

**ELAZIĞ KENTİ EVSEL ATIKSU ARITMA TESİSİ ARITMA
ÇAMURLARININ BİTKİ BESİN MADDELERİ YÖNÜNDE
KARAKTERİZASYONU VE MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ****ELAZIG URBAN WASTEWATER TREATMENT PLANT SEWAGE
SLUDGE'S NUTRIENT CHARACTERIZATION AND
SEASONAL VARIATION****Turgay DERE¹ ve Nilüfer NACAR KOÇER²**¹*Adıyaman University, Engineering Faculty, Department of Environmental
Engineering, Adıyaman,*²*Fırat University, Engineering Faculty, Department of Environmental
Engineering, Elâzığ***Geliş Tarihi:** 16 Mayıs 2012 **Kabul Tarihi:** 26 Nisan 2013**ÖZET**

Bu çalışmada, Elazığ Kenti Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Arıtma Çamurlarının Toplam Fosfor, Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum, Sodyum, Sodyum Adsorpsiyon oranı (SAR) ve Karbon karakterizasyonu ve Mevsimsel Değişimi araştırılmıştır.

Çalışma kapsamında arıtma tesisinin kurutma yatağı çıkış ünitelerinden alınan çamur örneklerinde toplam fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, sodyum analizleri yapılarak SAR ve organik madde miktarı ile orantılı karbon değerleri hesaplanmıştır. Yapılan analiz sonuçları değerlendirilerek, arıtma çamurlarının bitki besin maddeleri yönünden aylara bağlı olarak değişimi gösterilmiştir.

Kurutma yatağı çıkış çamurlarının toplam fosfor muhtevasının, aynı çamurlarda daha önce mevsimsel analizi gerçekleştirilmiş olan toplam azot muhtevasının (Arslan ve diğ., 2005) yarısından; potasyum muhtevasının ise kalsiyum ve magnezyum muhtevasından çok düşük değerler aldığı, kalsiyum ve magnezyum değerlerinin ise birbirleriyle paralellik arz ettiği; sodyum değerlerinin ve dolayısıyla hesaplanan SAR değerlerinin oldukça yüksek değerler aldığı; karbon yüzdelerinin ise % 17,86-34,78 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Arıtma çamurlarının bitki besin maddeleri içeriğinin aylara bağlı olarak değişimlerinin tespitiyle, çamurların kirlilik yükleri tanımlanırken, mevsimsel değişimin, yetiştirilmesi düşünülen mevsimsel bitkilerin besin ihtiyacına göre ve çamurun gübre olarak kullanılması düşünülen toprağın, mevsimsel ihtiyacına göre faydalı kullanılabilirliği ve diğer bertaraf yöntemlerinde ise optimum yöntem seçimi yapılabilecektir.

Anahtar Sözcükler: Arıtma çamuru, bitki besin maddeleri, kalsiyum, karbon, magnezyum potasyum, sar, sodyum, toplam fosfor.

*Sorumlu Yazar: turgaydere@gmail.com

ABSTRACT

In this study, Elâzığ Urban Wastewater Treatment Plant Sewage Sludge's Total Phosphorus, Potassium, Calcium, Magnesium, Sodium, Sodium adsorption ratio (SAR) and Carbon Characterization and Seasonal Variation" was investigated. Sludge samples were taken from the wastewater treatment plant's drying beds. Sludge samples' total phosphorus, potassium, calcium, magnesium, and sodium loads were analyzed. SAR and carbon loads were calculated. The results of the analysis were evaluated. Monthly variations were shown. Total phosphorus load is lower than half the total nitrogen load was determined. Potassium load was determined to be low. Calcium load was determined in parallel with magnesium load. Sodium load and calculated SAR values were very high. Calculated carbon values were between 17.86 to 34.78%.

When monthly variation of nutrient loads in sewage sludge is known, the sludge pollution loads can be defined better. Therefore the more appropriate useful using and removing method can be selected for sewage sludges

Keywords: Sewage sludge, nutrient, calcium, carbon, magnesium potassium, SAR, sodium, total phosphorus.

