



Araştırma Makalesi/Research Article
**Çanakkale Eysel Atık Su Arıtma Çamurunun Çim Bitkisinin
Fosfor Elementi İçeriği Üzerine Etkisi**

Yasemin Ekleme^{1*} Ali Sümer¹

¹ÇOMÜ, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 17020-Çanakkale/Türkiye
*Sorumlu yazar e-mail: yaseminekleme@hotmail.com

Geliş Tarihi: 12.06.2018

Kabul Tarihi: 06.12.2018

Öz

Arıtma çamuru çoğunlukla organik madde ve besin yüklü organik katılardan oluşan ve arıtma tekniğine bağlı olarak kıvamı bulamaç ya da kuru formda değişebilen yoğunlaştırılmış katılar süspansiyonudur. Eysel nitelikli arıtma çamurları, gübre değeri; atığın kaynağı, arıtılmış suyun özelliği ve kullanılan çamur arıtma işlemlerine göre değişmektedir. Doğal gübrelere olan ilginin arttığı günümüzde arıtma çamurlarının, toprağın organik madde içeriği ile tarımsal ürünün ihtiyaç duyduğu bitki besin elementlerini sağladığı, ürün verimi ile kalitesini arttırdığı, bitkilerde olumlu gelişmeye neden olduğu ve ayrıca farklı bölgelerdeki ve farklı iklim koşulları altındaki verimsiz toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini geliştirdiği de belirlenmiştir. Bu amaçla kurgulanan kapsamında Çanakkale Belediyesi Eysel Atık Su Arıtma Tesisinden elde edilmiş arıtma çamurunun farklı dozları (hiç arıtma çamuru uygulanmayan kontrol dozu, izin verilen maksimum doz, maksimum dozun yarısı, maksimum dozun iki katı), dardanos yerleşkesinden alınan tarım toprağına karıştırılarak çok yıllık çimi (*Lolium perenne*) yetiştirilmiştir. Dört tekerrürlü denemede, bitkide belli periyotlar da dört kere hasat yapılarak temsili örnekler alınmıştır. Çok yıllık çim (*Lolium perenne*) örneklerinde fosfor içerikleri belirlenmiştir.

Bu verilerin istatistik analiz sonuçlarına göre toplam fosfor miktarı “hasat zamanı x arıtma çamuru dozları” intereksiyonu istatistiksel anlamda önemli olmuş, ikinci hasat zamanındaki maksimum uygulama dozundaki fosfor miktarı en yüksek bulunmuştur ($p \leq 0,01$).

Anahtar Kelimeler: Arıtma çamuru, Fosfor, İngiliz Çimi

Effect of Çanakkale Sewage Treatment Sludge on Phosphorous in Grass

Abstract

Sewage sludge, is mostly a solids suspension in a changeable condensed dry form or slurry consistence based on a refining technique formed by organic substances and organic solids enriched with nutrition. Domestic sufficient sewage sludges and the significance of fertilizer change according to the source of the sludge, feature of the water refined and the process of refining the used sludge. Today, where interest has increased for natural fertilizers, it has been determined that sewage sludge has provided plant nutrition elements needed by the containts of organic substances of the soil and agricultural products, has increased the product yield and quality, has determined positive development in plants and has developed physical, chemical and biological features of infertile soils under different regions and climatic conditions. For this purpose, different doses of sewage sludge obtained from Çanakkale Municipality Sewage Treatment Plant (a control dose where no sewage sludge is applied, the maximum dose permitted, half of the maximum dose, twice of the maximum dose) have been combined with the agricultural soil taken from Dardanos Campus, and perennial rygrass (*Lolium perenne*) has been raised. In the test, repeated four times, representative samples have been taken by harvesting the plant for four times within certain periods. Phosphorous compounds have been identified in the grass (*Lolium perenne*) samples taken.

According to the statistical analysis results of these datas, the total phosphorous amount “harvest season x sewage sludge doses” interaction has been statistically important, and within the second harvest season, the amount of phosphorous in the maximum dose applied has been found high ($p \leq 0,01$).

Keywords: Sewage sludge, Phosphorous, perennial rygrass (*Lolium perenne*)

Giriş

Günümüzde, atık suların arıtımı sonucu büyük miktarlarda oluşan arıtma çamurlarının işlenmesi ve çevreye en az zarar verecek şekilde uzaklaştırılması atık su arıtımı kadar önem taşımaktadır. Arıtma çamurları, atık su arıtma proseslerindeki mikrobiyal besin zincirinin doğal son ürünleridir. Oluşan çevre bilinci kapsamında bu atıkların çevreyle uyumlu hale getirilmeleri kuşkusuz büyük önem taşır.



