

**COMPOSTING OF ANIMAL MANURE**

**Ceren TOSUN<sup>1</sup>, M. Sinan BİNİCİ\*<sup>1</sup>, Ebru MEHMETLİ<sup>1</sup>, Ahmet BABAN<sup>1</sup>,  
Neslihan MANAV<sup>2</sup>, Tamer COŞKUN<sup>2</sup>, Eyüp DEBİK<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>TÜBİTAK-MAM, Çevre Enstitüsü, Gebze-KOCAELİ

<sup>2</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Esenler-İSTANBUL

Received/Geliş: 31.08.2009 Revised/Düzeltilme: 22.06.2010 Accepted/Kabul: 24.08.2010

**ABSTRACT**

In this study, the composting capacity of animal manure has been evaluated to increase the usage capacity of the animal manure within the frame of healthy environment, and to increase economical and social benefits in selected pilot areas by following a sustainable method. Therefore, the effect of four different animal manure: straw: bulking agent (polyethylene) ratios (%50:%50, %25:%75, %47.5:%47.5:%5, %45: %45:%10) in compost efficiency has been investigated for 92 days. The amount of oxygen has been provided more than 5% in the reactors. The difference in temperatures in four reactors has been observed depending on the moisture content and C/N ratio. The temperature has increased in the first five days due to the microbial activity and after 27<sup>th</sup> day the temperature has reached to a stable value. The C/N ratio of the mixtures has decreased 50% at the end of the stabilization period. The moisture content has not changed dramatically. The organic matter content has decreased from 85% to 55%. It was observed that the bulking agent, which is used to provide homogen oxygen distribution in the system, has not been useful for the animal manure efficiency. Temperature, oxygen, moisture content, volatile solid matter, pH, C/N ratio, heavy metal ratio, *E. Coli* and *Salmonella* have been investigated in the compost during the composting process. The composting which was processed by using 50%:50% manure:straw ratio has resulted in the better compost quality.

**Keywords:** Animal manure, straw, compost, C/N ratio.

**BÜYÜKBAŞ HAYVAN ATIKLARININ KOMPOSTLAŞTIRILMASI**

**ÖZET**

Bu çalışmada hayvancılığın yoğun olarak yapıldığı bölgelerde sürdürülebilir bir yöntem izlenerek potansiyel büyükbaş hayvan atıklarının kullanım kapasitesini sağlıklı çevre, ekonomik ve sosyal yararlar baz alınarak arttırmak amacıyla kompostlaşabilirliği değerlendirilmiştir. Bu amaçla, 4 adet reaktörde farklı hayvan atığı, düzenleyici (saman) ve hacimleştirici (polietilen boru) oranlarının (hacimce %50:%50, %25:%75, %47.5:%47.5:%5, %45: %45:%10) 92 gün boyunca kompost verimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Reaktörler içerisindeki oksijen miktarının %5'in üzerinde olması sağlanmıştır. Nem içeriğine ve C/N oranına bağlı olarak reaktörlerdeki sıcaklıklarda farklılıklar gözlenmiştir. Sıcaklıklarda ilk 5 gün boyunca mikrobiyal aktiviteden dolayı artış görülmüştür ve sonrasında azalarak 27. gün itibariyle sabit bir değere ulaşmıştır. Karışımların C/N oranı proses ilerledikçe azalarak stabilizasyon süresi sonunda yarıya düşmüştür. Reaktörlerdeki nem içeriği proses süresince büyük bir farklılık göstermemiştir. Başlangıçta %85 seviyelerinde olan organik madde içeriği çalışma sonunda %55 seviyelerine düşmüştür. Sistem içerisinde oksijen dağılımının artırılması amacı ile hacimleştirici kullanılan reaktörlerden elde edilen verimin hayvansal atık için uygun olmadığı gözlenmiştir. Proses süresince sıcaklık, oksijen, nem içeriği, UKM, pH, C/N, ağır metal, *E.coli* ve *salmonella* parametreleri incelenmiştir. %50:%50 oranında atık:saman karışımı ile yürütülen kompostlaştırma çalışmalarının istenilen ürün kalitesini sağladığı görülmüştür.

