadır. Atıksuda ortalama toplam fosfor konsantrasyonu 5-20 mg P/l aralığındadır [2].

Fosfor, bütün canlı hücreler için gerekli olan bir makronutrienttir. Göllerde alg ve bitkilerin büyümesinde sınırlayıcı nutrienttir. Bakteri ve diğer birçok organizma organik fosfor ve katı fazlı yapıları oluşturmak için ortofosfatları kullanırlar. Adenozin trifosfat (ATP), nükleik asitler (DNA ve RNA) ve hücre membranlarındaki fosfolipitlerin önemli bir bileşenidir. Hem prokaryot hem de ökaryotlarda; fosfor, polifosfat olarak hücre içi volutin granüllerinde depolanabilir.

Doğal şartlarda yüzeysel sularda bulunan fosfor konsantrasyonu tolere edilebilir seviyededir. Sulara fosfor girişi canlı organizmaların asimile edebileceğinden fazla olursa aşırı fosfor problemi meydana gelir. Aşırı fosfor alg büyümesini hızlandırarak ötrofikasyona neden olur [3]. Göllerde alg büyümesinin temel mekanizması fotosentezdir. Ötrofikasyon olayı fotosentez için gerekli olan şartlar engellenerek kontrol edilebilir. Güneş ışığı ve CO₂ kontrol edilemez faktörlerdir. Azot ve fosfor kontrol edilebilir. Ancak atmosferik azotun mavi-yeşil algler tarafından bağlanabildiği bilinmektedir. Alg büyümesi için kullanılabilir tek fosfor kaynağı sulardır. Bu nedenle, ötrofikasyonu önlemede en etkili faktör fosforun giderilmesidir [4].

Fosfor giderimi hem biyolojik hem de kimyasal olarak giderilebilmektedir. Kimyasal yolla fosfor giderimi, atıksuya alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), sodyum alüminat (NaAlO_2), demir klorür (FeCl_3), demir sülfat (FeSO_4) veya kireç ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) ilave edilerek oluşan çözünmez metal fosfatların çöktürülmesi ile sağlanmaktadır [5].

Biyolojik fosfor giderimi, fosfor gideren organizmaların aktivitesine dayanmaktadır. Atıksu, anaerobik faza girdiği zaman fosfor gideren bakteriler, karbon kaynaklarını polihidroksialkanat (PHA) olarak adlandırılan bir iç polimer olarak depolarlar. Bu polimerin depolanması için gerekli enerji glikojenin parçalanmasından ve polifosfatın hidrolizinden elde edilir. Polifosfat enerji temini için ortofosfata dönüştüğünden anaerobik ortamda fosfor konsantrasyonu artar. Anaerobik ortamdan sonra aerobik bir ortam gelmelidir. Anaerobik ortamda depolanan PHA, aerobik ortamda fosfatın polifosfata dönüşümü ve glikojenin yeniden teşekkülü için enerji ve karbon kaynağı olarak tüketilir. Aerobik ortamda fosfor gideren bakteriler, anaerobik ortamda salınandan daha fazla fosforu tutarak, biyolojik fosfor giderimini gerçekleştirmektedirler [6].

Atıksu arıtımı için faaliyet gösteren mevcut arıtma tesislerinin büyük çoğunluğu aktif çamur prensibine göre çalışmaktadır. Bu arıtma tesislerinde, fosfor giderimine yönelik bir birim yoktur ve bu tesislerden çıkan sular, deşarj standartlarını sağlamamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, aktif çamur prensibine dayalı olarak çalışan Elazığ Evsel Atıksu Arıtma Tesisinin çeşitli kademelerindeki fosfor formlarını tayin ederek, bu tesis için fosfor giderimi yönünde yapılabilecek iyileştirmeleri tespit etmektir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Elazığ evsel atıksu arıtma tesisi

Elazığ Evsel Atıksu Arıtma Tesisi, Elazığ'dan 20 km uzaklıkta yaklaşık 300 hektarlık bir arazi üzerinde inşa edilmiştir. Proses hesapları, Elazığ'ın kısa ve orta süredeki gereksinimleri için 2000 yılı ve uzun vadedeki gereksinimleri için 2020 yılı göz önüne alınarak yapılmıştır. Tesis, ızgara, kum tutucu, terfi merkezi, ön çökeltme havuzu, havalandırma

havuzu, son çökeltme havuzu birimlerinden oluşmaktadır. Çamur arıtma sistemi, çamur yoğunlaştırıcı, çamur çürütücü ve çamur kurutma yataklarından ibarettir. Arıtılmış atıksular, Kehli deresine verilmekte ve bu dere Keban Baraj Gölüne dökülmektedir.

