



**EXAMINATION OF SOLID WASTE PROFILE AT MIXED MUNICIPAL
SOLID WASTE COMPOSTING FACILITY'S UNITS**

Kadir SEZER^{*1}, Osman A. ARIKAN², Şenol YILDIZ¹

¹İSTAC A.Ş., İstanbul Çevre Yönetimi Sanayi ve Ticaret A.Ş., İSTANBUL

²İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Maslak-İSTANBUL

Received/Geliş: 31.08.2009 Revised/Düzeltilme: 22.06.2010 Accepted/Kabul: 01.12.2010

ABSTRACT

European Union's Sanitary Landfill Directive foresees that, eliminating of organic waste by environmental friendly methods instead of sanitary landfilling. Therefore, as in Europe, composting of organic waste will be an important alternative for Turkey in following years. To plan, design and operate these composting facilities significant amount of knowledge shall needed.

In this study, a 12-month waste profile for the Istanbul Metropolitan Municipality Composting and Recycling Facility, one of the four composting facilities in Turkey, was investigated in detail. Therefore, the flow of the seasonal changes in the units of the facility and its effects on the compost product were determined. Also, the inert content (glass, plastic, metal, etc.) which is important for marketing of the compost was determined and certain strategies were developed for the reduction of the inert materials.

Keywords: Inert material, mixed municipal solid waste, profile, compost.

**KARIŞIK KENTSEL ATIK KOMPOSTLAŞTIRMA TESİSİ ÜNİTELERİNDE ATIK PROFİLİNİN
İNCELENMESİ**

ÖZET

Türkiye'nin aday olduğu Avrupa Birliği'nin Düzenli Depolama Direktifi organik atıkların düzenli depolama alanları yerine farklı alternatif teknolojilerle bertarafını öngörmektedir. Bu nedenle Avrupa'da olduğu gibi önümüzdeki yıllarda Türkiye'de kompostlaştırmanın gittikçe önem kazanacağı düşünülmekte olup, bu tesislerin planlanması, dizaynı ve işletilmesi için önemli bilgi birikimine ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu çalışmada, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Kemberburgaz Geri Kazanım ve Kompostlaştırma Tesisi'nde 12 aylık detaylı bir atık profili çıkarılarak, tesise gelen atık özellikleri ile bu atıkların tesisin farklı ünitelerindeki akışı belirlenmiş ve bunun kompost ürününe etkisi ortaya konmuştur. Ayrıca, kompost ürününün pazarlama açısından sorun teşkil eden inert (cam, plastik, metal vb.) madde içeriği tespit edilmiş ve bunların azaltılmasına yönelik stratejiler geliştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Inert madde, karışık kentsel katı atık, profil, kompost.

1. GİRİŞ

Etkili bir katı atık yönetimi için atığın oluşumu, biriktirilmesi, toplanması, taşınması, ayrılması, işlenmesi, dönüştürülmesi ve nihai bertaraf gibi konuların bir bütün halinde düşünülmesi

*Corresponding Author/Sorumlu Yazar: e-mail/e-ileti: ksezer@istac.com.tr, tel: (212) 230 60 41

gerekmektedir[1]. Kentsel atıkların organik kısmının kompostlaştırma yöntemi ile bertarafı büyük öneme sahiptir. Kompostlaştırma, geri dönüşüm ve kaynakların yeniden kullanımının en yüksek formudur[2]. Ülkemizde kentsel katı atıkların organik kısmından kompost üreten İstanbul, İzmir, Antalya ve Mersin illerinde sadece 4 tesis mevcuttur. Bununla birlikte, özellikle aday ülke olduğumuz Avrupa Birliği (AB)'nin Düzenli Depolama Direktifi'nin getirdiği organik atıkların düzenli depolama alanları yerine farklı alternatif teknolojilerle bertarafı hususu, Avrupa'da olduğu gibi Türkiye'de de kompostlaştırmanın gittikçe önem kazanacağını göstermektedir. Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan Katı Atık Ana Planı'nda önümüzdeki yıllarda ulusal bazda 100'ün üzerinde katı atık kompostlaştırma tesisinin yapılması planlanmaktadır[3].

