



## Aritma Çamuru ve Zirai Atıkların Kompostlanarak Tarım Arazilerinde Kullanımı

Ümmügülsüm Günay<sup>1\*</sup>, Şükrü Dursun<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye

E-Posta: ummu\_muhi\_20@hotmail.com, sdursun@slcuk.edu.tr

**Özet:** Uygun olmayan üretim teknikleri sonucunda toprak kalitesi bozulmakta, toprak organik maddesi azalmakta, toprak içerisinde su, hava ve bitki besin maddesi hareketi engellenmekte ve bitki gelişimi zarar görmektedir. Tarımsal alanlarda organik madde azalmasının başlıca nedeni oksidasyon sırasında karbonun atmosfere salınmasından kaynaklanmaktadır. Bu bağlamda toprağa kaybettiği karbonu, arıtma çamuru ve zirai atıklarla elde edilecek olan karbon sağlamaktadır. Arıtma çamurlarının tarımda kullanımı ile hem toprak besin elementleri sağlanabilecek hem de atık olan çamur bertaraf edilebilecektir. Tarımsal atıkların organik karbon miktarının toprağa geri kazandırılması gerekmektedir. Organik maddece yoksun, marjinal yarı kurak alanlarda, biyo-katıların tarımsal atıklar ile birlikte kompostlaştırılmasıyla topraklarda karbon ve azot mineralizasyonunun sağlanması, organik madde muhtevasının artırılması, agregat stabilitesinin artırılması ve nihayetinde tarımsal atıkların yakılmasının azaltılması beklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Arıtma çamuru, geri dönüşüm, kompost, mısır sapı, organik madde, toprak kalitesi

### The Use of Composting Sewage Sludge and Agricultural Wastes in Agricultural Land

**Abstract:** Improper production techniques deteriorate soil quality, decrease soil organic matter, and inhibit the movement of water, air and plant nutrients in soil and damage plant growth. The main cause of organic matter reduction in agricultural areas is the release of carbon into the atmosphere during oxidation process. In this context, the lost carbon from the soil, that can be obtained with the additional of the sludge and the agricultural wastes. The use of sewage sludge in agriculture will provide both soil nutrient elements and waste sludge can be disposed with this application. The amount of organic carbon in agricultural wastes needs to be recycled to the soil. In marginal semi-arid areas devoid of organic matter, it is expected that the bio-solids will be composted together with agricultural wastes to provide carbon and nitrogen mineralization in the soil, to increase the organic matter content, to increase the aggregate stability and eventually to reduce agricultural waste burning.

**Key Words:** Sewage sludge, recycling, compost, corn stalk, organic matter, soil quality

### GİRİŞ

Günümüzde gelişen teknoloji, artan nüfus ve diğer birçok etmene bağlı olarak atık miktarları da artmaktadır. Bu durum birçok çevre sorununu beraberinde getirmektedir. Bu sorunlardan biri arıtma çamurlarıdır. Arıtma çamurları içerdiği patojenik mikroorganizma ve ağır metal içeriğinden dolayı risk taşımaya rağmen birçok besin elementini de bünyesinde bulundurmaktadır. Arıtma çamurları, giderek yaygınlaşan organik gübre niteliği taşıyan organik kökenli nihai üründür<sup>[1]</sup>. Uygun miktarlarda arıtma çamuru ve kompost uygulamasında toprağın fiziksel ve kimyasal yapısının iyileştiği ve bitki büyümesinde olumlu etkiler gözlemlenmiştir. Ayrıca erozyona uğramış topraklarda besin maddeleri bakımından bir artış gözlemlenmiştir<sup>[2]</sup>.

Arıtma çamurları çoğunlukla katı atık deponi sahalarında ve arazide depolama şeklinde bertaraf edilmektedir. Arıtma çamuru miktarının sürekli artmasına bağlı olarak farklı yöntemler ile de bertarafı sağlanmalıdır. Bu bertaraf yöntemleri arasında çamurun toprağa verilmesi hem ekonomik bakımdan hem organik gübre ve toprak düzenleyicisi olması bakımından oldukça avantajlı olmaktadır. Bu yöntemle çamurun nihai bertarafı gerçekleşmekte ve bitki besin elementleri doğal döngüsüne tekrar girmektedir<sup>[3]</sup>.