**Anahtar Sözcükler:** Hayvansal atık, saman, kompost, C/N oranı.

\*Corresponding Author/Sorumlu Yazar: e-mail/e-ileti: sinan.binici@mam.gov.tr, tel: (262) 677 29 03

## 1. GİRİŞ

Hayvancılığın yoğun bir şekilde yapıldığı bölgelerde hayvansal atıklar oldukça büyük bir çevre kirliliğine yol açmakta ve dolayısıyla yöre halkının sağlıksız koşullarda yaşamını sürdürmesine neden olmaktadır. Bu atıkların uzaklaştırılması için uygun alternatiflerin başında kompostlaştırma gelmektedir. Kompostlaştırma, organik maddelerin aerobik veya anaerobik koşullarda mikroorganizmalar vasıtası ile kararlı hale getirildiği bir işlemdir ve neticesinde bitki besin elementleri ihtiva eden ve organik madde bakımından zengin ürün olan kompost üretilir [1-2]. Kompostlaştırma temel olarak bir bertaraf yönteminden öte geri kazanım yöntemidir [3].

Kompostlaştırma yeni bir teknoloji değildir. Amerika'da 19. yy'dan beri kullanılmaktadır. 20. yy'da kompostlaştırmaya uygun madde ve mekanik teçhizatların seçiminin nasıl yapılması gerektiği ve farklı kompostlaştırma metotları hakkında bilimsel ilkeler belirlenmiştir. Büyük baş hayvan atıkları için; pasif kompostlaştırma, sıralı yığın kompostlaştırma, pasif havalandırılmalı yığınlar, havalandırılmalı statik yığınlar, kapalı reaktörlerde kompostlaştırma vs. gibi kompostlaştırma yöntemleri uygulanmaktadır [1].

Kompostlaştırma prosesi, (a) C/N oranı, (b) havalandırma hızı, (c) nem içeriği, (d) pH seviyesi, (e) sıcaklık ve (f) gerekli besin maddelerinin sağlanması gibi birçok faktörle kontrol edilir [4]. Optimum kompostlaştırma için gereken şartlar Çizelge 1'de verilmiştir [5].

**Çizelge 1.** Optimum kompostlaştırma için gereken şartlar [5]

Koşul	Kabul edilen aralık	Önerilen aralık
C/N oranı	20-40	25-35
Nem içeriği	%40-65	%45-60
Oksijen konsantrasyonu	>%5	>%10
pH	5.5-9.0	6.5-8.0
Sıcaklık (°C)	43-66	54-60

Bu çalışmada, büyükbaş hayvan atıklarının kompostlaşabilirliği değerlendirilmiştir. Farklı oranlarda hayvan atığı, düzenleyici (arpa samanı) ve hacimleştirici (polietilen boru) kullanılarak prosenin işletme parametreleri ve performansı değerlendirilmiştir.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Materyalin Özellikleri

Büyükbaş hayvan atıkları (altlıksız) Gebze Kirazpınar Mahallesi'nde bulunan 30 büyükbaş hayvan kapasiteli Hasan Aydın Hayvancılık'tan temin edilmiştir. Bu çalışmada nem ve azot oranı yüksek olan büyükbaş hayvan atığı, düzenleyici olarak nem oranı düşük ve karbonca zengin olan arpa samanı kullanılarak reaktörlerde sırasıyla 1:1, 1:3, 1:1 ve 1:1 oranlarında karıştırılmıştır. 1:1 ve 1:3 oranında hazırlanan karışımlar sırası ile karışımın optimum C/N ve nem içeriği göz önüne alınarak hazırlanmıştır. Hem temin, hem maliyet, hem de karakteristik özelliği yönünden çalışmada düzenleyici madde olarak arpa samanının kullanılması uygun görülmüştür. Havalandırmanın daha etkin bir şekilde yapılabilmesi için hacimleştirici olarak TS 418-2 EN 12201-2 standartlarının öngördüğü koşullarda üretilen ve inert bir malzeme olan polietilen borular (PE 32) 5'er cm uzunluğunda kesilerek 3 ve 4 numaralı reaktörlerdeki karışımın içerisine sırası ile hacimce %5 ve %10 oranlarında katılmıştır. Ağaç kabukları, tahta yongaları, kabuklu deniz canlıları ve parçalanmış lastikler de kompostlaştırmada kullanılan hacimleştiricilere örnek olarak gösterilebilir. Bu maddeler nihai komposttan eleme ile geri kazanılarak defalarca kullanılabilirler. Hazırlanan karışımın tüm kompostlaştırma periyodu süresince poroziteyi koruyan iyi bir yapısı