Gerek ülkemizdeki, gerekse yurtdışındaki kompostlaştırma tesislerinde, tesise gelen atığın mevsimsel olarak değişimi ve ara kademelerdeki atık profili ile ürüne etkileri konusunda yeterince bilgi birikimi bulunmamaktadır. Ülkemizde yakın gelecekte önemli sayıda kompostlaştırma tesisi planlandığı dikkate alındığında, bu tesislerin dizaynı ve işletilmesi ile daha kaliteli bir ürün elde edilebilmesi için mevcut karışık kentsel atık kompostlaştırma tesislerindeki atık profili, bunun mevsimsel değişimi ve üründeki etkileri gibi önemli bilgi birikimine ihtiyaç bulunmaktadır. Çalışmada elde edilen veriler yapılması planlanan tesislerin önemli veri kaynağı olarak değerlendirilebilecektir[4].

Bu çalışmada, karışık kentsel atık kompostlaştırma tesisinde detaylı bir atık profili çıkarılarak, atıkların farklı ünitelerdeki akışı belirlenmiş ve bunun kompost ürününe etkisi ortaya konmuştur. Ayrıca, kompost ürününün pazarlama açısından sorun teşkil eden inert (cam, plastik, metal vb.) madde içeriği tespit edilmiş ve inert maddenin azaltılmasına yönelik stratejiler geliştirilmiştir.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Tesis Tanıtımı

Atık profili incelenmesi, Kemerburgaz Işıklar Köyü mevkiinde bulunan İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) Kompostlaştırma ve Geri Kazanım Tesisi'nde gerçekleştirilmiştir. Tesisteki başlıca üniteler aşağıda açıklanmıştır.

Atık Kabul Ünitesi: Avrupa yakasındaki aktarma istasyonlarından ve yakın civardaki ilçe belediyelerden gelen karışık kentsel atığın kabul edildiği bölümdür. Burada, atıklar içerisindeki yatak, koltuk, ağaç parçası vb. büyük hacimli malzemeler ayrılmakta ve Odayeri Düzenli Depolama Tesisi'ne gönderilmektedir.

80 mm Döner Elek: Atık kabul ünitesinde kaba kısmı ayrılmış karışık kentsel katı atıklar iş makineleri ile iletim bantlarına beslenerek paralel çalışan iki adet döner elekte 80 mm elek altı ve 80 mm elek üstü olarak ayrılmaktadır.

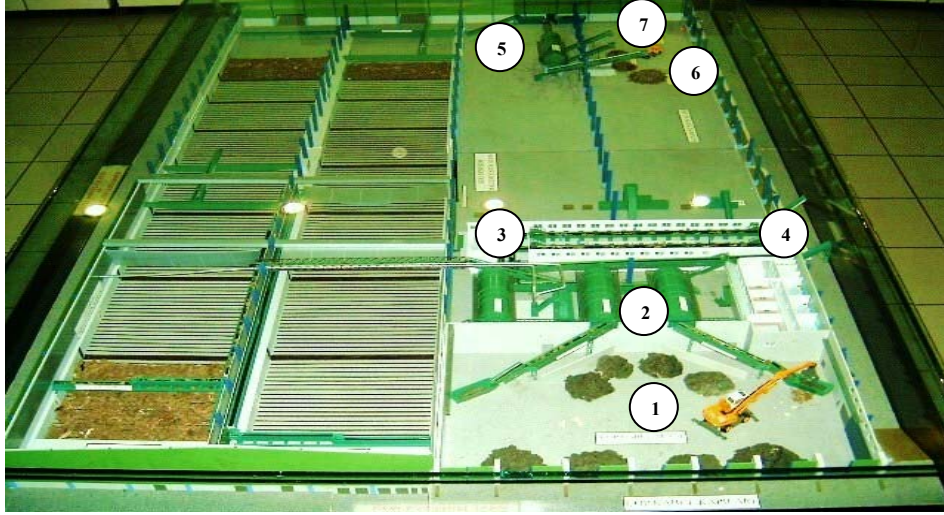
Elle Ayırma: 80 mm elek üzerinde kalan atıklar, ekonomik değeri olan malzemelerin (kağıt, karton, alüminyum, demir, plastik vb.) geri kazanıldığı elle ayırma ünitesine gönderilmektedir. Elle ayırma ünitesinden sonra kalan atıklar, halihazırda düzenli depolamaya gönderilmekle birlikte, yeni kurulan Atıktan Yakıt Tesisi'nin (RDF) işletmeye alınmasıyla kaba ve ince parçalayıcılarda boyutu azaltılıp üniform hale getirildikten sonra çimento fabrikalarında yardımcı yakıt olarak kullanılacaktır.