Aritma çamurlarının araziye verilerek bertaraf edilmesi, uzun yıllardan beri uygulanan bir yöntem olmuştur. Ancak ham veya işlenmemiş çamurların araziye gelişigüzel boşaltılması, koku ve patojen mikroorganizma sorunu, yeraltı sularının kirlenmesi gibi istenmeyen bazı olumsuzluklara neden olabilmektedir. Turalioğlu ve Acar (1996) tarafından yapılan araştırmada arıtma çamurlarının çevreye en az zarar verecek şekilde bertaraf edilmesi ve içerdikleri besin elementlerinden de yararlanılabilmesi için tarım topraklarında kullanmanın en iyi yol olduğu ancak uygulamadan önce hem atığın hem de toprağın ağır metal, tuz, azot ve patojen mikroorganizmalar miktarlarının tespit edilerek verilebilecek maksimum yüklerin belirlenmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu nedenle son yıllarda çamurların üzerinde yapılan araştırmalar ve çalışmalar yoğunlaştırılmış, arıtma çamurlarının nihai bertarafına yönelik yasal düzenlemeler geliştirilip uygulamaya konulmuştur (Rhyner ve ark. 1995). Arıtma çamurlarının araziye uygulanmasından önce çamurun özelliklerinin belirlenmesi ve iyileştirilmesi gerekir. Dikkat edilmesi gereken diğer noktalar; çamurun kalitesi ve miktarı, yasal düzenlemeler ve bertaraf alternatiflerinin değerlendirilmesidir (Filibeli 1998). Genel olarak arıtma çamurlarının bitki büyümesi için gerekli olan azot, fosfor ve iz elementleri içerdiği bilinmektedir. Yapılan çalışmalar, kentsel, evsel ve gıda endüstrisi kökenli arıtma çamurlarının, ürünün ihtiyaç duyduğu azot, fosfor ve mikro besin elementlerini sağlayabildiği, uygun şekilde ele alındığında tarımsal arazilerde kullanılabileceği doğrultusundadır.

Aritma çamurlarının bitki besin elementi kaynağı olarak değerlendirilmesi ve tarımsal alanlara uygulanarak tarımsal ve dolayısıyla ekonomik kazanç sağlanması konusunda pek çok araştırma yapılmıştır. Ancak Türkiye'deki genel duruma bakıldığında arıtma çamurlarının genellikle katı atık olarak uzaklaştırıldığı görülmektedir. Atık su arıtma tesislerinden kaynaklanan çamurun ekonomiye katkı sağlaması ve atığın tarımda kullanılarak yeniden kazanılması açısından kapsamlı araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Tüm bu bilgiler doğrultusunda yapılan çalışmada; Çanakkale İlimizin Atık Su Arıtma Tesislerinden elde edilen arıtma çamuru konusunda araştırma bulunmamaktadır. Ayrıca önceki çalışmalar da Çanakkale İlimizin arıtma çamurunun çim bitkisi üzerinde etkisi araştırılmamıştır. Bu amaçla kurgulanan çalışma da Çanakkale Belediyesi Evsel Atık Su Arıtma Tesisinden elde edilmiş arıtma çamurunun İngiliz çimi (*Lolium perenne*) bitkisinde fosfor elementi içeriği üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Deneme de kullanılan tarım toprağı Çanakkale Dardanos Yerleşkesi Uygulama Alanı'ndan alınmıştır. Arıtma çamuru ise Çanakkale Belediyesi Evsel Atık Su Arıtma Tesisinden temin edilmiştir. Toprak ve arıtma çamuru örnekleri kurutulup, ezildikten sonra 2 mm gözenek çaplı elekten geçirilerek kullanılmıştır. Test bitkisi olarak İngiliz Çimi (*Lolium perenne*) kullanılmıştır. Denemede kullandığımız materyallerden temsili örnekler alınıp belli yöntemlere göre analizler yapılmıştır ve Çizelge 1'de belirtilmiştir.

Denemenin kurulması amacıyla, saksılara dört kg toprak materyali tartılıp, farklı oranlarda arıtma çamuru konulmuştur. Kodlar ve deneme materyal miktarları Çizelge 2'de belirtildiği gibidir.

