



## İZMİR KENTİ KATI ATIK VE ARITMA ÇAMURLARININ BİRLİKTE KOMPOSTLAŞTIRILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

### (INVESTIGATION OF CO-COMPOSTABILITY OF SOLID WASTES AND SLUDGES ORIGINATING FROM İZMİR CITY)

Akın ALTEN\*, Ertuğrul ERDİN\*\*

#### ÖZET/ABSTRACT

Katı atık ve arıtma çamurlarının bertarafı belediyeler tarafından çözülmesi gereken önemli bir problemdir. 3 milyon nüfusa sahip olan İzmir’de hergün 2500-3000 ton katı atık oluşmaktadır (Çoban, 2004). Oluşan bu katı atığın en az % 40’lık bir kısmı organikdir. Katı atıklara ek olarak, İzmir’deki tesislerde günde 343-640 ton arasında organik içeriği yüksek atık su arıtma tesisi çamuru oluşmaktadır (Altınbaş ve Yağmur., 2004).

Bu çalışmada İzmir kentinden kaynaklanan katı atık ve arıtma çamurlarının birlikte kompostlaştırılabilirliği incelenmiştir. Değişik katı atık arıtma çamuru karışımları için % 50’lere varan kütle kaybı ve organik içeriklerinde azalma sağlanmıştır. Sonuçlar göstermiştir ki depolanması gereken katı atık ve arıtma çamurlarının miktarları kompostlaştırma yöntemi ile azaltılabilir ve değerli bir ürüne dönüştürülebilir.

*Solid waste and sludge disposal is a great problem that must be solved by municipalities. İzmir, with its 3 million populations, generates 2500-3000 tones of solid waste every day and at least 40% of this solid waste is organic(Coban, 2004). In addition to solid waste, 343-640 tones/day of wastewater treatment plant sludge, which also has high organic content, is generated at the wastewater treatment plants of İzmir (Altınbaş and Yağmur, 2004).*

*In this study, co-compostability of solid wastes and sludges originating from İzmir city were investigated. Up to 50% weight lost and organic reduction were gained with different solid waste and sludge mixtures. The results indicated that the amounts of solid waste and sludges, that must be landfilled, can be reduced and converted to a valuable product using composting method.*

#### ANAHTAR KELİMELER/KEYWORDS

Katı atık, Arıtma çamuru, Kompostlaştırma, Birlikte kompostlaştırma  
*Solid waste, Sludge, Composting, Co-composting*

\* Çanakkale Onsekiz Mart Üni., Müh. Mim. Fak., Çevre Müh. Bölümü, ÇANAKKALE

\*\*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fak., Çevre Mühendisliği Bölümü, Buca, İZMİR

## 1. GİRİŞ

İzmir’de oluşan katı atıkların bertarafı Uzundere Kompost Tesisi ve Harmandalı Düzenli Depolama Alanı’nda gerçekleştirilmektedir. İzmir’in güney bölümünde oluşan yaklaşık 500 ton/gün’lük atık Uzundere Kompost Tesisi’nde toprak iyileştirici bir malzeme olan kompost ürününe dönüştürülmektedir. Kentin diğer bölümlerinden kaynaklanan 2000-2500 ton/gün katı atık ise Harmandalı Düzenli Depolama Alanı’nda ayıklandıktan sonra depolanmaktadır (Çoban, 2004).

Katı atıkların yanısıra Çiğli Atıksu Arıtma Tesisi ve Güneybatı Atıksu Arıtma Tesisi’nde günde toplam 650 tona varan organik içeriği yüksek arıtma çamuru oluşmaktadır. Çiğli tesisinde oluşan arıtma çamurlarına suyu alındıktan sonra kireç stabilizasyonu uygulanmakta ve tesis içinde düzenlenmiş alanda depolanmaktadır. Güneybatı tesisinde oluşan çamurlar ise suyu alındıktan sonra depolanmak üzere Uzundere Kompost Tesisi’ne gönderilmektedir.

Avrupa Birliği atıkların depolanmasının kontrolü amacıyla 26 Nisan 1999 tarihinde 1999/31/EC kodlu yönetmeliği yayınlamıştır. Bu yönetmelikle Avrupa Birliği üyesi olan ülkelerde depolanacak atıkların ayrışabilir organik içeriklerine sınırlama getirilmektedir. Şayet ülkemiz Avrupa Birliği’ne üye olmak istiyorsa, bu yönetmeliklere uymak ve atıklarının organik içeriklerini belli seviyelere çekmek zorundadır. Kompostlaştırma bu amaçla kullanılabilecek bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kompostlaştırma yöntemi, evsel katı atıkların organik kısmı için kullanılabileceği gibi, organik içeriği yüksek olan diğer bazı atıkların yalnız veya birlikte kompostlaştırılması amacıyla da kullanılabilmektedir.