Kompostlaştırma Ünitesi: Döner elekte 80 mm elek altında kalan atıklar, manyetik ayırıcıda demirli metaller ayrıldıktan sonra kompostlaştırma prosesi ünitesine sevk edilmektedir. Atıklar, tünel kompostlaştırma metodu ile 8 haftalık havalı kompostlaştırma prosesine tabi tutulmakta ve elde edilen ürün 15 mm'lik elekten geçirilmektedir. 15 mm elek üstü (kaba kompost) evsel katı atık düzenli depolama alanında günlük örtü tabakası olarak kullanılırken, 15 mm elek altı (ince kompost) depolanmakta ve belediye tarafından park ve yeşil alanlarda kullanılmaktadır.

2.2. Atık Profili İncelenmesi

Katı atık miktar ve profili yerel koşullara, mevsimlere ve tüketim alışkanlıklarına bağlı olarak değişiklik gösterir[5]. Atık profili incelenmesi, tesise gelen kentsel katı atığın mevsimsel değişimini ve bunun kompost ürününe yansımaları belirlemek için 12 aylık periyotta yapılmıştır. Yapılan çalışmada, katı atığın tesiste akışı sırasındaki muhteva değişimini ortaya koymak amacıyla Şekil 1'de gösterilen ve aşağıda belirtilen toplam 7 noktada atık profili incelenmesi çalışması gerçekleştirilmiştir.

- 1) Atık Kabul
- 2) 80 mm elek altı (Kompostlaştırma ünitesine giden kısım)
- 3) 80 mm elek üstü (Elle ayırma ünitesine giden kısım)
- 4) Elle ayırma sonrası
- 5) Son Şartlandırma (8 haftalık Kompostlaştırma ünitesinin son safhası)
- 6) 15 mm elek üstü (8 haftalık Kompostlaştırma ünitesinde elde edilen ürünün 15 mm elek üstünde kalan ve kaba kompost olarak ifade edilen düzenli depolama alanında günlük örtü tabakası olarak kullanılan kısmı)
- 7) 15 mm elek altı (8 haftalık Kompostlaştırma ünitesinde elde edilen ürünün 15 mm elek altında kalan ve ince kompost olarak ifade edilen belediye tarafından park ve yeşil alanlarda kullanılan kısmı)



Şekil.1. Karışık Kentsel Atık Kompostlaştırma ve Geri Kazanım Tesisi Maket Görünümü ile Çalışma İçin Numunelerin Alındığı Birimler

Atık profili çalışmalarında en önemli nokta, alınacak numunenin temsil edici olmasıdır[6]. Temsil edici numune almak amacıyla tesisin başlangıç noktası olan Atık Kabul Bölümünde bulunan 14 farklı atık döküm rampalarının her birinden kepçe ile yaklaşık 2 m³ karışık kentsel atık alınarak yaklaşık 25-30 m³ lük bir yığın oluşturulmuştur. Bu yığın, homojenliğin sağlanması amacıyla kepçeyle iyice karıştırılmıştır. Daha sonra atık profili çalışması için numune alımı esnasında tesise atık besleme işlemi durdurularak yalnızca bu atık yığını beslenmiş olmakla diğer birimlerden alınan numunelerin de beslenen aynı atığı temsil etmesi sağlanmıştır.

Çalışmada beslenen atık için Atık Kabul Bölümü, 80 mm Elek Altı, 80 mm Elek Üstü ve Elle Ayırma Sonrası birimlerinde eş zamanlı olarak numune alınmış, son üç birimde (Son Şartlandırma, 15 mm Elek Üstü ve 15 mm Elek Altı) ise beslenen atığın kompostlaştırma işlemini tamamladığı 8 hafta sonrasında numune alınmak suretiyle atık profili belirlenmiştir.