olması gerekmektedir. Bu amaçla hacimleştiricilerin kullanımı porozitesi düşük atıkların kompostlaştırılması sürecinde gereklidir. Sistem için tehlikeli, kompost için yararlı mikroorganizmaların tahrip olacağı veya canlılığını yitirebileceği sıcaklık 71°C'dir [6]. Polietilen boru, kompostun yükselebileceği bu sıcaklığa dayanıklı bir malzemedir.

Çizelge 2 ve 3'de sırasıyla gübre ve samanda belirleyici parametreler olan nem, C/N oranları, özkütle değerleri ve reaktörlerdeki maddelerin karışım oranları verilmektedir.

**Çizelge 2.** Kompost reaktörlerine eklenen maddelerin nem, C ve N içeriği oranları ve özkütelleri

Madde	Nem %	C %	N %	C/N oranı	Özkütle (g/cm <sup>3</sup> )
Hayvansal Atık	80.98	39.47	1.46	27.09	0.77
Arpa Samanı	9.71	43.27	0.28	155.69	0.07

**Çizelge 3.** Kompost reaktörlerindeki maddelerin karışım oranları

Reaktör No	Hacim Oranına göre Karışım Maddeleri					
	Gübre		Arpa Samanı		PE Boru (Hacimleştirici)	
1	40 L	50%	40 L	50%	-	-
2	20 L	25%	60 L	75%	-	-
3	38 L	47.5%	38 L	47.5%	4 L	5%
4	36 L	45%	36 L	45%	8 L	10%

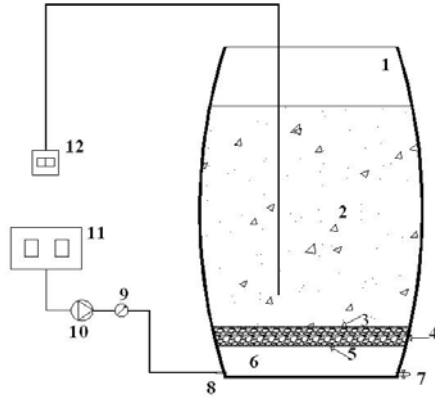
Reaktörlerde kullanılan 1:1 ve 1:3 atık:saman karışım oranları Çizelge 4'de verilmiştir. 3. ve 4. reaktörlerde 1:1 atık:saman karışımına ek olarak inert hacimleştirici madde kullanılmıştır.

**Çizelge 4.** Kompost karışım maddelerinin başlangıç değerleri

Parametre		Karışım Maddeleri		
		1:1 (Atık:Saman)	1:3 (Atık:Saman)	
Nem	%	75.18	66.01	
UKM	%	83.37	83.62	
pH	-	7.89	7.89	
C:N	-	36.65	52.05	
Pb	mg/kg	1.0	2.4	
Cd		<0.1	<0.1	
Cr		17.9	27.7	
Cu		8.3	7.8	
Ni		11.8	15.6	
Zn		43.4	35.1	
Hg		<0.1	<0.1	
Mn		111	154	
<i>E.coli</i>		kob/g	530000	530000
<i>Salmonella</i>		-	Bulundu	Bulundu