GİRİŞ

Ülkemizde atık su arıtma tesisleri sayısının her geçen gün artması, arıtma çamurlarının nasıl değerlendirileceği konusunu yoğun olarak gündeme getirmektedir. Ancak arıtma çamurlarının kullanımı konusunda yeterli bilgi birikiminin ve araştırma bulgularının olduğu söylenemez. Mevcut uygulama, arıtma çamurlarının ya arıtma tesisi işletmecileri tarafından çöp depolama alanlarına atık olarak dökülmesi, ya da tesis yakınındaki çiftçiler tarafından gübre olarak bilinçsiz bir biçimde tarımsal üretimde kullanılması şeklindedir. Büyük bir organik madde kaynağı olan arıtma çamurlarının arazide kullanımı ile çevre kirliliğinin önüne geçilecektir (Bilgin ve ark., 2002).

Arıtma çamuru, toprak için bitki besin elementi ve organik madde kaynağı olarak kullanılabilir (Özgüven ve Katkat, 2001; Lopez-Mosquera ve diğ., 2002; Ünal ve Katkat, 2003).

Arıtma çamurunun içeriği bölgeden bölgeye ve arıtma biçimine bağlı olarak değişmekle birlikte genellikle organik madde, azot ve fosforca zengindir (Bozkurt ve diğ., 2000; Arcak ve diğ., 2000).

Çamurun yüksek miktarda organik madde içermesi, uygulandığı toprağın su geçirgenliği ve su tutma kapasitesi gibi bazı fiziksel özelliklerini iyileştirmede yararlıdır.

Arıtma çamuru, bitkilerin büyümesinde gerekli besleyicileri, değişen konsantrasyonlarda içerir. Bu besleyicilerden azot, fosfor ve potasyum çamurun gübre olarak kullanılmasını sağlayan temel besleyicilerdir. Çamurun sahip olduğu besleyici seviyesi, uygulama alanını belirleyen anahtar faktördür. Çamurun uygulandığı toprağın besin maddesi ihtiyacından fazla miktarda çamur uygulaması, yeraltı ve yüzey sularının kirlenmesiyle sonuçlanır (Rogg ve Demuth, 1998).

Toprağa uygulanan arıtma çamurları, toprakların alınabilir fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum içeriklerini arttırmaktadır (Johanson ve diğ., 1999).

Arıtma çamurları; bölgeden bölgeye, tesise giren atıksu özelliklerine ve işlem proseslerine göre yüksek oranda organik madde ve bitki besin maddeleri içerdiği ve kontrollü olarak toprağa verilebileceği bildirilmektedir (Dolgen ve diğ., 2007). Ayrıca arıtma çamurları farklı amaçlı kullanımları esnasında çevreye zarar verebilmektedir (Singh ve Agrawal, 2007).

Kentsel atıksu arıtma tesislerinde üretilen arıtma çamurlarının kirlilik yükleri, mevsimsel olarak oluşan atıksu özelliklerine bağlı olarak değişim göstermektedir.

Atık su arıtma tesislerinden ortaya çıkan arıtma çamurlarının tarımsal açıdan değerlendirilmesi düşünüldüğünde, bu çamurların öncelikle bitki besin elementi içeriği, tuzluluk ve ağır metal içeriği bakımından detaylı araştırmalarının yapılması gerekmektedir (Özyazıcı ve Özyazıcı, 2012).

Bu çalışmanın amacı, Elazığ Kenti Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Arıtma Çamurlarının toplam fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, sodyum, sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) ve karbon değerlerinin mevsimsel değişimi araştırılarak, arıtma çamurlarının bitki besin maddeleri içeriğinin aylara bağlı olarak değişim oranlarını göstermek; çamurların kirlilik yükleri tanımlanırken ve faydalı kullanılabilir değerlendirmeleri yapılırken, mevsimsel değişime göre tanımlama ve değerlendirmelerin yapılması gerektiğini önermektir.