Toplumun tüketim özelliklerine bağlı olarak, atık profili çalışmalarında kullanılan atık bileşenleri değişiklik göstermektedir. Bu çalışmada, kentsel katı atıklar 20 kategoride incelenmiştir (Çizelge 1). Atık profili çalışması 12 aylık periyotta yapılmış olup, Aralık 2006'da başlamış ve Kasım 2007'de bitmiştir.

Çizelge 1. Atık Profili Çalışmasında İncelenen Katı Atık Bileşenleri

1	Kağıt – Karton	11	Tahta
2	Cam	12	Elek.- Elektronik Atıkları
3	Pet	13	Pil-Akü
4	Poşet	14	Tekstil
5	Plastik	15	Tetrapak
6	Çuval	16	Diğer Yanabilir
7	Alüminyum	17	Park ve Bahçe Atıkları
8	Diğer Metaller	18	Taş
9	Mutfak Atıkları	19	Kemik
10	Çocuk Bezi	20	Diğer

2.3. Nihai Ürün (Kompost) Elek Analizleri

Kompost içerisindeki inert madde miktarı ürünün pazarlanması açısından önem taşımaktadır[7]. Bu nedenle bu çalışmada, nihai ürün olan 15 mm elek altı kısımdaki istenmeyen madde tespiti için 2, 4 ve 9,5 mm'lik elekler kullanılarak nihai ürün kompost elek analizleri yapılmıştır.

Elek analizleri TMECC 2002 (Man Made Inert Removal and Classification) standart metodu takip edilerek yapılmış olup, prosedür şu şekildedir: Bir alüminyum kap içerisinde kurutulmuş 250 cm³ numune alınarak 2, 4 ve 9,5 mm lik elek boyutları için istenmeyen maddeler olan cam, plastik, tekstil ve metal ayrılmış ve tartılarak toplam ağırlık içindeki yüzdeleri belirlenmiştir[8]. Bunun yanında, estetik açıdan iyi bir görüntü oluşturmadığı için taş da elek analizine dâhil edilmiştir.

2.4. Cam Analizleri

Kompost ürünü içerisinde en yüksek inert maddeyi camlar oluşturduğundan, camın kaynaklarının tespit edilmesi ve tesisin farklı ünitelerinde kırılmış/kırılmamış cam oranları hakkında bilgi edinilmesi amacıyla detaylı çalışmalar yürütülmüştür. Atık profili çalışmalarından elde edilen camlar öncelikle beyaz, yeşil ve kahverengi olmak üzere 3 ayrı renk kategorisine, daha sonra ise kırılmış ve kırılmamış olarak ayrılmıştır.

2.5. Diğer Analizler

Bir yıllık periyotta aylık bazda tesis birimlerinde yapılan atık profili çalışmalarından alınan numunelerden yaklaşık 5 kg temsil edici numuneler alınmış ve laboratuvarında bu numunelerde nem muhtevası, yanma kaybı, pH, elektrik iletkenliği parametreleri belirlenmiştir. Laboratuvar çalışması için alınan numuneler öğütücü yardımıyla öğütülerek analizler için hazır hale getirilmiştir. Öğütme işlemleri mümkün mertebe atık profili çalışmasının yapıldığı gün yapılmış ve numuneler 1-2 kg mertebesine kadar azaltılıp buzdolabında 4 °C'de saklanmıştır.

3. DEĞERLENDİRME

Tesiste 12 aylık periyotta yapılan atık profil çalışması sonucunda tesise gelen atıkta ve tesisin farklı birimlerinde atık muhtevası belirlenmiştir. Tesisteki atık profili ilk dört birim için Çizelge 2'de 12 aylık ortalama olarak özetlenmiştir.

Tesise gelen karışık kentsel atıkta en büyük yüzdeyi mutfak atıkları (% 49,5) oluşturmaktadır. Bunu kağıt-karton (% 16,4), poşet (% 8,3), çocuk bezi (% 5,1), tekstil (% 4,6), cam (% 3,5) ve plastik (% 2,7) takip etmektedir.