Arıtma çamurlarından bünyesinde risk oluşturan ağır metallerin toprak bünyesine geçmesini en aza indirmek amacıyla metal stabilizasyonu uygulanmaktadır. Bunun için kimyasal işlemlerle metallerin karalı hale getirilip toprak özelliklerinin yani pH, katyon değişim kapasitesi vb. değişmesi gerekmektedir. Kirlenmiş alanlarda organik, inorganik veya bunların karışımıyla metal stabilizasyonu arttırılabilmektedir<sup>[4]</sup>.

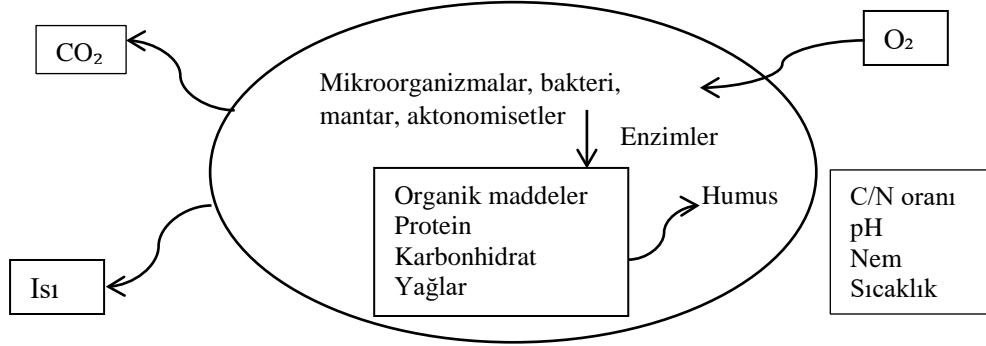
\*İlgili E-posta: ummu\_muhi\_20@hotmail.com

Kompostlama işlemi, tarımsal alanları korumak amacıyla yapılan çevre dostu sürdürülebilir bir prosestir. Bu proseste amaç karbon emisyonlarını azaltarak araziye uygun hale getirmektir. Bu sayede farklı organik atıklar tarımda kullanılabilir [5]. Bu kullanım ile toprağın su ve besin maddesi tutma kapasitesi, pH'sı gibi birçok parametre değeri bakımından iyileştirilebilir [4].

## KOMPOSTLAMA

### *Kompostlamanın Tanımı ve Kompostlaştırma*

Kompostlama, ham atığın bertaraf edilememesi sonucu hem katı atık depolama sahalarında hem de toprak uygulamalarında aerobik bakteriler ve diğer mikroorganizma faaliyetleri sonucu uygun stabil son ürün elde edilmesini sağlayan bir bozunma prosesidir [6]. Bu bozunmanın gerçekleştirilebilmesi için çöpün su içeriğinin %45-60 civarında olması gerekmektedir [7]. Şekil 1'de kompostlama prosesi şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1. Kompostlama prosesi

Kompostlaştırma; bakteri, mantar, aktinomisetlerin organik bileşikleri parçalamaları bakımından çevre dostu bir yaklaşım tarzıdır. Ayrıca kompostun tarımda gübre olarak kullanımı ile atıklar doğadaki madde döngüsünde tekrar yerini almaktadır [8]. Organik maddeler, ortamdaki organizmalar tarafından harcanıncaya ve tüm giderilebilir karbon karbondioksit'e dönüştürülünceye kadar parçalanma devam eder. Fakat, kompost bu noktadan çok daha önce stabil ve yararlı hale gelebilir. Kompostlaştırma sürecinin pratik olarak tamamlanıp tamamlanmadığı, karbon-azot oranı, oksijen ihtiyacı, sıcaklık, koku gibi kullanım ve işleme özelliklerine bağlı olarak belirlenir. Nem, dane boyutu, havalandırma, C/N oranı, pH gibi parametreler kompostu etkileyen çevresel faktörlerdir [9].