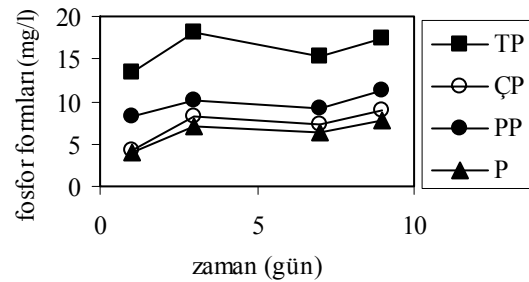
2.2. Numune alma ve fosfor formlarının analizi

Atıksu numuneleri, 18-28 Eylül 2006 tarihleri arasında Elazığ Evsel Atıksu Arıtma Tesisinin giriş, ön çökeltme havuzu çıkışı ve son çökeltme havuzu çıkışından alınmıştır. 10 günlük zaman diliminde 4 gün tesisten numune alınmıştır. Alınan numunelerin analizlerinin sonuçları arasında fazla fark gözlenmemiştir. Bu nedenle, numunelerin alındığı gün sayısının yeterli olduğuna karar verilmiştir.

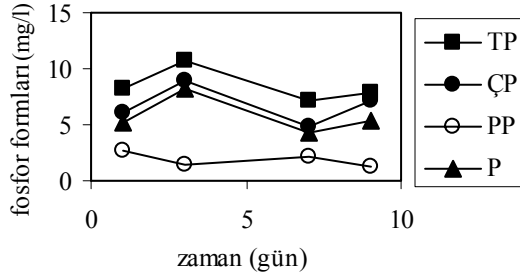
Toplam fosfor, çözünmüş fosfor ve fosfat tayinleri Standart Metotlara [7] göre yapıldı. Partikül fosfor konsantrasyonu, toplam fosfor ile çözünmüş fosfor arasındaki fark olarak hesaplandı. Toplam fosfor analizi, persülfat parçalama yöntemi kullanılarak yapıldı. Çözünmüş fosfor analizinde, önce ham atıksu numunesi filtre edildi. Sonra elde edilen süzüntü suyuna persülfat parçalama yöntemi uygulandı. Fosfat tayininde, ham atıksu numunesi filtre edilerek, analiz yapıldı.

3. Bulgular ve Tartışma

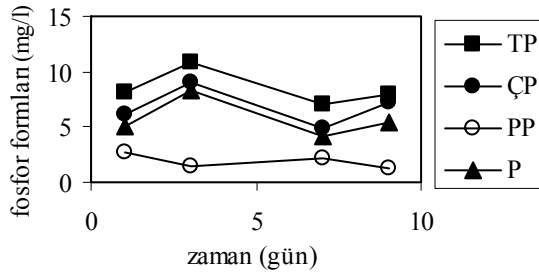
Elazığ Evsel Atıksu Arıtma Tesisinin giriş, ön çökeltme havuzu çıkışı ve tesis çıkışından alınan numunelerden elde edilen fosfor formları [toplam fosfor (TP), çözünmüş fosfor (ÇP), partiküler fosfor (PP), fosfat (P)] sırasıyla Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 1. Elazığ Evsel Arıtma Tesisinin girişindeki fosfor formları



Şekil 2. Elazığ Evsel Arıtma Tesisinin ön çökeltme havuzu çıkışındaki fosfor formları



Şekil 3. Elazığ Evsel Arıtma Tesisinin çıkışındaki fosfor formları

Şekil 1-3'de verilen sonuçların ortalamaları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneysel sonuçlarının ortalamaları

Numune alma noktaları	Toplam fosfor (mg/l)	Partikül fosfor (mg/l)	Çözünmüş fosfor (mg/l)	Fosfat (mg/l)
Giriş	16	10	7	6
Ön çökeltme havuzu çıkışı	9	2	7	4
Çıkış	6	1	4	4
Toplam giderme (%)	63	90	43	33

Partiküler fosforun % 80'ni ön çökeltme havuzunda giderilmektedir. Çözünmüş fosforun çoğunluğunun fosfattan ibaret olduğu görülmektedir ve çözünmüş fosfor ön çökeltme havuzunda hiç elimine edilmeden doğrudan havalandırma havuzuna geçtiği görülmektedir. Ön çökeltme havuzunda partiküler fosforun % 80'ninin giderilmesine bağlı olarak elde edilen toplam fosfor giderimi ortalama olarak % 44'dür. Literatürde bunun yaklaşık % 10-20 olduğu belirtilmiştir [8]. Bu çalışmada elde edilen sonucun yüksek olduğu görülmektedir.

Çözünmüş fosforun % 43'nün mikroorganizmalar tarafından alındığı

görülmektedir. Riding ve diğ. [9] giriş fosforun % 20-30'nun mikroorganizmalar tarafından asimile yoluyla giderileceğini belirtmişlerdir. Partiküler fosforun ön çökeltme havuzu çıkışındaki konsantrasyonunun yarısı da (1 mg/l) son çökeltme havuzunda giderilmiştir. Bu fosfor giderimlerine mukabil tesiste toplam fosfor giderimi ortalama olarak % 63'tür. Bu çalışmada, toplam fosfor giderimi % 53-70 aralığında değişmiştir. Tunç [10] tarafından yapılan tez çalışmasında ise, Elazığ Evsel Atıksu Arıtma Tesisinin toplam fosfor giderme verimi % 15-72 arasında bulunmuştur Duenas ve diğ [11] iki aktif çamur proسته yaptıkları çalışmada % 60-70 toplam fosfor giderimi elde etmişlerdir.