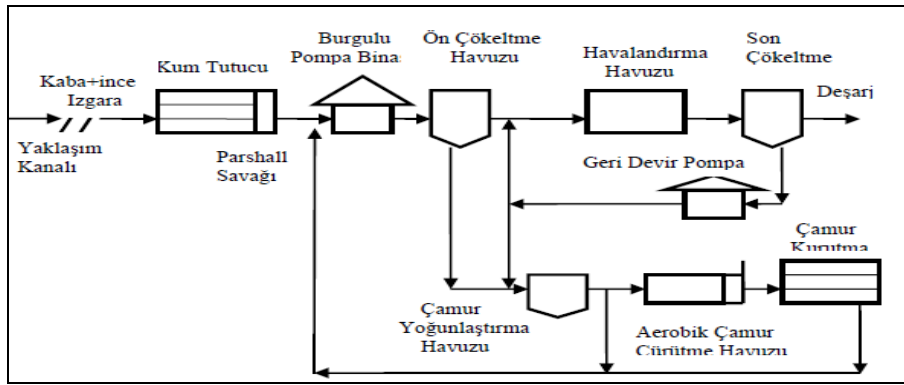
MATERYAL VE METOT

Ülkemizin önemli su kaynaklarından birisi olan ve çok amaçlı olarak kullanılan Keban Baraj Gölü'nün kirlenmesini önlemek amacıyla İller Bankası tarafından Elazığ Kenti Atıksu Arıtma Tesisi yaptırılmıştır.

Elazığ kanalizasyon şebekesinden toplanan atıksular Elazığ-Bingöl kavşağından 15 km uzaklıkta Yazıkonak Beldesi civarında bulunan atıksu arıtma tesisine kadar çapı 1.200 mm olan ana kolektörden tesis giriş yapısına alınmaktadır. Arıtma tesisinde arıtıldıktan sonra Kehli Deresi'ne deşarj edilmekte ve bu dere yardımıyla 3-4 km uzaklıktaki Keban Baraj Gölü'ne taşınmaktadır.

Elazığ Kenti Atıksu Arıtma Tesisi 2020 yılı kapasitesine göre projelendirilmiş olup 2000 yılı kapasitesini karşılayabilecek birinci kademesi İller Bankası tarafından yaptırılarak 1994 yılı sonu itibariyle inşaat, mekanik ve elektrik kısımları tamamlanmış olup tesisin birinci aşaması işletmeye açılmıştır. Arıtma tesisinin birinci kademesi 300.011 eşdeğer nüfusa, 820 L/s debisine ve 16.200 kg BOİ₅/gün kirlilik yüküne, ikinci kademesi ise 549.956 eşdeğer nüfusa, 1.671 L/s debisine ve 33.000 kg BOİ₅/gün kirlilik yüküne göre; arıtılmış suyun BOİ₅ değeri 30 mg/L ve AKM değeri 30 mg/L olacak şekilde projelendirilmiştir (İller Bankası, 1993). Ancak 2003 yılına kadar, proje debisi aşılmasına rağmen tesisin ikinci kademesi yapılmamıştır.

Arıtılmış sular, deşarj kanalı ile 3-4 km sonra Keban Baraj Gölü'ne dökülen Kehli Deresi'ne deşarj edilmektedir. Çürüyen çamur, kurutma yataklarına basılmakta ve açık havada kurutmaya terk edilmektedir. Çamur kurutma yataklarında, kum-çakıl filtrelerden geçen sulu çamur süzöldükten sonra kanallarla toplanarak giriş pompa istasyonu haznesine gelmektedir. Kuruyan çamurlar da zaman zaman temizlenerek uzaklaştırılmaktadır. Elazığ Kenti Atıksu Arıtma Tesisi'nin akım şeması Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Elazığ Kenti Atıksu Arıtma Tesisi Akım Şeması

Çamur kurutma yatakları çamur çürütme ünitesinden gelen çamur su karışımının suyunu süzerek çamurun kurumasını sağlamaktadır. Çamur kurutma yatakları 10 m genişliğinde, 50 m uzunluğunda 36 adet inşa edilmiştir. Drenaj malzemesi olarak 30 cm kum, 20 cm ince çakıl, 10 cm çakıl kullanılmış ve çevre malzemesi betonarmeden yapılmıştır

Ocak - Aralık ayları arasında, ilk ayın on beşinci günü başlangıç tarihi alınarak, her ayın on beşinci günü 36 adet kurutma yatağından çamur numuneleri alınıp karıştırılarak kompozit numuneler hazırlanmıştır. Alınan numuneler EPA'nın koruma tedbirleri uygulanarak buzdolabında muhafaza edilerek analizlere başlanmıştır.