Tesise gelen atığın beslendiği 80 mm elekten, elek altına geçen kısımda en yüksek bileşenler mutfak atıkları (% 73,9), kağıt-karton (% 9,6), tekstil (% 3,9) ve cam (% 4,2) şeklindedir. 80 mm elek altında, tesise gelen atığa kıyasla mutfak atıkları değerlerinde (% 49,5'den % 73,9'a) ve sağlam camların elekteki bıçaklarla kırılması ile cam oranında (% 3,5'den % 4,2'ye) ciddi artış görülmektedir. Elek altına geçen malzemede, kâğıt-karton, poşet, çocuk bezi tesise gelen atığa göre önemli ölçüde azalma gösterirken pet, plastik, tekstil değerlerinde azalma daha azdır.

80 mm elek üstünde, dikkat çeken bileşenler kâğıt-karton (% 23,8), mutfak atıkları (% 16,9), tekstil atıkları (% 15,7) ve poşettir (% 15,4). Bunları plastik, çocuk bezi, diğer yanabilir ile taş izlemektedir. Kâğıt-karton, poşet ve tekstil büyük hacimli olması nedeniyle 80 mm lik elek üstünde, tesise gelen atığa nazaran artmış, cam ve mutfak atıkları ise azalmıştır.

Elek üstünde % 16 civarında kapalı poşet açılmadan kalmaktadır. Buna göre kompostlaştırma prosesine uygun, yaklaşık % 8 civarındaki mutfak atıkları, kapalı poşetler içinde kalarak proseste kullanılmadan düzenli depolamaya gönderilmektedir. 80 mm elek üstü açık poşetlerdeki malzeme ile birlikte mutfak atıklarında kayıp % 17'ye ulaşmaktadır.

80 mm elek üstü malzeme içerisindeki plastik, metal, alüminyum vb. ekonomik değeri olan malzemeler elle ayırma ünitesinde ayrılmaktadır. Ayırmadan sonra kalan ve halihazırda düzenli depolamaya gönderilen bu malzeme kâğıt-karton (% 24,8), mutfak atıkları (% 19,7), tekstil (% 16,9), poşet (% 15,6), çocuk bezi (% 7,8) ve diğer yanabilir (% 3,8) bileşenleri içermekte olup, yeni kurulan Atıktan Yakıt Tesisi'nin (RDF) işletmeye alınmasıyla çimento fabrikalarında yakıt olarak kullanılacaktır.

Kompost ürününde (ince kompost) yapılan elek analizinde 2 mm altı, 2-4 mm aralığı, 4-9,5 mm aralığı ve 9,5-15 mm aralığındaki malzeme oranları sırasıyla % 47,6, % 24,1, % 24,8 ve % 3,5 olup, toplam inert madde yüzdeleri ise sırasıyla % ~0, % 1,02, % 3,34 ve % 1,26'dır. Kompost ürününde inert madde içerikleri cam % 4,2, tekstil % 0,8, plastik % 0,6 ve metal % 0,1 olmak üzere toplam ~% 5,6 civarındadır (Çizelge 4). Bu değer, ABD'deki karışık kentsel atık kompostlaştırma tesislerinde elde edilen kompost inert içeriğinden oldukça (özellikle metal, plastik ve tekstil açısından) düşüktür (Çizelge 5)[9].

Çizelge 3. İBB Kompostlaştırma ve Geri Kazanım Tesisi Son Şartlandırma, 15 mm Elek Üstü ve 15 mm Elek Altı Birimlerinde 12 Aylık Atık Profili Ortalamaları

Bileşenler	Son Şartlandırma		15 mm Elek Üstü		15 mm Elek Altı	
	Ort.	Std. Sapma	Ort.	Std. Sapma	Ort.	Std. Sapma
Poşet	1,87	1,10	3,47	1,61	-	-
Kağıt	9,67	3,70	14,57	2,85	-	-
Plastik	3,13	0,57	4,37	0,70	0,58	0,21
Cam	11,61	2,04	18,95	2,86	4,20	1,43
Taş	8,00	0,62	16,49	2,93	5,84	0,67
Tahta	1,97	0,33	4,52	1,50	-	-
Tekstil	6,53	2,88	12,14	3,87	0,75	0,25
Demir	0,06	0,07	0,27	0,25	-	-
Diğer Metaller	1,22	1,32	0,80	0,21	0,08	0,04
Kemik	1,31	1,45	1,85	1,56	-	-
Diğer	0,21	0,25	1,28	1,51	-	-
Kompost Malzemeler	51,78	3,90	17,40	3,03	88,54	2,46
Pil	0,08	0,17	0,18	0,36	-	-
Yanabilir Malzeme	1,75	0,80	3,17	1,21	-	-
Çocuk Bezi	0,58	0,70	0,18	0,13	-	-
Tetrapak	0,22	0,25	0,35	0,26	-	-