### *Kompostlamaya Etki Eden Faktörler*

Kompostlama da etkili olan faktörler kompostun verimini, hızını ve kalitesine etki etmektedir. Bu etkin faktörler; pH, nem içeriği, dane büyüklüğü şeklinde sıralanabilirler [10]. İyi bir kompost elde etmek için gerekli olan parametre değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kompostlama için gerekli olan parametre değerleri

Parametre	Aralık	Tavsiye edilen
Karbon/Azot (C/N) oranı	25:1-50:1	25:1-30:1
Nem muhtevası	%30-75	%50-60
Oksijen konsantrasyonu	%5	>>%5
Partikül boyutu (cm çap)	0,32-1,27	Değişebilir
pH	5.5-9	6.5-8
Sıcaklık (°C)	44-66	55-60

*C/N oranı*; Mikroorganizmalar enerjilerini karşılamak için karbonu (C) ve çoğalmak için azotu (N) kullanırlar. Kompostlanan bir karışımda besin dengesi C / N oranına bakılarak sağlanır. Kompostlama için optimum değer 25 - 30 arasında değişir [7]. Bu aralık değeri maksimum 50 olabilmektedir. C/N

oranı yüksek olan kompost, toprağa verildiğinde topraktaki azotu bünyesine alarak toprağı azot bakımından fakirleştirmektedir. C/N oranı düşük olan kompostta ise, azot fazlalığından dolayı amonyak gazı açığa çıkar ve yine bu durum toprağın azot bakımından fakirleşmesine sebep olur. Bu durumu önlemek için C/N oranı yüksek kompostlara dışardan N ilavesi, düşük olanlara ise dışardan C ilavesi yapılabilir<sup>[11]</sup>.

*Nem*; nem içeriğinin %60-70 arasında olması idealdir. Bu oran %50-60 civarında olabilmektedir. Nem, mikrobiyal aktivite ve oksijen kaynağı arasında bir denge sağlamaktadır<sup>[12]</sup>. Bu parametrenin %30'dan düşük olması mikroorganizmaların çoğalmamasına ve reaksiyonun yavaşlamasına neden olur. %75'den yüksek olması partiküller arasındaki boşlukların dolmasını ve O<sub>2</sub> girişini engellemektedir<sup>[12,13]</sup>.

*pH*; bakteriyel gelişimler pH'ın 6.0-7.5 arasında; mantarlar için 5.5-8.0 arasında bir ortamda faaliyet göstermektedir. pH >7.5 olması ortamı alkali hale getirir; bu durum azot kaybına sebebiyet vermektedir. Birçok mikroorganizma için 6.5 < pH < 7.5 arası optimum aralıktır. Ayrıca pH'nın 5'in altında olması biyo-kontrol faktörlerini engelleyebilir<sup>[14]</sup>.

*Sıcaklık*; 65°C üzerinde spor üreten bakteriler ve aktinomisetler baskındır. 55-60°C arasında oksijen kullanım hızına bağlı olarak optimum ayrışma sıcaklığıdır. Bahçe atıkları, arıtma çamurları, evsel katı atıklar patojen mikroorganizma ihtiva ettiğinden dolayı yüksek sıcaklıklar bu atıklar için gereklidir<sup>[15]</sup>.

*Havalandırma*; kompostta mikroorganizma faaliyetleri için gerekli bir parametredir. Bu parametre elle veya makine ile karıştırılarak yapılmaktadır. Mikrobiyal reaksiyonlarda hava akımı, üretilen CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O ve ısıyı giderebilmektedir. Hava ihtiyacı miktarı 2-5 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>.sa aralığındadır ve nem içeriğiyle alakalıdır<sup>[11]</sup>.

*Dane boyutu*; yüzey alanının küçük olması reaksiyon hızını artırırken büyük olması hızı azaltmaktadır. Mekanik karıştırma ve basınçlı havalandırma da dane boyutu 1,5-2 cm civarındayken, doğal havalandırmalı statik ve aktarmalı yığınlarda bu oran 5 cm hatta maksimum 8 cm'e kadar çıkabilmektedir<sup>[11]</sup>.

## ARITMA ÇAMURLARININ KOMPOST OLARAK KULLANIMI

Arıtma çamurlarının giderek artması önemli bir çevre problemidir. Arıtma çamuru, endüstriye tipine göre Fe, Cu, Al, Hg, Cd, As, Co, Pb, Cr, sülfatlar, hidrokarbonlar, yağlar, fenoller, metal tuzları, asitler, alkaliler, organik maddeler, azot, oksitleyiciler, hidrokarbonlar gibi birçok madde bulunmaktadır. Bu çamurları tarımsal açıdan değerlendirebilmek için öncelikle besin elementi içeriği, tuzluluk, pH, ağır metal içerikleri, elektriksel iletkenliği artırıcı madde bulundurması, tuz fazlalığı bakımından detaylı olarak incelenmesi gerekmektedir. Ayrıca uygulama yapılacak yerin iklim koşulları, topoğrafyası gibi özellikleri dikkate alınmalıdır. Tarımda kullanılacak arıtma çamurları için sınır değerler aşağıdaki Tablo 2'de gösterilmiştir<sup>[7,16]</sup>.