Arıtma çamuru materyali için dört ayrı doz belirlenmiştir. Arıtma çamurunun ve toprak örneklerinin ağır metal analizleri yapılarak yönetmelikler kapsamındaki (3 Ağustos 2010 tarih ve 27661 sayılı Resmi Gazete ile çıkarılan yönetmelik Anonim, 2010) topraklara uygulanabilir maksimum çamur dozu belirlenmiştir. Daha sonra maksimum dozun yarısı ve maksimum dozun iki katı hesaplanarak iki doz daha belirlenmiştir. Kontrol olarak ise hiç arıtma çamuru kullanılmamıştır. Dört kg tartığımız topraklarla, farklı oranlarda belirlediğimiz arıtma çamurlarını karıştırarak saksılarda çim tohumu ekilmiştir. Her saksıya belirlediğimiz zamanlarda tarla kapasitesi düzeyinde farklı miktarlarda sulaması yapılmıştır. Denememiz boyunca dört hasat yapılmıştır. Hasat edilen bitki örneklerinde toplam fosfor miktarı (Barton, 1948; Kitson ve Mellon, 1944)'e göre belirlenip veriler toplanmıştır. Deneme toplam 16 parselden (dört arıtma çamur dozu x dört tekerrür) oluşmaktadır. Özetle; dört tekerrür x dört arıtma çamur dozu x dört hasat olmak üzere 64 adet çimde toplam fosfor değerleri incelenmiştir.

Araştırma tesadüf blokları desenine göre kurulmuştur. Araştırmadan elde edilen veriler MINITAB16 paket programı kullanılarak, tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizi yapılarak sonuçlar arası farklar En Küçük Asgari Farklara (LSD) göre değerlendirilerek uygulamalar arasındaki değişimler farklı harflerle ifade edilmiştir.



Çizelge 1. Deneme materyallerinde incelenen özellikler ve belirlenme yöntemleri

Özellikler	Belirlenme Yöntemleri
N Toprak ve çamurda toplam	LECO C-N elementel analiz cihazı ile (Kirsten, 1983)
P Toprak ve çamurda toplam	Perkin Elmer Optima 8000, ICP-OES cihazıyla belirlenmiştir.
K Toprak ve çamurda toplam	Perkin Elmer Optima 8000, ICP-OES cihazıyla belirlenmiştir.
Bitkide toplam fosfor belirlenmesi	Kuru yakma yöntemi ile yakılmasıyla elde edilmiş bitki çözeltilisindeki fosforun, sarı renk yoğunluğunun spektrofotometrede belirlenmesi (Barton, 1948; Kitson ve Mellon, 1944).
Toprakta ve çamurda toplam ve alınabilir ağır metaller	HNO ₃ ve HCl asitlerle 3:1 oranında karıştırılarak elde edilen asit karışımında (Kral suyu) yaş yakılan örneklerde Perkin Elmer Optima 8000, ICP-OES cihazıyla belirlenmiştir.
Toprakta organik madde	Modifiye Walkley-Black yöntemiyle (Jackson, 1958).
Çamurda organik madde	Nemi uçurulan arıtma çamurunun 500 °C de yakılması ile (DIN EN ISO 1172)
Toprak bünyesi (tekstür)	Hidrometre yöntemi ile belirlenmiştir (Bouyoucos, 1951).
Toprak ve çamurda tarla kapasiteleri	Suya doymun hale getirilen toprak ve çamur örnekleri basınçlı membran aletinde 1/3 atmosfer basınca tabi tutularak belirlenmiştir (Klute, 1986).
Toprakta ve çamurda nem miktarları	Toprakta 105°C’de, arıtma çamurunda 70 °C de sabit ağırlığa gelen örneklerde ağırlık kaybı esasına göre belirlenmiştir (Allmaras ve Gardner, 1956).
Toprakta ve çamurda pH ve EC değerleri	Toprakta 1:2,5 toprak:su karışımında, çamurda 1:5 toprak:su karışımında pH değerleri pH-metre ile potansiyometrik olarak; EC ise EC-metre ile ölçülerek belirlenmiştir (Richards, 1954; Grewelling ve Peech, 1960).