Stelmachowski ve arkadaşları arıtma çamurlarının reaktör tipi kompostlaştırma ünitelerinde kompostlaştırılabilirliği üzerine çalışmışlardır. Amacı optimum organik atık arıtma çamuru oranını bulmak olan bu çalışmada, organik ve yeşil atıkların arıtma çamurları ile birlikte iyi sonuçlar verdiğini bulmuşlardır. Reaktör tipi kompostlaştırmanın da arıtma çamurlarının kompostlaştırılması için uygun olduğu ortaya çıkmıştır (Stelmachowski vd., 2003).

Zorpas kentsel katı atığın organik kısmını, anaerobik olarak stabilize edilmiş susuzlaştırılmış ön çökeltim çamuru ve doğal zeolit kullanarak kompost üretmiştir. Çalışma sonunda eklenen doğal zeolit miktarının artması ile üretilen kompostun ağır metal içeriğinin azaldığı bulunmuştur (Zorpas vd., 2000).

Hindistan’da yapılan bir çalışmada, buğday samanı ve uçucu kül karışımı kullanılarak kompost elde edilmiştir. 90 günlük kompostlaştırma süresi sonunda % 20 oranında uçucu kül ilavesi ile en düşük C/N oranı (16.4/1) ve kullanılabilir en yüksek toplam fosfor miktarları sağlanmıştır (Gand ve Gaur., 2003).

Çin’de artan katı atık ve arıtma çamurları % 20 oranında birlikte kompostlaştırma ile bertaraf edilmektedir. Elde edilen kompost tarım, ormancılık ve çiçekçilikte kullanılmaktadır (Wei vd., 2000).

Aggelides ve arkadaşları kentsel atık, arıtma çamuru ve talaş karışımından kompost elde etmişlerdir. Elde edilen bu ürünün değişik topraklara uygulanması sonucu her türlü toprağın fiziksel özelliklerinin geliştiği gözlemlenmiştir. Özellikle organik içeriği iyi olan kum-kil karışımı topraklarda uygulama oranları arttıkça fiziksel özelliklerin gelişimi daha fazla olmuştur (Aggelides ve Londra, 2000).

Hackett ve arkadaşları atıksu arıtma çamurlarını enerji kazanı uçucu külleri ile karıştırarak karıştırmalı ve sabit yığınlarda kompostlaştırmışlardır. Çalışma sonunda büyük hacimlerde ucuz toprak şartlandırıcıya ihtiyacı olanlar (çim çiftlikleri, golf sahaları ve arazi ıslah çalışmaları) için uygun bir toprak şartlandırıcı elde edildiği görülmüştür (Hackett vd., 1999).

Soumare, çavdar bitkisinin gelişimi ve kimyasal bileşimi üzerindeki etkiyi kıyaslayabilmek için kompost ve mineral gübre kullanarak bir deney yapmıştır. Bu deney sonucunda, kompost kullanılması durumunda toprak organik karbonunun, kullanılabilir P, Fe, Mn, Zn, Cu, K'nin arttığı görülmüş ve kompostun tropikal topraklar için iyi bir besi maddesi kaynağı olduğu hükmüne varılmıştır (Soumare vd., 2003).

Puerto Rico'da gerçekleştirilen bir arazi çalışmasında kompostun toprak kalitesine ve ürün miktarına etkisi değerlendirilmiştir. Çalışma kompost ilavesinin toprağın organik içeriğini miktar ve kalite bakımından arttırdığı, böylece toprak kalitesine ve verimliliğine katkıda bulunduğu ortaya çıkmıştır (Rivero vd., 2004).