## 2.2. Reaktörler

Laboratuvar ölçekli kompostlaştırma çalışmalarında reaktör olarak 4 adet 120 L'lik polietilen varil kullanılmıştır ancak her bir reaktörde çalışılan toplam karışım hacmi 80 L'dir. Reaktörlerin tabanına sızıntı suyu çıkışı ve havalandırma girişi için iki adet delik açılmış ve 7 cm boşluk bırakılarak üzerine delik çapları 6 mm (alttaki) ve 15 mm (üstteki) olan iki adet ızgara koyulmuştur. Havanın, sistem içerisinde homojen bir şekilde dağılmasını sağlamak için ızgaralar arasına 4 cm yüksekliğinde yıkanmış çakıl tabakası yerleştirilmiştir. Fini Ciao marka kompresör, reaktörlere 20 dakikada 10 dakika hava basacak şekilde ayarlanmıştır. Hava debisi toplamda 14L/dk havayı reaktörlere eşit olarak dağıtacak şekilde Omega marka debi ölçer ile ayarlanarak pnömatik hava dağıtıcı valf ile 4 hattan her bir reaktöre beslenmiştir. Oksijenin reaktöre homojen dağılmasını sağlamak amacıyla haftada bir karıştırma yapılmıştır. Kompostlaştırma sisteminin şematik görünümü Şekil 1'de verilmiştir.



1. Reaktör, 2. Kompost karışımı, 3. 15 mm delik çaplarına sahip ızgara, 4. Çakıl taşı, 5. 6 mm delik çaplarına sahip ızgara, 6. Hava giriş boşluğu, 7. Sızıntı suyu çıkışı, 8. Havalandırma girişi, 9. Debi ölçer, 10. Kompresör, 11. Dijital zaman ayarlayıcı, 12. Dijital termometre

Şekil 1. Kompostlaştırma sisteminin şematik gösterimi

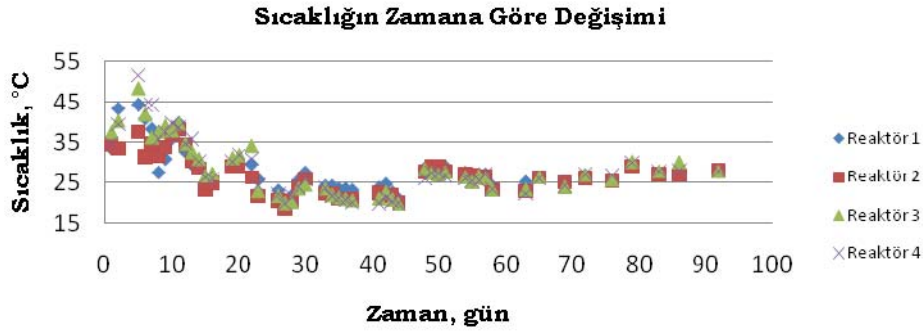
## 2.3. Analiz Yöntemleri

Numunelerdeki nem içeriği  $105\pm 5^{\circ}\text{C}$ 'daki kütle azalması [7] ve uçucu katı madde miktarı ise  $550^{\circ}\text{C}$ 'daki yanma kaybının gravimetrik yöntemlerle tespit edilmesiyle hesaplanmıştır [8]. Kompostun sıcaklık ve oksijen değişimleri reaktöre batırılan birer prob vasıtasıyla ölçülmüştür. pH ölçümleri, numuneler %10 oranında distile su ile homojen bir karışım elde edildikten sonra yapılmıştır [9]. C, N ve ağır metal parametreleri (Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn, Mn, Hg) için kompost numuneleri, sıcaklığı  $105\pm 5^{\circ}\text{C}$ 'da tutulan bir etüvde sabit kütleye gelinceye kadar kurutulup sonrasında agat öğütücü ile boyutları küçültülmüştür. Ön işlemde geçirilen numunelerde ağır metal analizleri için Varian marka Atomik Absorpsiyon Spektrometre cihazı kullanılmıştır [10-12]. Reaktörlerdeki oksijen seviyesi Delta 65 model oksijen analizörü ile takip edilmiştir. C, N analizleri ise Thermo Finnigan marka EA-1112 model cihaz kullanılarak yapılmıştır [13]. Patojen giderimini belirleyebilmek için *E.coli* ve *Salmonella* analizleri yapılmıştır [14-16].

## 3. DENEYSEL ÇALIŞMA

### 3.1. Oksijen ve Sıcaklık

Sistemin havalandırılması ve dolayısıyla mikrobiyal aktivitelerin sürekliliğinin sağlanması amacıyla beslenen havanın debisi birim gübre miktarına göre 3.5 lt/dak/reaktör olarak belirlenerek sabit tutulmuş ve reaktörlerdeki oksijen seviyesi %5'in üzerinde olması sağlanmıştır.