**Tablo 2.** Dünyadaki tarımsal amaçlı kullanılacak arıtma çamurları için sınır değerler

Üst Limit (mg/kg) <sup>o</sup>							
Kirletici	ABD	Kanada	AB	İsveç	Danimarka	Almanya	Türkiye
Arsenik	75	75	-	-	-	-	-
Kadmiyum	85	20	20-40	2	0.5	1.5	20
Krom <sup>oo</sup>	3000	-	1000-1750	100	-	-	1200
Bakır <sup>oo</sup>	4300	-	1000-1750	600	40	60	1200
Kurşun <sup>oo</sup>	840	500	750-1200	100	40	100	1200
Cıva	57	5	16-25	2.5	-	-	25
Molibden	75	20	-	-	-	-	-
Nikel <sup>oo</sup>	420	180	300-400	50	15	50	1200
Selenyum	100	14	-	-	-	-	-
Çinko <sup>oo</sup>	7500	1850	2500-4000	100	100	200	3000
PCB	8.6	-	-	-	-	-	-

<sup>o</sup>Kuru ağırlık

<sup>oo</sup>İşlenmiş arıtma çamurunun topraklarda kullanılması ile hasadın alınması arasında en az 3 ay süre varsa ilgili kuruluşların görüşü alınarak Bakanlıkça cıva ve kadmiyum hariç olmak üzere bu değerler %5'e kadar artırılabilir.

Organik madde içeriği, besi maddeleri, patojenler, metaller, toksik organik maddeler çamurun arazide bertarafını ve kullanımı etkileyen faktörlerdir. Azot, fosforca zengin arıtma çamuru gübre özelliği kazanmasıyla bitki büyümesi için gerekli besin maddelerini karşıladığı için ticari bir öneme sahiptir<sup>[17]</sup>. Arıtma çamurlarının yüksek su içeriklerinden dolayı tarımsal alanlarda kullanılması problem teşkil eder. Bunu önlemek için çamurun fiziki yapısını ve özelliklerini iyileştirici, gözeneklilik artırıcı yapı malzemeleriyle yani odun kabuğu, mısır sapı, mısır kosası, fındık kabuğu, talaş gibi bitkisel kaynaklı malzemeler kullanılmalıdır<sup>[7]</sup>.

Avrupa Birliği arıtma çamurlarının tarım arazisinde kullanımını desteklemektedir. AB uyum süreci; atıkların çevresel etkilerinin daha az olduğu bir bertaraf yöntemi ile giderimini öngörmektedir. Ayrıca arıtma çamuru bertaraf maliyetleri düşünüldüğünde de en uygun geri kazanım yöntemlerden birinin çamurun tarım alanlarında kullanımı olduğu düşünülmektedir. Avrupa Birliğinde ve Türkiye’de kullanılan ve deşarj edilen çamur miktarları Tablo 3’de verilmiştir<sup>[16]</sup>. Tabloya bakıldığında AB ülkelerinin çamuru tarım alanlarında kullanım oranları oldukça yüksektir. Türkiye’ye bakıldığında ise tarım alanlarında kullanım %8.2 civarlarındadır.

**Tablo 3.** Avrupa Birliğinde ve Türkiye’de kullanılan ve deşarj edilen çamur miktarları

Ülkeler	Toplam (10 <sup>3</sup> kuru t/yıl)	Tarım %	Arazi Depolama %	Yakma %	Deniz %
Belçika	35	57	43	0	0
Danimarka	150	43	29	28	0
Fransa	900	27	53	20	0
Almanya	2750	25	65	10	0
Yunanistan	200	10	90	0	0
İrlanda	23	23	34	43	0
İtalya	800	34	55	11	0
Lüksemburg	15	80	20	0	0
Hollanda	280	53	29	10	8
Portekiz	200	80	12	0	8
İspanya	300	61	10	0	29
İngiltere	1500	51	16	5	28
Türkiye	3180	8.2	33.5	0.3	12.7

Tablo 4 ‘de bazı bitki formlarının sap-saman % Analiz değerleri verilmiştir<sup>[18]</sup>. Bu değerlere bakıldığında toprak için C/N kaynağı olabileceği görülmektedir. Bu bitkilerden bazıları hasat sonrasında anız yakılmasına uğramakta ve bu da toprağın strüktür yapısını bozmaktadır. Bu bitki formlarının tarım arazilerinde kullanımı ile toprak yapısı düzeltilir. Ayrıca anız yakımı olayları da azaltılabilir.