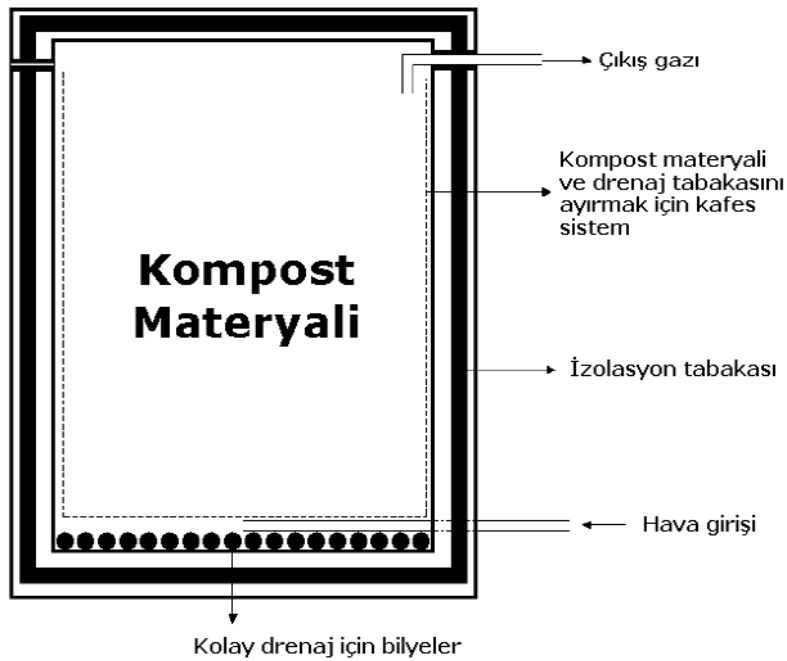
## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Numunenin Alınması

Deneyisel çalışmalar için gerekli olan arıtma çamuru numunesi İzmir Güneybatı Atıksu Arıtma Tesisi'nden, ayıklama ve uygun boyutlara getirme gibi ön işlemlerden geçmiş olan katı atık numunesi İzmir Uzundere Kompost Tesisi'nden alınmıştır. Çamur numunesi mekanik susuzlaştırma uygulanmış olan çamur keklerinden alınmıştır. Katı atık numunesi ise yığınları temsil edecek şekilde yığının farklı yerlerinden ve derinliklerinden (0-50 cm) alınmıştır.

### 2.2. Reaktörlerin Hazırlanması

5 litre hacimli modifiye edilmiş termoslar reaktör olarak kullanılmıştır. Reaktörlerin şematik gösterimi Şekil 1'de verilmektedir. Katı atık ve arıtma çamurları 10 g hassaslıkla tartım yapan terazi kullanılarak tartılmış ve ayrı ayrı hazırlanan toplam 2 kg karışımlar reaktörlere yerleştirilmiştir. Reaktörlerin havalandırılması için yüksek kapasiteli akvaryum pompaları kullanılmıştır.



Şekil 1. Reaktörlerin şematik gösterimi

### 2.3. Ölçüm, Analiz ve Testler

Kompost materyalinin sıcaklığı dijital bir termometre kullanılarak reaktörün değişik noktalarında ölçülmüş ve ortalama değer kompost materyalinin sıcaklığı olarak kabul edilmiştir. Reaktörlere etkisini değerlendirebilmek amacı ile dış ortam sıcaklığı da ölçülmüştür.

Kompost materyalinin ağırlığı haftada iki kez 10 g hassaslıkla tartabilen terazi yardımıyla ölçülmüştür.

Kompost materyalinin nem, organik ve inorganik içerikleri haftada bir reaktörlerin aktarıldığı günlerde ölçülmüştür. Nem içeriğinin tespitinde alınan numune 105 °C 'de etüvde sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur (Federal Compost Quality Assurance Organization, 1994). İnorganik içeriğinin analizi için kurutulmuş numune 550 °C'lik fırında sabit ağırlığa gelene kadar yakılmıştır (GFCQAO, 1994). Organik karbon içeriği yanma kaybı değerinin % 58'i olarak kabul edilmiştir (California Compost Quality Council, 2001).

Karbon azot oranının tespiti amacıyla numunelerin toplam azot içerikleri ölçülmüştür. Ayrıca oligunluk seviyelerinin tespiti için kompost ürünlerinin de toplam azot içerikleri ölçülmüştür. Toplam azot içeriklerinin tayininde ekstraksiyon işlemi için Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA)'nın Method 1310A kodlu yöntemi uygulanmıştır. Ekstraktlardaki toplam azot konsantrasyonları MERCK Toplam Azot Test Kitleri kullanılarak ölçülmüştür.

Ağır metal analizleri için yine EPA'nın Method 3050B kodlu yöntemi kullanılmıştır. Ağır metal konsantrasyonları PerkinElmer Precisely Optical Emission Spectrometer Optima 2100 DV isimli ICPOES cihazı kullanılarak ölçülmüştür.

Kompost ürünlerinin etkisini görmek amacı ile bitki testleri yapılmıştır. Bu testlerde arpa tohumları farklı toprak kompost karışımlarına ekilmiş ve elde edilen bitkilerin ağırlıkları ölçülmüştür.

### 3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR VE SONUÇLARI

Deneysel çalışmalarda 12 reaktör değişik katı atık arıtma çamuru karışımları kullanılarak çalıştırılmıştır. 1, 3, 5, 7, 9 ve 11 nolu reaktörlerde 4800 L/gün, 2, 4, 6, 8, 10 ve 12 nolu reaktörlerde ise 2400 L/gün hava debisi kullanılarak havalandırma yapılmıştır. Reaktörlere yerleştirilen karışımların başlangıç şartları Çizelge 1'de verilmektedir.