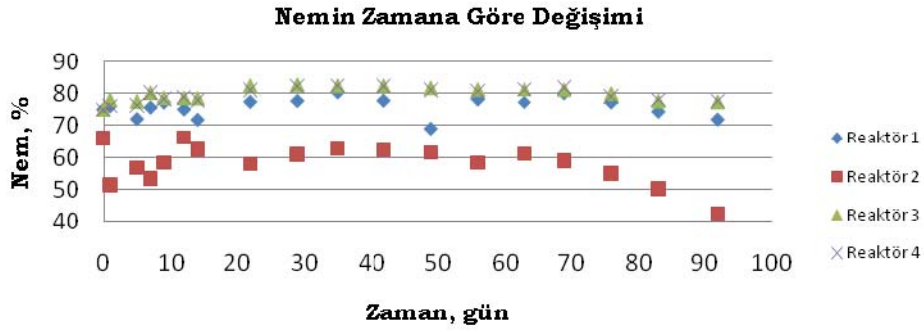


Şekil 2. Sıcaklığın zamana göre değişimi

İlk 5 gün boyunca tüm reaktörlerde mikrobiyal aktiviteden dolayı sıcaklıklarda artış görülmektedir (Şekil 2). 5. gün sonrasında sıcaklıklarda salınımlar izleyerek azalma olmuş ve 27. gün itibarıyla küçük salınımlar ile sabit bir değere ulaşmıştır. Bu da mikrobiyal aktivitenin tamamlanmış olabileceğini göstermiştir. Parçalanmanın en hızlı olduğu termofilik faz (40-60°C) 1, 3 ve 4. reaktörlerde 2 ve 6. günler arasında sırasıyla 44.3, 48.4 ve 51.5°C olarak gözlenmiştir. İkinci reaktörde kullanılan atık:saman oranı 1:3'dür. Düzenleyici madde olarak kullanılan samanın söz konusu karışımdaki oranının fazlalığı ve C/N oranının yüksekliği sebebiyle proses süresince bu reaktördeki azot oranları diğer üç reaktöre kıyasla oldukça düşük seviyede kalmıştır. 2. reaktörün nem içeriği diğerlerine oranla istenilen düzeyde olmasına rağmen azot oranının düşük olması mikrobiyolojik aktivitenin gerçekleşmesi için yetersiz kalmıştır. Bu da parçalanmanın düşük hızda gerçekleşmesine ve dolayısıyla kompostun ısınmamasına neden olmuştur.

### 3.2. Nem İçeriği

Nem içeriği %80.98 olan hayvan atığının 1:1 ve 1:3 oranlarında saman ile karıştırılması sonucunda nem içeriği sırasıyla %75.18 ve %66.01 olmuştur. 1:3 oranında karışımın kullanıldığı reaktörün dışındaki reaktörlerdeki kompostun nem içeriği proses sonucunda istenilen seviyeye düşmemiştir (Şekil 3). Söz konusu çalışmada, sistem içerisinde oksijen dağılımının artırılmasını sağlamak için 3. ve 4. reaktörlerde sırasıyla %5 ve %10 hacimleştirici kullanılmış ancak 35. gün sonrasında anaerobik şartların oluştuğu gözlenmiştir. Bu reaktörlerde hacimleştirici olarak kullanılan PE borunun yoğunluğunun fazla olması, iç kısmının kompost karışımıyla dolup karışım üzerinde ağırlık oluşturarak karışımı çökeltmesi ve gözenek yapısını azaltmasından dolayı hacimleştirici malzeme kullanım amacından uzaklaşmıştır. Reaktörlerdeki atık karışımları nihai kompost görünümünden uzak çamurumsu bir yapıya bürünmüştür. Bu yapı oksijen kontrolü için kullanılan oksijen analizörünün probunu tıkaş ve ölçümlerin yapılmasını engellemiştir.