**Tablo 4.** Bazı bitkilerin sap-saman formunun nitelikleri (KM bazında)

Bitki Tipi	% Analiz Değerleri					
	C	H	O	N	S	C/N
Buğday samanı	46,70	6,30	41,2	0,40	0,10	116,75
Arpa samanı	46,30	6,40	43,4	0,30	0,10	154,33
Çavdar samanı	47,80	6,00	41,2	0,40	0,10	119,50
Mısır samanı	45,60	5,40	43,3	0,30	0,04	152,00
Mısır koçanı	46,58	5,87	45,4	0,47	0,01	99,10
Mısır sapı	43,65	5,56	43,3	0,61	0,01	71,56
Kolza samanı	48,30	6,30	45,4	0,80	0,20	60,40
Ceviz kabuğu	49,98	5,71	43,3	0,21	0,01	238,00
Badem artığı	51,30	5,29	37,5	0,66	0,01	77,72
Bakım artığı ot	45,00	6,20	43,3	1,00	0,08	45,00
Ağaç kabukları	52,00	5,00	39,4	0,40	0,05	130,00

Birçok çalışmada; artıma çamuru ve bitki formlarının karışımı ile elde edilen kompostun toprak yapısını düzenleyici etkileri görülmüştür. Genellikle çalışmalar gıda endüstri atığı üzerinde yapılmış olsa da atıksu arıtma çamurlarında da verim elde edilmiştir.

Gübre besin elementi olarak kullanılacak olan çamur tarım arazilerine; çamur yüklemesi, yıllık yükleme bazında çamur ile verilen ve ürünlerdeki mevcut N ve/veya P miktarı, ürünün ihtiyacı olan yıllık N ve/veya P miktarını geçmeyecek şekilde yapılmalıdır. Toprak pH'sının  $\geq 6.5$  olması istenir. Bu pH aralığı ağır metallerin toprak içerisindeki hareketini sınırlandırır. Ayrıca toprağın katyon kapasitesi de, toprağın ağır metali bağlama eğilimini gösterdiği için incelenmelidir. Toprağın geçirgenliği ve yapısı bölgenin drenaj özelliklerini gösterdiği için incelenmelidir. Artıma çamurunun diğer önemli bir hususu yer altı kaynakları uzak olup olmadığıdır <sup>[19]</sup>.

## SONUÇ

Topraklarımızın en önemli sorunu organik madde eksikliğidir. Uygun olmayan üretim tekniklerinden dolayı toprak kalitesi bozulmakta ve toprak organik maddesi azalmaktadır. Organik madde eksikliği, tarımın yaygın olduğu bölgelerde mısır, ayçiçeği ve bazı dönemlerde hububat atıklarının hasadı sonrasında anızların yakılması ile oluşmaktadır. Anız yakımı; toprak içerisinde su, hava ve bitki besin maddesi hareketi engellenmekte ve bitki gelişimi zarar görmektedir.