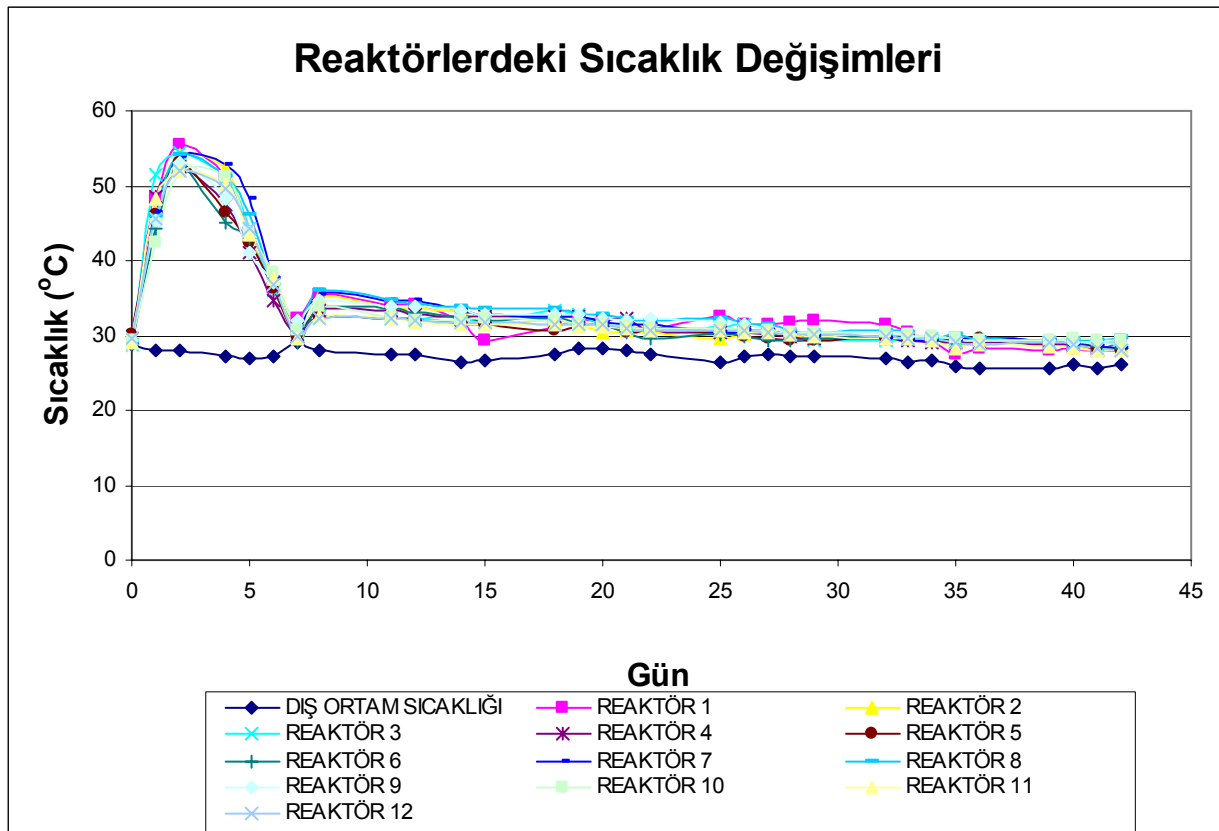
Kompostlaştırma periyodu boyunca aktarma günlerinde 1-6 nolu reaktörlerden sızıntı suyu uzaklaştırılırken 7-12 nolu reaktörlerde sızıntı suyu kompost materyali ile karıştırılmıştır.

Kompost materyalinin başlangıç sıcaklığı 29 °C olarak ölçülmüştür. Kompostlaştırma süreci başlatıldıktan 48 saat sonra dış ortam sıcaklığı 28 °C iken reaktörlerdeki sıcaklıklar 53 °C'ye kadar yükselmiştir. Reaktör sıcaklıkları 25 gün boyunca 30 °C'nin üzerinde kalmış daha sonra 30 °C'nin altına inmiştir. 15.inci günden itibaren dış ortam sıcaklığı ve reaktör sıcaklıkları arasındaki fark 5 °C'nin altına inmiştir. Bu durum reaksiyonların yavaşladığını göstermektedir. Yüksek dış ortam sıcaklıkları nedeniyle reaktör sıcaklıkları her zaman 28 °C'nin üzerinde seyretmiştir.