Şekil 3. Nemin zamana göre değişimi

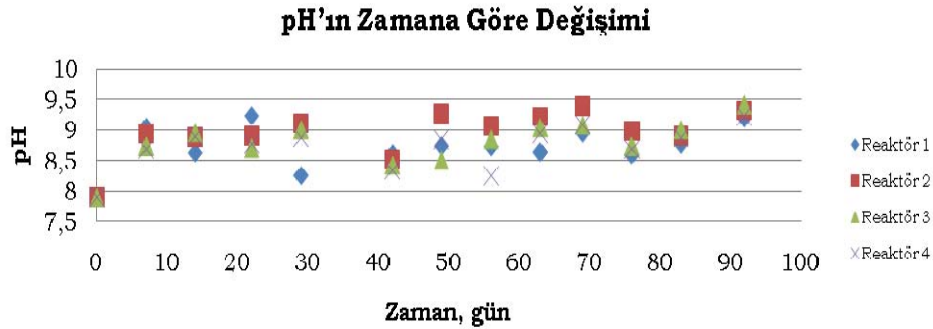
Reaktörlerdeki karışımların nem içeriğindeki azalış 60. gün itibariyle (yaz başlangıcı) hava sıcaklıklarının yükselmesiyle daha da artmıştır. Nem içeriğindeki bu azalış, gözenek yapısı diğer reaktörlere kıyasla daha iyi olan 2. reaktörde daha net görülmektedir.

### 3.3. UKM

Çalışmanın ilk 4-5 haftasında kolay ayrışabilir organik maddeler hızla azalarak UKM %83'den %65'e düşmüştür. İlerleyen safhalarda ise %56'ya kadar azalmıştır. Zor ayrışabilir organik maddelerin giderimi uzun zaman gerektirdiğinden bu dönemde UKM'de elde edilen azalma düşük olmuştur.

### 3.4. pH

Bu çalışmada hava debisi prosesin başında birim gübre miktarına göre 3.5 lt/dak/reaktör beslenecek şekilde belirlenmiştir. 92 günlük proses boyunca oksijen debisi sabit tutulmuştur. Proses ilerledikçe atık miktarında azalma olmuştur. Ancak oksijen debisi sabit tutulduğu için birim ağırlık başına düşen oksijen miktarında artış olmuştur. Havalandırma ve pH arasında bir ilişki olduğu bilinmektedir. Kuvvetli havalandırılan sistemlerde proses tamamlanana kadar pH genellikle 8 ve üzerinde olmaktadır [17].

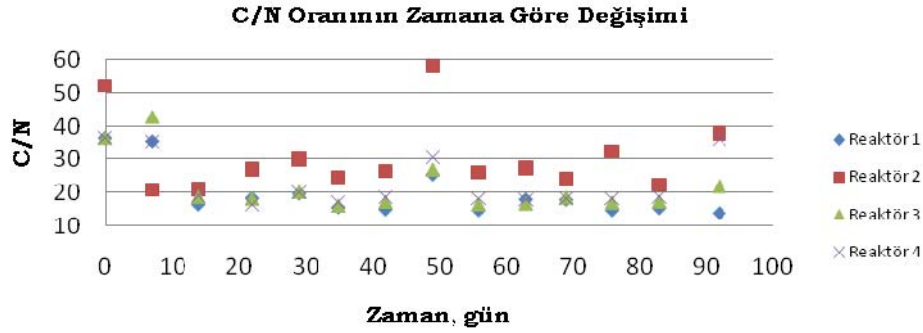


Şekil 4. pH'in zamana göre değişimi

Proses süresince 1:1 atık:saman karışım oranlarına sahip 1, 3 ve 4. reaktörlerde pH değerleri 8-9 arasında değişmiştir (Şekil 4). 1:3 atık:saman karışım oranına sahip 2. reaktörde ise pH 8.5-9.5 arasında değişmiştir.

### 3.5. C/N

Kompostlaştırma prosesi devam ettikçe C/N oranı son ürün için 10-15/1 oranına düştüğü bilinmektedir [18]. Reaktör 1’de başlangıç anında 30.68 olan C:N oranı 92. günde 13.85’e düşmüştür (Şekil 5). Saman oranı fazla olan 2. reaktörün C/N oranında 49. günde görülen artış homojen numune alınımının zorluğundan kaynaklanmaktadır.