Çamur örnekleri 12 saat 65 °C sıcaklıkta kurutulmuştur. Kuruyan örnekler havanda dövülerek, 2 mm' lik eleklerden elenmiştir. Analiz için hazır hale getirilen arıtma çamuru örneklerindeki azot değerleri, Kjeldahl yöntemiyle yakılarak ve su buharı destilasyonu kullanılarak belirlenmiş ve sonuçlar bir önceki çalışmada verilmiştir (Arslanoğlu ve diğ., 2005). (0,5 M sodyum bikarbonat (NaHCO₃) çözeltisiyle hazırlanan çamur ekstraktına geçen fosfor, molibdofosforik mavi renk yöntemine göre spektrofotometrik olarak belirlenmiştir (Olsen ve diğ., 1954).

Çamurların ekstrakte edilebilir metal oranlarını belirlemek için 5 ml derişik nitrik asitle muameleye tabi tutulmuştur. 3 g kurutulmuş çamur üzerine 5 ml derişik nitrik asit ve 100 ml saf su eklenip açık renkli olana kadar kaynatılmıştır. Daha sonra filtre

kağıdından süzülerek hacim 100 ml'ye tamamlanmıştır (Schmidtke, 1980).

İpek ve arkadaşlarının 2001 yılında, aynı tesisin kurutma yatağı çamurlarında yaptıkları deneysel çalışmalarda organik maddelerin ortalama % 47'sini karbon değerlerinin oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada da organik maddenin % 47' si alınarak karbon değerleri hesaplanmıştır. SAR değerleri ise tayin edilen kalsiyum, magnezyum ve sodyum değerleri kullanılarak hesaplanmıştır.

BULGULAR

Toplam Fosfor

Yapılan çalışmada kurutma yatağı çıkış çamurunun toplam fosfor muhtevası aylara bağlı olarak değişim göstermektedir. Toplam fosfor en yüksek değere 1.085 mg/kg kuru katı madde ile Temmuz ayında, en düşük değere ise 441 mg/kg kuru katı madde ile Şubat ayında ulaşmıştır. Kurutma yatağı çıkış çamurlarının toplam fosfor değerlerinin aylara bağlı olarak değişimi Şekil 2' de gösterilmektedir.

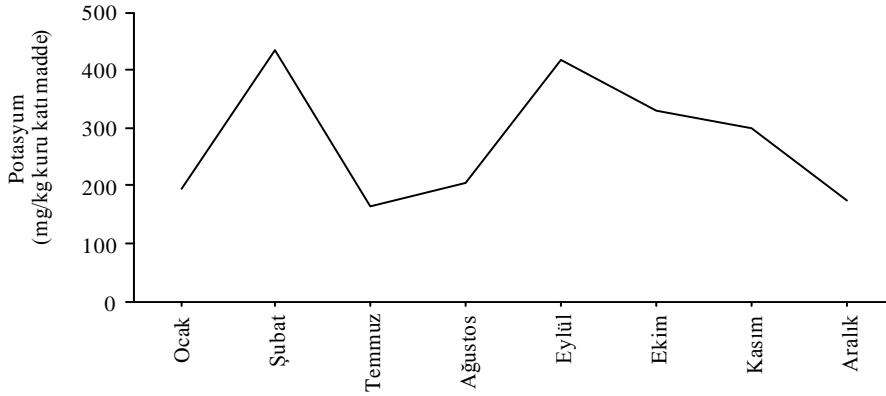


Şekil 2. Elazığ Kenti Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Kurutma Yatağı Çıkış Çamurunun Fosfor Değerlerinin Aylara Göre Değişimi

Potasyum

Kurutma yatağı çıkış çamurunda aylara bağlı olarak değişim gösteren potasyumun en düşük değeri 163,07 mg/kg kuru katı

madde ile Temmuz ayında, en yüksek değeri ise 433,45 mg/kg kuru katı madde ile Şubat ayında görülmüştür. Potasyumun analiz yapılan aylara göre değişimi Şekil 3' de gösterilmiştir.