Çizelge 2. Denemede uygulanan deneme materyalleri, dozları, saksı adetleri ve kodları

Dozlar	Arıtma	Çamuru	Toprak	Saks
od	Miktarı (g)	Miktarı (g)	Miktarı (g)	ı (adet)
½ x	430		4000	4
Maksimum				
Maksim	860		4000	4
um				
2 x	1720		4000	4
Maksimum				
Kontrol	0		4000	4

Bulgular ve Tartışma

Deneme toprağımız tınlı bir bünyeye sahiptir. Toprağımız hafif alkalın reaksiyon göstermektedir. Toprağımızın organik madde içeriği az olup tuzsuz ve orta kireçli yapıdadır. Deneme materyali olan toprak ve arıtma çamurunun temel analiz değerleri Çizelge 3’de verilmiştir.

Denemede, toprak ve arıtma çamurunun toplam ağır metal kapsamaları analiz sonuçlarına göre, deneme materyali olan arıtma çamurunun toplam Zn içeriği 729,34 mg kg⁻¹, deneme materyali toprağın ise 42,44 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Çanakkale Belediyesi Kentsel Atık Su Arıtma Tesisi’nden elde edilen arıtma çamurunda yüksek oranda Zn içermesi nedeniyle en kritik olan ağır metal olarak nitelenebilir. Denemede kullanılan maksimum doz miktarı arıtma çamurundaki Zn



miktarına göre yönetmelik kapsamında hesaplanarak belirlenmiştir. Araştırmada materyal olarak kullanılan arıtma çamuru ve deneme toprağının alınabilir ve toplam bazı ağır metal kapsamları Tablo 4’te verilmiştir.

Çizelge 3. Araştırma materyallerinin temel özellikleri

İncelenen Özellik	Toprak	Arıtma Çamuru
Toplam N (%)	0,07	4,36
Toplam P (mg/kg)	932	19291
Toplam K (mg/kg)	1652	1728
pH	8,01	6,39
EC (dS/m)	0,39	1,46
Bünye	Tın (%51 Kum, %35 Tın, %14 Kil)	-----
Organik madde (%)	1,81	42,73
CaCO ₃ (%)	11,86	-----
Tarla kapasitesi (%)	21,98	48,66
Solma noktası (%)	14,38	46,23
Hava kuru nem (%)	4,21	9,65

Çizelge 4. Araştırma materyallerinin bazı alınabilir ve toplam ağır metal kapsamları

Metaller (mg kg ⁻¹)	Toplam		Alınabilir	
	Arıtma Çamuru	Toprak	Arıtma Çamuru	Toprak
Zn	729,34	42,44	366,0	1,202
Cu	46,33	8,959	1,009	1,587
Cd	0,621	0,228	0,120	0,026
Cr	32,35	11,00	5,911	0,028
Ni	24,41	49,55	5,251	0,996
Pb	16,21	11,00	5,911	0,028

Çizelge 5’de toplam fosfor elementi istatistik analiz sonuçları verilmiştir. Elde edilen istatistik analiz sonuçlarına göre, ikinci hasat zamanındaki maksimum uygulama dozunda toplam fosfor miktarı en yüksek bulunmuştur. İstatistik anlamda birinci haftanın maksimum dozunda da aynı etki görülmüştür. Toplam fosfor miktarı “hasat zamanı x arıtma çamuru dozları” intereaksiyonu istatistiksel anlamda önemli olmuştur ($p \leq 0,01$). Toplam fosfor miktarı hasat zamanı ve arıtma çamuru dozları ayrı ayrı istatistik anlamda da önemli olmuştur ($p \leq 0,01$).

Cohen ve ark. (1979) tarafından yapılan çalışmada, incelenen sulu ve havada kurutulmuş arıtma çamurlarının N, P, Ca, Mg ve mikro besin elementlerini sağlayabildiği ancak K miktarlarının yeterli olmadığı belirtilmiş ve potaslı gübre ilavesinin gerekli olduğu tespit edilmiştir. Larson ve ark. (1974) tarafından yapılan diğer bir çalışmada şehir arıtma çamurlarının tarımsal ürünün ihtiyaç duyduğu azot, fosfor ve mikro besin elementlerini sağlayabildiği belirtilmiştir. Pedreno ve ark. (1996) ise, arıtma çamuru uygulanmış kalkerli bir toprağın tarımsal kalitesini incelemeye yönelik bir çalışma yapmışlar ve arıtma çamurunun toprağın N, P, Fe, Cu, Zn ve organik madde içeriğini arttırdığını belirtmişlerdir.