Çizelge 4. İBB Kompostlaştırma ve Geri Kazanım Tesisi Kompost Ürünü İnert İçeriği ve Elek Analizi Sonuçları (12 Aylık Ort.)

Elek Aralığı	Cam	Taş	Tekstil	Plastik	Metal	Kompost	Toplam
--- < 2mm	0	0	0	0	0	47,60	47,61
2mm<-<4 mm	0,86	1,69	0,01	0,13	0,02	21,34	24,05
4mm<-<9,5 mm	2,62	3,86	0,29	0,38	0,05	17,61	24,81
9,5 mm<-< 15 mm	0,71	0,29	0,45	0,08	0,02	1,98	3,53
TOPLAM	4,20	5,84	0,75	0,58	0,08	88,54	100,00

Çizelge 5. ABD’deki Karışık Kentsel Atık Kompostlaştırma Tesislerinden Alınan Kompost Numuneleri İnerit İçeriği Sonuçları (numune sayısı: 20) [9]

		Cam	Sert Plastik	Film Plastik	Toplam Plastik	Metal	Tekstil	Toplam İneritler
<25 mm	Min	0,53	0,51	0,45	0,96	0,00	0,10	4,13
	Max	12,87	3,45	4,38	7,83	0,79	5,53	17,07
	Ort.	5,20	1,84	2,05	3,89	0,18	1,70	10,96
4 mm<-<10 mm	Min	0,38	0,59	0,30	0,89	0,00	0,07	2,59
	Max	6,95	1,30	2,11	3,41	0,15	4,33	9,43
	Ort.	2,70	0,93	1,16	2,09	0,03	1,42	6,22
< 4 mm	Min	1,05	0,84	0,31	1,15	0,00	0,41	3,26
	Max	3,05	1,22	0,32	1,54	0,21	0,84	4,29
	Ort.	2,05	1,03	0,32	1,35	0,11	0,63	3,78

Atık profili çalışmalarında nihai ürün olan kompost içerisinde en yüksek inert madde yüzdesine sahip olan cam için detaylı çalışmalar yapılmıştır. Buna göre kompostlaştırma tesisine giren atık % 3,5 civarında cam içermekte, camın ~% 80’i 80 mm’lik elekten geçerek kompostlaştırmaya girmekte, % 20’si ise elek üstünde kalarak elle ayırma ünitesine gitmektedir. Tesise giren atıktaki camın % 30,9’u yeşil cam (genellikle maden suyu şişeleri), % 60,3’ü beyaz cam ve % 8,9’u ise kahverengi camdır. Tesise giren camın ~% 60’ ı kırılmamış formda iken, 80 mm eleklerde bunun % 80’i kırılmakta ve kompostlaştırmaya giren camın sadece ~% 7’si kırılmamış olarak kalmaktadır.

Tesis ünitelerinde nem muhtevası atık kabul bölümünde %50,9 ve kompost ürününde %31,5’dir. Tesise gelen atıktaki % 72,9 yanma kaybı, kompostlaştırma prosesine girişte % 60 seviyelerine düşmekte, kompost ürününde ise % 45 mertebesine düşmektedir. Tesiste, atık kabul bölümünde pH seviyeleri 6-7 civarında iken, kompostlaştırma prosesine girişte önemli bir değişiklik olmamakta, proses esnasında ise yükselerek kompost ürününde 7-8 seviyelerine ulaşmaktadır. Atık kabul bölümünde elektrik iletkenliği 2000-4000 µS/cm gibi geniş bir aralıkta değişirken, kompost ürününde daha dar bir aralıkta (3000-4000 µS/cm) değişim göstermektedir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, Türkiye’de bir karışık kentsel atık kompostlaştırma tesisinde ilk defa 12 aylık detaylı bir atık profili çıkarılarak mevsimsel değişikliklerin tesisin farklı ünitelerindeki akışı belirlenmiş ve bunun kompost ürününe etkisi ortaya konmuştur.