Şekil 3. Elazığ Kenti Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Kurutma Yatağı Çıkış Çamurlarındaki Potasyum Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi

Kalsiyum

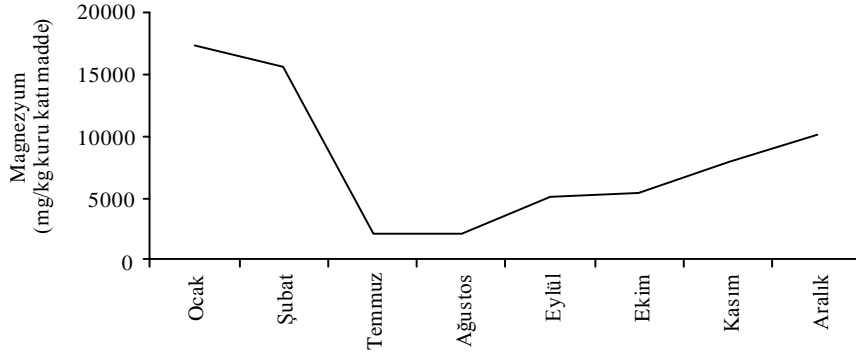
Kurutma yatağı çıkış çamurunda aylara bağlı olarak değişim gösteren kalsiyumun en düşük değeri $24,41 \cdot 10^3$ mg/kg kuru katı madde ile Ağustos ayında, en yüksek değeri ise $50,93 \cdot 10^3$ mg/kg kuru katı madde ile Şubat ayında görülmüştür. Kalsiyumun analiz yapılan aylara göre değişimi Şekil 4' de gösterilmiştir.



Şekil 4. Elazığ Kenti Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Kurutma Yatağı Çıkış Çamurlarındaki Kalsiyum Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi

Magnezyum

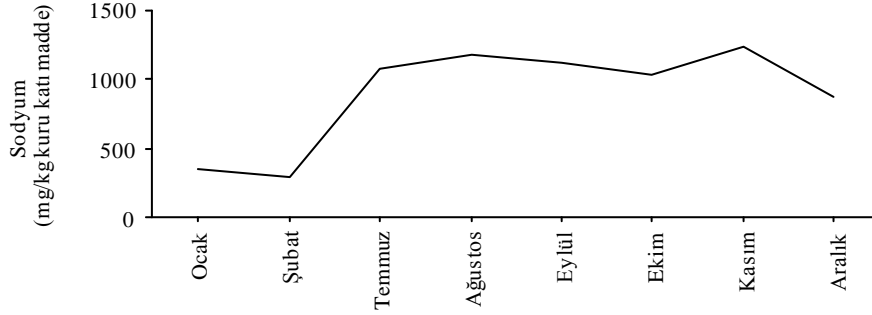
Magnezyum, kalsiyuma paralel olarak artış veya azalış göstermektedir. Arıtma çamurlarının toprak uygulamalarında bitki gelişimi için magnezyum önem arz eder. Çalışmanın yapıldığı aylarda en yüksek magnezyum değeri $17,38 \cdot 10^3$ mg/kg kuru katı madde ile Ocak ayında, en düşük magnezyum değeri ise $2,04 \cdot 10^3$ mg/kg kuru katı madde ile Ağustos ayında görülmüştür. Magnezyumun aylara bağlı olarak değişimi Şekil 5' de gösterilmektedir.



Şekil 5. Elazığ Kenti Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Kurutma Yatağı Çıkış Çamurlarındaki Magnezyum Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi

Sodyum

Kurutma yatağı çıkış çamurunda aylara bağlı olarak değişim gösteren sodyumun en düşük değeri $29,45 \cdot 10^1$ mg/kg kuru katı madde ile Şubat ayında, en yüksek değeri ise $12,33 \cdot 10^2$ mg/kg kuru katı madde ile Kasım ayında görülmüştür. Sodyumun aylara göre değişimi ise Şekil 6' da gösterilmektedir.



Şekil 6. Elazığ Kenti Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Kurutma Yatağı Çıkış Çamurlarındaki Sodyum Konsantrasyonunun Aylara Göre Değişimi

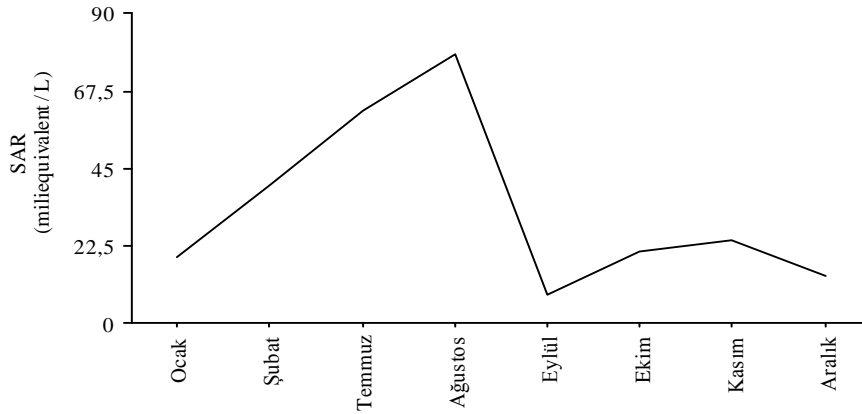
Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR)