Partiküler fosforun çoğu ön çökeltme havuzunda giderilmekle birlikte son çökeltme havuzunda da partiküler fosforun giderildiği görülmektedir. Bu bakımdan, ön ve son çökeltim havuzlarının uygun projelendirilmesi halinde partiküler fosforun tamamının giderileceği söylenebilir. Ancak, büyük bir kısmı fosfattan ibaret olan çözünmüş fosforun sadece mikroorganizmalara asimile olması yoluyla giderimi söz konusudur. Dolayısıyla, fosfat dikkate alınması gerekli olan fosfor formudur.

Tesisin çıkışındaki fosforun mevcut deşarj standartlarının üzerinde olduğu görülmektedir. Elazığ Evsel Atıksu Arıtma Tesisi'nin havalandırma havuzunun başlangıç kısmına yapılacak perdeler sayesinde bir anaerobik ortam oluşturulabilir ve mikroorganizmaların anaerobik-aerobik ortamlara ardışık olarak maruz bırakılması basit bir şekilde sağlanabilir. Böylece fosforun biyolojik olarak giderimi söz konusu olacaktır. Biyolojik olarak giderilebilecek fosfor miktarı atıksuda bulunan kısa zincirli uçucu yağ asitlerinin miktarına bağlı olarak değişecektir. Ancak, halen mevcut tesis 2000 yılı için planlanmış kapasite ile çalışmakta olup, mevcut atıksu debisine yeterli gelmemektedir. 2020 yılına ait kademelerin yapılmasıyla tesiste bu tarzda bir değişiklik fazla bir maliyet gerektirmeden yapılabilir. Ancak, şu anda tesis için en uygun olanın çözünmüş fosforun kimyasal yolla giderilmesi olduğu görülmektedir.

4. Sonuçlar

Günümüzde evsel ve endüstriyel atıksuların arıtımında en yaygın kullanılan biyolojik arıtım biçimi aktif çamur proسته. Ancak, aktif çamur

sistemlerinde deşarj standartlarını sağlayacak büyüklükte fosfor giderimi elde edilememektedir. Alıcı ortama deşarj standartları her geçen gün daha kısıtlayıcı olacaktır. Bu durum ise, mevcut atıksu tesislerinde değişikliklerin ve iyileştirmelerin yapılmasını zorunlu hale sokacaktır. Bu amaçla yapılan bu çalışmada, aktif çamur prensibine göre çalışan Elazığ Evsel Atıksu Arıtma Tesisinin girişinde, ön çökeltme havuzu çıkışında ve çıkışta fosfor formlarının analizi yapılmıştır. Partiküler fosforun % 80'ni

ön çökeltme havuzlarında giderilmektedir. Büyük bir kısmı fosfattan oluşan çözünmüş fosforun % 43'nün mikroorganizmalara asimile yolu ile giderildiği ve fosfor giderimi için mevcut tesiste yapılacak iyileştirmede dikkate alınması gerekli fosfor formunun fosfat olduğu görülmektedir. Tesisin mevcut durumu da dikkate alındığında, fosfor giderimi için kimyasal çökelmeye dayalı bir ön veya son arıtma prosesi uygun olacaktır.

5. Kaynaklar

1. Rybicki, S. (1997). Phosphorus removal from wastewater. A literature review. Report 1. Stockholm, 106s.
2. Bitton, G. (1994). Wastewater Microbiology, (Ed) Mitchel, Wiley-Lys, New York, US.
3. Harper, D. (1992). Eutrophication of freshwaters, principles, problems and restoration. Chapman and Hall, London.
4. Lee, G.F., Rast, W. and Jones, R.A. (1978). Eutrophication of water bodies: Insight for an age-old problem. *Environmental Science and Technology*, **12**, 900-908.
5. Tchobanoglous, G., Burton, F.L. (1991). Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse, McGraw-Hill, New York.
6. Yeoman, S., Stephenson, T., Lester, J.N. and Perry, R. (1988). The removal of phosphorus during wastewater treatment. *Environmental Pollution*, **49**, 183-233.
7. APHA. (1989). Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, 17th Edition, Washington, D.C.
8. Metcalf and Eddy (1991). Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse. McGraw-Hill, New York.
9. Riding, J.T., Eliot, W.R. and Sherrard, J.H. (1979). Activated sludge phosphorus removal mechanism. *Journal Water Pollution Control Federation*, **51**(5), 1040-1053.
10. Tunç, M.S. (2003). Elazığ kenti atıksu arıtma tesisi işletme parametrelerinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 95s.
11. Duenas, J.F., Alonso, J.R. and Ferrer, A.S. (2003). Characterization of phosphorus forms in wastewater treatment plants. *Journal of Hazardous Materials B97*, 193-205.