Reaktörlerdeki sıcaklık değişimleri Şekil 2'de verilmektedir.

Çizelge 1. Reaktörlerdeki kompost materyallerinin başlangıç özellikleri

| Reaktör    | KA / AÇ Oranı | Kompost Materyalinin Ağırlığı (g) | Nem (%) | Kuru Madde (%) | İçerik (Kuru bazda) |               |
|------------|---------------|-----------------------------------|---------|----------------|---------------------|---------------|
|            |               |                                   |         |                | Organik (%)         | İnorganik (%) |
| Reaktör 1  | 3 / 1         | 2000                              | 71.19   | 28.81          | 71.39               | 28.61         |
| Reaktör 2  | 3 / 1         | 2000                              | 71.19   | 28.81          | 71.39               | 28.61         |
| Reaktör 3  | 1 / 1         | 2000                              | 72.77   | 27.23          | 67.98               | 32.02         |
| Reaktör 4  | 1 / 1         | 2000                              | 72.77   | 27.23          | 67.98               | 32.02         |
| Reaktör 5  | 1 / 3         | 2000                              | 74.35   | 25.65          | 64.56               | 35.44         |
| Reaktör 6  | 1 / 3         | 2000                              | 74.35   | 25.65          | 64.56               | 35.44         |
| Reaktör 7  | 3 / 1         | 2000                              | 71.19   | 28.81          | 71.39               | 28.61         |
| Reaktör 8  | 3 / 1         | 2000                              | 71.19   | 28.81          | 71.39               | 28.61         |
| Reaktör 9  | 1 / 1         | 2000                              | 72.77   | 27.23          | 67.98               | 32.02         |
| Reaktör 10 | 1 / 1         | 2000                              | 72.77   | 27.23          | 67.98               | 32.02         |
| Reaktör 11 | 1 / 3         | 2000                              | 74.35   | 25.65          | 64.56               | 35.44         |
| Reaktör 12 | 1 / 3         | 2000                              | 74.35   | 25.65          | 64.56               | 35.44         |



Şekil 2. Reaktörlerdeki sıcaklık değişimleri

Kompostlaştırma periyodu 42 gün sürmüş ve bu süreçte kompost materyalinin bir kısmı karbondioksit ve su olarak ortamdan uzaklaşmıştır. Reaktörlerdeki kompost materyallerinin nihai durumu Çizelge 2’de verilmektedir.

Çizelge 2. Reaktörlerdeki kompost materyallerinin nihai özellikleri

| Reaktör    | KA/<br>AÇ<br>Oranı | Kompost<br>Materyalinin<br>Ağırlığı (g) |       | Ağırlık<br>Kaybı<br>(%) | Genel<br>organik<br>içeriği (%) |       | Organiklerin<br>Ağırlığı (g) |        | Org.<br>Maddede<br>Değişim<br>(%) |
|------------|--------------------|---|-------|-------------------------|---------------------------------|-------|------------------------------|--------|-----------------------------------|
|            |                    | Baş.                                    | Nihai |                         | Baş.                            | Nihai | Baş.                         | Nihai  |                                   |
| Reaktör 1  | 3 / 1              | 2000                                    | 990   | 50.50                   | 20.57                           | 13.93 | 411.36                       | 137.94 | 66.47                             |
| Reaktör 2  | 3 / 1              | 2000                                    | 1050  | 47.50                   | 20.57                           | 16.05 | 411.36                       | 168.50 | 59.04                             |
| Reaktör 3  | 1 / 1              | 2000                                    | 1060  | 47.00                   | 18.51                           | 12.85 | 370.19                       | 136.21 | 63.21                             |
| Reaktör 4  | 1 / 1              | 2000                                    | 1210  | 39.50                   | 18.51                           | 14.60 | 370.19                       | 176.62 | 52.29                             |
| Reaktör 5  | 1 / 3              | 2000                                    | 1040  | 48.00                   | 16.56                           | 13.75 | 331.18                       | 142.97 | 56.83                             |
| Reaktör 6  | 1 / 3              | 2000                                    | 1070  | 46.50                   | 16.56                           | 16.34 | 331.18                       | 174.81 | 47.22                             |
| Reaktör 7  | 3 / 1              | 2000                                    | 1160  | 42.00                   | 20.57                           | 12.19 | 411.36                       | 141.38 | 65.63                             |
| Reaktör 8  | 3 / 1              | 2000                                    | 1310  | 34.50                   | 20.57                           | 16.42 | 411.36                       | 215.13 | 47.70                             |
| Reaktör 9  | 1 / 1              | 2000                                    | 1380  | 31.00                   | 18.51                           | 11.23 | 370.19                       | 154.97 | 58.14                             |
| Reaktör 10 | 1 / 1              | 2000                                    | 1200  | 40.00                   | 18.51                           | 14.62 | 370.19                       | 175.47 | 52.60                             |
| Reaktör 11 | 1 / 3              | 2000                                    | 1170  | 41.50                   | 16.56                           | 14.03 | 331.18                       | 164.16 | 50.43                             |
| Reaktör 12 | 1 / 3              | 2000                                    | 1290  | 35.50                   | 16.56                           | 13.25 | 331.18                       | 170.90 | 48.40                             |