Sodyumun bulunduğu ortamda sebep olduğu tehlikeler, toprağın sodyum adsorpsiyon oranı ile tariflenir. Bu oran;

$$SAR = Na^+ / \{ (Ca^{+2} + Mg^{+2})/2 \}^{1/2}$$

şeklinde ifade edilir.

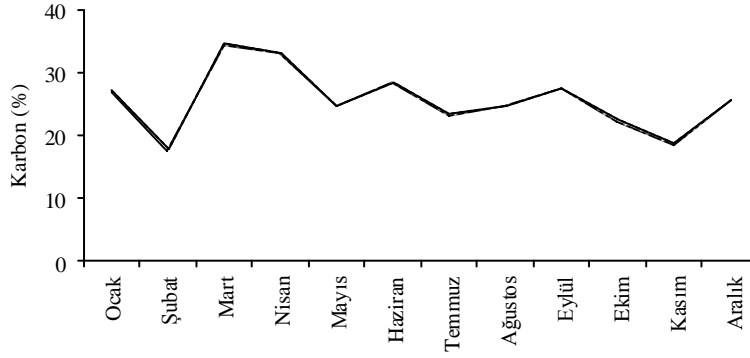
Kurutma yatağı çıkış çamurunda aylara bağlı olarak değişim gösteren SAR'ın en düşük değeri Eylül ayı için 8,00 miliequivalent/L, en yüksek değeri ise Ağustos ayı için 78,46 miliequivalent/L olarak hesaplanmıştır. SAR'ın aylara göre değişimi Şekil 7' de gösterilmektedir.



Şekil 7. Elazığ Kenti Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Kurutma Yatağı Çıkış Çamurlarındaki Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR)'nın Aylara Göre Değişimi

Karbon

Tesisi çıkış çamurundan alınan örnekteki karbon miktarı; örneğin karbon oranı olarak tanımlanıp, örnek ağırlığının yüzdesi olarak ifade edilir. Yaptığımız çalışmada elde edilen bulgulara göre; hesaplanan kurutma yatağı çıkış çamuru maksimum karbon değeri % 34,78 ile Mart ayında, % 17,86 değeri ile minimum Şubat ayında gözlenmiştir. Karbon değerlerinin aylara bağlı olarak değişimi Şekil 8'de gösterilmektedir.



Şekil 8. Elazığ Kenti Evsel Atıksu Arıtma Tesisinin Kurutma Yatağı Çıkış Çamurunun Karbon Değerlerinin % Olarak Aylara Göre Değişimi

SONUÇ

Kurutma yatağı çıkış çamurlarının potasyum muhtevalarının düşük değerler aldığı görülmüştür. Kalsiyum ve magnezyum muhtevaları ise birbirlerine paralellik arz etmektedir. Arıtma çamuru bertarafında bilhassa toprak uygulamalarında bu üç maddenin ortamın ihtiyacını karşılayacak düzeyde verilmesi gerektiği için önceden tespit edilmesi, periyodik olarak çamur uygulamalarını bir düzene sokacaktır. Sodyum değerleri ise potasyuma nazaran oldukça yüksek değerler almıştır. Çamurun tuzluluk oranını ve iletkenlik seviyesini bulmada önemli bir parametre olan sodyum adsorbsiyon oranı (SAR), oldukça yüksek değerler almıştır. Dolayısıyla arıtma çamurunun uygulandığı ortam da bu noktalardan etkileneceği için SAR değerlerinin çamur uygulamalarında ve çamur bertarafında göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Kurutma yatağı çıkış çamurundaki karbon miktarı % 17,86 ile % 34,78 arasındadır. Bu kademedeki çamurun ayrışabilir organik madde muhtevası düşük olmakla beraber, çamur uygulamalarının seçiminde bu değerler göz önünde bulundurulmalıdır.