Çizelge 5. Toplam fosfor elementi istatistik analiz sonuçları

P (mg/kg)	Kontrol doz	Max. doz/2	Max. doz	Max. doz x 2	Ortalama
1.Hasat	3227 cd	3783 ** bc	4814 a	3734 bc	3889 AB**
2.Hasat	3460 bcd	3820 bc	4831 a	3928 b	4010 A
3.Hasat	3548 bcd	3738 bc	3619 bcd	3776 bc	3670 B
4.Hasat	2420 ef	2206 f	3256 bcd	2987 de	2717 C
Ortalama	3164 C**	3387 BC	4130 A	3606 B	3572

** : Büyük harfler ortalamalar arası farkları, küçük harfler hasat zamanı ve dozlar arası interaksiyonları ifade etmektedir.



Sonuç ve Öneriler

Elde edilen veriler doğrultusunda, bitkide toplam fosfor elementi içeriği kontrole göre arıtma çamuru oranı artması ile artışı belirlenmiştir. Araştırmamız sonucunda, çim bitkisinde kontrole göre arıtma çamuru uygulanması durumunda bitkide toplam fosfor elementi içeriğinin artabileceğini söyleyebiliriz.

Çim bitkisinde arıtma çamurun fosfor elementi içeriği üzerine etkisi maksimum dozda en iyi sonucu vermiştir. Arıtma çamurunun maksimum doz uygulaması tarım alanlarında kullanılabilir sınırlara dair yönetmelik kapsamında kabul edilebilir sınırdadır için çim bitkisine gübre olarak kullanılması önerilir.

Not: Bu makale ÇOMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Öğrencisi Yasemin Ekleme'nin "Çanakkale Evsel Atık Su Arıtma Çamurunun Çim Bitkisinin Bitki Besin Elementi ve Ağır Metal İçeriği Üzerine Etkisi" isimli Yüksek Lisans tez çalışmasından türetilmiştir. Bu araştırma ÇOMÜ BAP Komisyonu Başkanlığı tarafından FYL-2017-1182 Proje numarasıyla desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Allison, L.E., Moodie, C.D., 1965. Carbonate. In: C.A. Black et al.(ed.) Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy 9:1379-1400. Am. Soc. of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Allmaras, R.R., Gardner, C.O., 1956. Soil sampling for moisture determination in irrigation experiments. Agron Jour.,48:15-17.
- Anonim, 2010. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (3 Ağustos 2010 tarih ve 27661 sayılı Resmi Gazete).
- Barton, C.J., 1948. Photometric analysis on phosphate rock. Ind. And. Eng. Chem. Anal. Ed. 20:1068-1073.
- Cohen, D.B., Webber, M.D., Bryant, D.N., 1979. Land Application of Chemical Sewage Sludge-Lysimeter Studies. First European Symposium Treatment and Use of Sewage Sludge Proceedings, Cadarache, 13-15 February 1979, p. 108-138
- DIN EN ISO 1172 (1998). Prepregs, Formmassen und Laminate – Bestimmung des Textilglas- und Mineralfüllstoffgehalts – Kalzinierungsverfahren [Textile-glass-reinforced plastics – Prepregs, moulding compounds and laminates – Determination of the textile-glass and mineral-filler content; calcination methods]. Deutsches Institut für Normung, Germany.
- Filibeli, A., 1998. Arıtma Çamurlarının İşlenmesi. D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir. 254s.
- Jackson, M. L., 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A.
- Kirsten, W. J., 1983. Organic Elemental Analysis. Academic Press, New York, USA.
- Kitson, R.E., Mellon, M.G., 1944. Colorimetric determination of phosphorus as molybdovanadophosphoric acid. Ind. Eng. Chem., Anal. Ed. 16:379-383
- Klute, A., 1986. Water Retention: Laboratory Methods. Methods of Soil Analysis Part1.2nd Ed. Agronomy 9. Am. Soc. Argon., 635-660, Madison. USA.
- Larson, W.E., Susag, R.H., Dowdy, R.H., Clappa, C.E., Larson, R.E., 1974. Use of Sewage Sludge in Agriculture with Adequate Environmental Safeguards. Sludge Handling and Disposal Seminar Proceedings. Toronto, 18-19 September 1974, p. 27-46.,
- Pedreno, J.N., Gomez, I., R. Moral, R., Mataix, J., 1996. Improving the agricultural value of a semi-arid soil by addition of sewage sludge and almond residue. Agriculture, Ecosystems and Environment, 58: 115-119.
- Rhyner, C.R., Schwartz, L.J., Wenger, R.B., Kohrell, M.G., 1995. Waste Management and Resource Recovery. CRC Press, Inc., Florida, USA. p. 199-361.