Çizelge 2’den görülebileceği gibi maksimum ağırlık kayıpları Reaktör 1 (3/1 katı atık arıtma çamuru oranı) ve Reaktör 5 (1/3 katı atık arıtma çamuru oranı)’te gerçekleşmiştir. Maksimum organik madde indirilmesi ise Reaktör 1 (3/1 katı atık arıtma çamuru oranı) ve Reaktör 7 (3/1 katı atık arıtma çamuru oranı)’de sağlanmıştır.

Aynı oranlı karışımların ortalama organik madde indirgemelerine baktığımızda, en iyi sonuçları % 59.71’lik değer ile 3/1 katı atık arıtma çamuru oranlı karışımların verdiğini görüyoruz. 1/1 ve 1/3 katı atık arıtma çamuru oranlı karışımlar ise sırasıyla ortalama % 56.56 ila % 50.72 değerlerini vermişlerdir. Sızıntı suyunun aktarma günlerinde uzaklaştırılması sistem performansını az da olsa arttırmıştır.

Çizelge 3 incelendiğinde, 1/3 katı atık arıtma çamuru oranına sahip reaktörlerdeki kompost materyallerinin minimum nihai C/N oranına sahip oldukları görülmektedir. Bu oranlar, bu karışımların diğerlerine göre daha stabil hale geldiğini göstermektedir. 3/1 katı atık arıtma çamuru oranına sahip olan reaktörler iyi ağırlık kayıpları vermiş olmalarına rağmen C/N oranları bu reaktörlerdeki ayrışmanın devam edebileceğini göstermektedir.

Çizelge 3’ten de anlaşılacağı gibi havalandırma debisinin artırılması sistem performanslarını olumlu yönde etkilemektedir. Aynı oranlarla yüklenmiş olan reaktörler incelendiğinde, daha yüksek hava debileri ile daha stabil kompost ürünleri elde edildiği görülmektedir.

#### 4. KOMPOST ÜRÜNÜNÜN KALİTESİ

Bu çalışmanın amaçlarından biri İzmir’den kaynaklanan katı atık ve arıtma çamurlarından elde edilecek kompostun toprak iyileştirici olarak kullanılabilmesinin gösterilmesidir. Bu sebeple kompost kalitesinin göstergesi olarak ağır metal içerikleri tayin edilmiş ve bitki testleri yapılmıştır. Elde edilen kompost ürünlerinin ağır metal içerikleri Çizelge 4’te verilmektedir.

Çizelge 3. C/N oranındaki değişimler

| Reaktör    | Hava Debisi (L/Gün) | Başlangıç C/N | Nihai C/N |
|------------|---------------------|---------------|-----------|
| Reaktör 1  | 4800                | 55.5          | 17.2      |
| Reaktör 2  | 2400                | 55.5          | 22.1      |
| Reaktör 3  | 4800                | 35.5          | 15.2      |
| Reaktör 4  | 2400                | 35.5          | 20.8      |
| Reaktör 5  | 4800                | 24.7          | 12.2      |
| Reaktör 6  | 2400                | 24.7          | 16.2      |
| Reaktör 7  | 4800                | 55.5          | 17.0      |
| Reaktör 8  | 2400                | 55.5          | 27.4      |
| Reaktör 9  | 4800                | 35.5          | 16.6      |
| Reaktör 10 | 2400                | 35.5          | 19.3      |
| Reaktör 11 | 4800                | 24.7          | 13.9      |
| Reaktör 12 | 2400                | 24.7          | 14.3      |

Kompost ürünlerinin bitki gelişimine etkisini görmek amacıyla bitki testi yapılmıştır. Test bitkisi olarak arpa kullanılmış ve değişik toprak kompost karışımlarında ekilerek sonuçlar gözlemlenmiştir. Çizelge 5'te testlerde kullanılan toprağın özellikleri, Çizelge 6'da ise bitki testinin sonuçları verilmektedir.