Kompost ürünündeki inert maddelerin uzaklaştırılması ile ilgili olarak gerek tesis girişinde ve/veya proses sonunda bazı giderim teknikleri olmasına rağmen, söz konusu maddelerin kolay ve verimli bir şekilde komposttan ayrılması oldukça zordur. Kaliteli ve cam vb. yabancı madde içeriği çok düşük bir kompost ürünü elde etmek için, kompostlaştırmaya gelen atığın kalitesini yükseltmek (özellikle de kaynağında ayırma) gerekmektedir.

Yapılan analiz sonuçlarına göre kompost ürünündeki inert madde içerikleri ABD’deki karışık kompostlaştırma tesisleri kompost inert içeriğinden (özellikle metal, plastik ve tekstil açısından) düşüktür. Ayrıca, komposttan, farklı çaplarda eleme ile farklı kalitede ürünler elde

edilmesi mümkündür. Kompost ürünü içerisindeki yabancı maddelerin önemli bir kısmı 4 mm den büyüktür. Dolayısıyla kompost ürünü (<15 mm elek altı) tekrar 4 mm'lik bir elekten elenebilirse, elenen ve kompost ürününün %70'lik kısmını oluşturabilecek çok kaliteli bir kompost (cam oranı, % 1.1) elde etmek mümkün olabilecektir. Elek üstü (4 mm ila 15 mm arası) ise farklı amaçlar için kullanılabilir.

Üretilen kompost inert içeriği açısından en önemli sorun teşkil eden camın azaltılması ile ilgili olarak, mevcut durumda üç farklı noktada camın ayrılması (elle veya mekanik olarak) gerçekleştirilebilir. Bu sayede, tesis girişinde, kompostlaştırma prosesinden önce ve kompost ürününde yapılacak ayırma ile sırasıyla %30, %5 ve %80 lik bir cam giderme verimine ulaşılabileceği tesbit edilmiştir.

Cam miktarını azaltmaya yönelik olarak tesiste yapılabilecek cam ayırma uygulamalarına ilaveten tesis girişinde yaklaşık % 30 oranına ulaşan maden suyu şişelerine depozito uygulaması getirilmesi de bir diğer seçenektir. Bu yolla kompost ürünündeki cam oranının yaklaşık % 20-25 civarında azaltılması mümkündür.

REFERENCES / KAYNAKLAR

- [1] Kanat, G., Demir A., Özkaya B., Bilgili M.S., 2006. Addressing the operational problems in a composting and recycling plant. *Waste Management* 26, 1384-1391.
- [2] Tchobanoglous G., Theisen H., Vigil S.A., 1993, *Integrated Solid Waste Management*, Mc-Graw-Hill, International Editions, Civil Engineering Series.
- [3] ENVEST, 2005a. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı. Yüksek Maliyetli Çevre Yatırımlarının Planlanması için Teknik Yardım Projesi - EHCIP. Düzenli Depolama Direktifi Direktife Özgü Yatırım Planı.
- [4] Sezer K., 2008. Karışık Kentsel Atık Kompost Tesisi Ünitelerinde Atık Profilinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi
- [5] Buenrostro O., Bocco G., Cram S., 2001. "Classification of Sources of Municipal Solid Wastes in Developing Countries", *Resources, Conservation and Recycling*, 32, 29-34.
- [6] ASTM, 2003. Standards Test Methods for Determination of The Composition of Unprocessed Municipal Solid Waste, D 5231-92.
- [7] Barth J., 1999. An Estimation of European Compost Production-Sources, Quantities and Qualities and Use. In *Compost Workshop Proceedings*, Federal Ministry for the Environment, Vienna, Austria.
- [8] TMECC., 2002. Laboratory Sample Preparation. "Man Made Inert Removal and Classification" US Composting Council & USDA.
- [9] William F., Brinton Jr., 2005. Characterization of Man-made Foreign Matter And Its Presence in Multiple Size Fractions From Mixed Waste Composting. *Compost Science&Utilization*, Vol. 13, No:4, 274-280.