Gıda güvenliğinin ve güvencesinin sürdürülmesi, topraklarımızın doğru bitki besleme yöntemleriyle işlenmesine bağlıdır. Bu yöntemler; tarımsal atıkların organik karbon miktarının ve diğer besin elementlerinin toprağa geri kazandırılmasına yönelik olmalıdır. Organik maddece yoksun, yarı kurak alanlarda, biyokatıların tarımsal atıklar ile birlikte kompostlaştırılmasıyla topraklarda karbon ve azot mineralizasyonunun sağlanması, organik madde muhtevasının artırılması, agregat stabilitesinin artırılması ve nihayetinde anız yakılmasının azaltılması beklenmektedir. Bununla birlikte sentetik gübre kullanımının azaltılması ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır. Ayrıca çiftçilere eğitimler verilerek organik madde üretebilme becerisine ulaştırılması beklenmektedir. Gelecekte toprağın organik madde sorununa yeni yaklaşımlar getirilmesi beceri ve farkındalığının artırılması umut edilmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Yıldız S., Değirmenci M., 2014, Arıtma Çamurlarının Topaklaştırılmasının Uygulanabilirliği ve Maliyet Analizi, *S.Ü. Müh. Bilim ve Tekn. Derg.*, c.2, s.1.
- [2] Özyazıcı M. A., Özyazıcı G., Bayraklı B., 2012, Arıtma Çamuru Uygulamalarının Toprağın Ekstrakte Edilebilir Demir, Bakır, Çinko ve Mangan Kapsamı Üzerine Etkileri, *Toprak Su Dergisi*, 1 (2):110-118.
- [3] Uzun P., Bilgili U., 2011, Arıtma Çamurlarının Tarımda Kullanım Olanakları, *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, Cilt 25, Sayı 2, 135-146.
- [4] Gusiati Z. M., Kulikowska D., 2016, Behaviors of Heavy Metals (Cd, Cu, Ni, Pb and Zn) in Soil Amended with Composts, *Environmental Technology*, Vol. 37, No. 18, 2337–2347.
- [5] Uçaroğlu S., Gümrah B. G., 2016, Gıda Endüstrisi Proses Atıklarının Kompostlanmasında Farklı Katkı Maddeleri ve Aşırı Kullanımı, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, Cilt 21, Sayı 2.
- [6] Varank G., 2006, Aerobik Olarak Stabilize Edilmiş Katı Atıklar ile Kompost Ürününün Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, s. 20.
- [7] Web sayfası: [http://web.deu.edu.tr/erdintrderskati\\_atikders\\_notkompost.pdf](http://web.deu.edu.tr/erdintrderskati_atikders_notkompost.pdf), erişim tarihi: 5 Aralık 2017.
- [8] Yıldız Ş., Ölmez E., Kiriş A., 2009, Kompost Teknolojileri ve İstanbul'daki Uygulamaları, Kompostlaştırma Sistemleri ve Kompostun Kullanım Alanları Çalışmayı.
- [9] Web sayfası: [http://web.deu.edu.tr/erdin/tr/ders/kati\\_atik/ders\\_not/kompost.pdf](http://web.deu.edu.tr/erdin/tr/ders/kati_atik/ders_not/kompost.pdf), erişim tarihi: 8 Aralık 2017.
- [10] Web sayfası: [https://www.mantarsatis.com/bilgiler\\_kompostlamaya-etki-eden-faktorler\\_222.htm](https://www.mantarsatis.com/bilgiler_kompostlamaya-etki-eden-faktorler_222.htm), erişim tarihi: 20 Şubat 2018.
- [11] Öztürk İ., 2014, Katı atık yönetimi ve AB uyumlu uygulamaları, İSTEÇ A.Ş. Teknik kitaplar serisi.
- [12] Gajalakshmi S., Abbasi S.A., 2008, Solid Waste Management by Composting: State of The Art, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 38:311– 400.
- [13] Yıldız Ş., Ölmez E., Kiriş A., 2009, Kompost Teknolojileri ve İstanbul'daki Uygulamaları, Kompostlaştırma Sistemleri ve Kompostun Kullanım Alanları Çalışmayı.
- [14] Vanlalawii E., Awasthi M., 2016, Municipal Solid Waste Composting- A review, *International Journal of Advances in Science Engineering and Technology*.

- [15] Öztürk İ., Arıkan O., Altınbaş M., Alp K., Güven H., 2016, Katı Atık Geri Dönüşüm ve Arıtma Teknolojileri El Kitabı, Nisan 2016, Türkiye Belediyeler Birliği.
- [16] Uzun P., Bilgili U., 2011, Arıtma Çamurlarının Tarımda Kullanılma Olanakları, U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt **25**, Sayı 2, 135-146.
- [17] Öztürk İ., Timur H., Koşan U., 2005, Atıksu Arıtımının Esasları; Evsel, Endüstriyel Atıksu Arıtımı ve Arıtma Çamurlarının Kontrolü.
- [18] Acaroğlu M., 2003, Alternatif Enerji Kaynakları, Atlas yayın dağıtım, sh. 98, Temmuz, İstanbul.
- [19] Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2011, Aile ve Tüketici Hizmetleri, Arıtma çamurları 850CK0101, Ankara, 2011.