Çizelge 4. Kompost ürünlerinin ağır metal içerikleri (mg/kg kuru madde)

| Reaktör    | Pb | Cd  | Cr | Cu  | Ni  | Hg | Zn  |
|------------|----|-----|----|-----|-----|----|-----|
| Reaktör 1  | 87 | 1.4 | 86 | 129 | 59  | NA | 290 |
| Reaktör 2  | 89 | 1.4 | 98 | 195 | 64  | NA | 390 |
| Reaktör 3  | 59 | 1.3 | 84 | 171 | 65  | NA | 380 |
| Reaktör 4  | 51 | 1.2 | 90 | 160 | 166 | NA | 390 |
| Reaktör 5  | 41 | 1.6 | 80 | 151 | 65  | NA | 450 |
| Reaktör 6  | 43 | 1.8 | 80 | 156 | 67  | NA | 470 |
| Reaktör 7  | 68 | 1.0 | 85 | 169 | 61  | NA | 300 |
| Reaktör 8  | 68 | 0.8 | 92 | 196 | 74  | NA | 360 |
| Reaktör 9  | 56 | 1.1 | 96 | 179 | 86  | NA | 380 |
| Reaktör 10 | 56 | 1.2 | 90 | 154 | 73  | NA | 390 |
| Reaktör 11 | 45 | 1.4 | 85 | 138 | 61  | NA | 410 |
| Reaktör 12 | 42 | 1.6 | 88 | 145 | 68  | NA | 430 |

Çizelge 5. Bitki testi toprağının özellikleri

| Özellik               | Değer |
|-----------------------|-------|
| pH                    | 7.36  |
| Soluble salt (%)      | 0.063 |
| Organic matter (%)    | 3.35  |
| Sand (%)              | 32.24 |
| Silt (%)              | 30.00 |
| Clay (%)              | 37.76 |
| CaCO <sub>3</sub> (%) | 0.63  |

Çizelge 6. Bitki testi sonuçları

| Reaktör | Kompostun Toprak İçindeki Yüzdesi (ağırlıkça) | Yetişen Bitkilerin Toplam Ağırlığı (g) |
|---------|---|--|
| Şahit   | -   | 1.96                                   |
| Şahit   | -   | 1.82                                   |
| Şahit   | -   | 1.70                                   |
| 1       | 10  | 2.12                                   |
|         | 15  | 1.81                                   |
|         | 20  | 1.94                                   |
| 2       | 10  | 2.09                                   |
|         | 15  | 1.13                                   |
|         | 20  | 1.54                                   |
| 3       | 10  | 1.14                                   |
|         | 15  | 1.77                                   |
|         | 20  | 1.49                                   |
| 4       | 10  | 2.03                                   |
|         | 15  | 2.05                                   |
|         | 20  | 1.15                                   |
| 5       | 10  | 1.63                                   |
|         | 15  | 0.95                                   |
|         | 20  | 0.57                                   |
| 6       | 10  | 1.22                                   |
|         | 15  | 0.58                                   |
|         | 20  | 0.39                                   |
| 7       | 10  | 1.70                                   |
|         | 15  | 1.69                                   |
|         | 20  | 1.41                                   |
| 8       | 10  | 2.25                                   |
|         | 15  | 2.03                                   |
|         | 20  | 1.64                                   |
| 9       | 10  | 2.04                                   |
|         | 15  | 1.84                                   |
|         | 20  | 1.92                                   |
| 10      | 10  | 1.59                                   |
|         | 15  | 2.02                                   |
|         | 20  | 1.59                                   |
| 11      | 10  | 0.85                                   |
|         | 15  | 0.96                                   |
|         | 20  | 0.14                                   |
| 12      | 10  | 1.28                                   |
|         | 15  | 0.00                                   |
|         | 20  | 0.70                                   |



## 5. SONUÇLAR

Kompostlaştırma çalışmalarının sonuçları değerlendirildiğinde, katı atık ve arıtma çamurunun sahip olduğu organik maddenin kompostlaştırma periyodu sonunda % 50-60 mertebelerinde indirgenebildiği görülmektedir. En yüksek verimler 3/1 katı atık arıtma çamuru oranlı karışımlardan elde edilmektedir.

Ayrışma esnasında oluşan veya kompost materyalinin tuttuğu suyun çok az bir miktarı ortamdaki sızıntı suyu olarak uzaklaşabilmektedir. Bu sızıntı suyunun uzaklaştırılıp kompost materyaline karıştırılmaması özellikle su içeriği yüksek olan kompost materyallerinde verime az da olsa olumlu yönde katkı yapmaktadır.

Ayrışma olayını etkileyen en önemli faktörlerden biri sisteme verilen hava miktarı olarak ortaya çıkmaktadır. Hava debisinin artması ile birlikte ayrışma olayı daha fazla olmakta ve daha stabil kompost ürünleri elde edilebilmektedir.