Kurutma yatağı çıkış çamurlarındaki fosfor miktarı, azot miktarıyla (Arslanoğlu ve diğ., 2005) bir paralellik arz etmediği görülmüştür. EPA'nın 1984'teki araştırmalarına göre; arıtma çamurlarının genelinde fosfor miktarı, azot miktarının yarısından daha az değerler almaktadır. Yaptığımız çalışmada da fosfor miktarları, analiz yapılan ayların genelinde azot miktarlarının yarısından daha düşük değerler almıştır.

KAYNAKLAR

- Arslanoğlu, H., Koçer, N., Dere, T., Elazığ Atıksu Tasfiye Tesisi Arıtma Çamurlarındaki Azot Formlarının Araştırılması, I. Ulusal Arıtma Çamurları Sempozyumu 23-25 Mart 2005, İzmir, Türkiye.
- Arcak, S., C. Türkmen, A. Karaca ve E. Erdoğan, 2000, A Study on potential agricultural use of sewage sludge of Ankara wastewater treatment plant. Proceeding of International Symposium on Desertification, 13-17 June 2000, Konya.
- Bilgin, N., Eyüpoğlu, H., Üstün, H., 2002, Biyokatıların (Arıtma Çamurlarının) Arazide Kullanımı. ASKI Arıtma Tesisi Başkanlığı - Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- Bozkurt, M.A., İ. Erdal, K.M. Çimrin, S. Karaca ve M. Sağlam, 2000, Kentsel arıtma çamuru ve humik asit uygulamalarının mısır bitkisinde besin elementi ve ağır metal kapsamına etkisi. A.Ü. Tarım Bilimleri Derg.,
- İller Bankası, 1993, Elazığ Atıksu Arıtma Tesisi İşletme Talimatnamesi Aktif Çamur Sistemi, Elazığ.
- Johanson, M., Stenberg, B. and Torstensson, L. 1999, Microbiological and chemical changes in two arable soils after long-term sludge amendments. Bio. Fertil. Soils, 30:160-167.
- Dolgen, D., Alpaslan, M.N., Delen, N. 2007, Agricultural recycling of treatment-plant sludge: A case study for a vegetable-processing factory. J Envir. Manag. 84:274-281.
- Sing, R.P., Agrawal, M. 2007. Potential benefits and risks of land application of sewage sludge. Waste Management (2007).Doi:10.1016/j.wasma pp 1-12.
- İpek, U., Öbek, E., Çınarcı, B., Tatlı, P. ve Hasar, H., 2001, Elazığ Evsel Atıksu Arıtma Çamurlarında Organik Madde İçeriğinin ve C/N

-
- Oranın Belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 16(2), 1-5.
- Lopez-Mosquera, M.E., Morion, C. and Seoane, S. 2002, Changes in chemical properties of an acid soil after application of dairy sludge. Invest. Agro. Prod. Veg. Vol. 17(1): 78-86.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., and Dean L.A., 1954, Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate, U.S. Dept. Of Agric. Cric., 939p
- Özgüven, N.Ç. ve Katkat, A.V. 2001, Mis süt sanayi arıtma tesisi atığının tarımda kullanılma olanakları, Uludağ Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi Dergisi, Cilt: 15, s. 139-149.
- Rogg, H., Demuth, S., Klaerschlamapplikationen auf landwirtschaftlichen Nutzflaechen in einem Wasserschutzgebiet der Schutzzone III, Wasser. Abwasser, 139 (1), 7-13, 1998.
- Schmidtke, N.W., 1980, Sludge Generation, Handling and Disposal at Phosphorus Control Facilities in Ontario. Characterization, Treatment and Use of Sewage Sludge, Proceedings of the second European Symposium (21-23 October 1980), Vienna, 190-225.
- Sing, R.P., Agrawal, M. 2007. Potential benefits and risks of land application of sewage sludge. Waste Management (2007).doi:10.1016/j.wasmap 1-12.
- Özyazıcı, M., A. ve Özyazıcı, G., Arıtma Çamurunun Toprağın Bazı Temel Verimlilik Parametreleri Üzerine Etkileri, Anadolu Tarım Bilim. Derg., 2012, 27(2):101-109.
- Ünal, M.A. ve Katkat, A.V. 2003, Bisküvi ve şekerleme sanayii arıtma çamurunun toprak özelliklerine ve mısır bitkisinin kimi mineral madde içeriği üzerine etkileri, U.Ü.Z.F. Dergisi, 17(1): 107-118.