Kompost kalitesi ile ilgili yapılan ağır metal analizlerinde kompost ürünlerinde rastlanan maksimum konsantrasyonlar ve bazı ülkelerin kompost standartları Çizelge 7'de verilmektedir. Bazı parametreler Avrupa Birliği bünyesinde en sıkı değerlere sahip olan Alman Kompost Standartları'nın üstünde olmasına rağmen Yunanistan ve İtalya standartlarının altında kalmaktadır. Bu durum, elde edilen ürünün normal şartlarda kompostun kullanılabilir olduğu birçok alanda problemsiz olarak kullanımına olanak vermektedir.

Çizelge 7. Bazı kompost ağır metal standartları ve analizlerde bulunan maksimum değerler

| Standartlar ve Analizlerde Bulunan Maksimum Değerler | Parametre (mg/kg kuru ağırlık) |     |     |     |     |    |      |
|--|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|----|------|
|  | Pb                             | Cd  | Cr  | Cu  | Ni  | Hg | Zn   |
| Yunanistan   | 500                            | 10  | 510 | 500 | 200 | 5  | 2000 |
| İtalya   | 500                            | 10  | 500 | 600 | 200 | 10 | 2500 |
| Almanya  | 150                            | 1.5 | 100 | 100 | 50  | 1  | 400  |
| Çalışmada Bulunan                                    | 89                             | 1.8 | 98  | 196 | 166 | na | 470  |

Yapılan bitki testleri kompost ilavesinin bitki gelişimine olumlu yönde katkısı olduğunu göstermiştir. 3/1 ve 1/1 katı atık arıtma çamuru oranlı karışımlardan elde edilen kompostlar en iyi sonuçları vermişlerdir. Ağırlıkça 10 birim toprağa uygulanacak 1 birim kompost optimum doz olarak görülmektedir.

İzmir katı atık ve arıtma çamurlarının kompostlaştırılmasından elde edilen kompost kullanılabilir olmasa dahi, kompostlaştırma sonucu elde edilen madde azalması bu ürünün depolanması durumunda düzenli katı atık depolama alanlarından % 50'ye varan hacim tasarrufu sağlayacaktır.

**KAYNAKLAR**

- Aggelides S.M., Londra P.A. (2000): "Effects of Compost Produced from Town Wastes and Sewage Sludge on the Physical Properties of a Loamy and a Clay Soil", *Bioresource Technology*, 71, 253-259.
- Altınbaş U., Yağmur B. (2004): "İzmir Büyükşehir Belediyesi IZSU Atıksu Arıtma Tesisi Atıklarının Tarımda Kullanılma Olanakları Üzerine Araştırmalar", İzmir: Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü.
- California Compost Quality Council (2001): "Compost Maturity Index", Nevada City, CA: CCQC.
- Çoban S. (2004): "Kişisel Görüşme".
- Federal Compost Quality Assurance Organization (1994): "Methods Book for the Analysis of Compost", Stuttgart: Federal Compost Quality Assurance Organization.
- Gaind S., Gaur A.C. (2003): "Quality Assessment of Compost prepared from Fly Ash and Crop Residue", *Bioresource Technology*, 87, 125-127.
- Hackett G.A.R., Easton C.A., Duff S.J.B. (1999): "Composting of Pulp and Paper Mill Fly Ash with Wastewater Treatment Sludge", *Bioresource Technology*, 70, 217-224.
- Rivero C., Chirenje T., Ma L.Q., Martinez G. (2004): "Influence of Compost on Soil Organic Matter Quality under Tropical Conditions", *Geoderma*, Article in Press.
- Soumare M., Tack F.M.G., Verloo M.G. (2003): "Effects of a Municipal Solid Waste Compost and Mineral Fertilization on Plant Growth in Two Tropical Agricultural Soils of Mali", *Bioresource Technology*, 86, 15-20.
- Stelmachowski M., Jastrzebska M., Zarzycki R. (2003): "In-vessel Composting for Utilizing of Municipal Sewage-Sludge", *Applied Energy*, 75, 249-256.
- Wei Y.S., Fan Y.B., Wang M.J., Wang J.S. (2000): "Composting and Compost Application in China", *Resources, Conservation and Recycling*, 30, 277-300.
- Zorpas A.A., Kapetanios E., Zorpas G.A., Karlis P., Vlyssides A., Haralambous I., Loizidou M. (2000): "Compost Produced from Organic Fraction of Municipal Solid Waste, Primary Stabilized Sewage Sludge and Natural Zeolite", *Journal of Hazardous Materials*, B77, 149-159.