Şekil 5. C/N oranının zamana göre değişimi

### 3.6. Ağır Metaller

Kompostlaştırma işlemi sonucundaki ağır metal konsantrasyonlarının TKKY'nin 14. maddesinde verilen topraktaki ağır metal sınır değerlerinin altında kaldığı görülmektedir (Çizelge 5) [19].

Çizelge 5. Topraktaki ağır metal sınır değerleri (TKKY EK I-A(a)) ve kompostlaştırma işlemi sonundaki ağır metal konsantrasyonları (R1, R2, R3, R4)

Ağır Metal (Toplam)	TKKY EK I-A(a)		R1	R2	R3	R4
	PH 5-6	pH>6				
	(mg/kg fırın kuru toprak)					
Pb	50	300	1,5	<1	4,0	1,6
Cd	1	3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cr	100	100	3,7	2,5	4,4	3,4
Cu	50	140	19,4	10,3	19,0	17,5
Ni	30	75	6,6	4,1	7,5	7,0
Zn	150	300	85,8	43,2	112,6	91,1
Hg	1	1,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mn	-	-	244	164	245	213

### 3.7. *E.coli* ve *Salmonella*

Patogen gideriminde zaman ve sıcaklık olmak üzere iki faktör vardır. Bu çalışmada dört reaktörde elde edilen maksimum sıcaklıklar, proseslerin 5. gününe isabet etmektedir ve sırasıyla 44.3, 37.5, 48.4, 51.5 °C'dır. Kompostun biyolojik işlem sırasında hijyenleşmesi için gerekli sıcaklıklara [20] ulaşamadığı için bu çalışmada patojen gideriminde ön plana çıkan etken zaman olmuştur. *E.coli* ve *Salmonella* sırasıyla 76. ve 69. gün itibarıyla tespit edilmemiştir.

## 4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Literatürde kompostlaştırma işleminde nem içeriği için %40-65 ve C/N oranı için ise 20-40 makul aralık olarak verilmektedir [1, 18]. Yapılan çalışmada 1, 3 ve 4. reaktörlerin karışım oranları uygun C/N oranına göre, 2. reaktörün karışım oranı ise uygun nem içeriğine göre belirlenmiştir. C/N oranı önerilen aralıkta olan, ham büyükbaş hayvan atığının nem içeriği ve gözenek yapısının kompostlaştırılma işlemi için uygun hale getirilmesi gerekmektedir. Düzenleyici madde olarak seçilen samanın kompostlaştırılacak karışıma eklenme miktarı arttıkça karışımın nem içeriği azalmakta, C/N oranı ise artmaktadır. Bu bakımdan her iki parametre açısından da kabul edilebilir bir değer hesaplanması mümkün olmamıştır.

2. reaktörde ürün kalitesi açısından beklenen nem oranını sağlamış olmasına rağmen N miktarının az olması nedeniyle kompostlaştırma hızı çok düşük olmuştur. Bu nedenle 92 günlük çalışma süresinde bu reaktörden elde edilen ürün, beklenen kompost kalitesini sağlamamıştır.

3. ve 4. reaktörlerde sırasıyla %5 ve %10 hacimleştirici kullanılmıştır. 35. gün sonrasında bu reaktörlerde yaş kompost ve koku oluştuğu gözlenmiştir ve bu durum anaerobik şartların oluştuğunu göstermiştir.

Reaktörlerden elde edilen kompost ürünlerinde takip edilen UKM, pH, C/N, ağır metal, *E.coli* ve *Salmonella* parametre sonuçları 1:1 oranında hayvan atığı:saman karışımının kompostlaştırıldığı birinci reaktörden elde edilen kompostun uygun nitelikte olduğunu göstermiştir. Bu reaktördeki karışım oranı, uygun C/N oranına göre belirlendiği için başlangıç nem içeriği literatürde önerilen değer aralığından yüksek olmuş ve üründe de istenen oranlarda azalma gözlenmemiştir. Büyükbaş hayvan atıklarının kompostlaştırılmasında arpa samanına ilave olarak ya da onun yerine alternatif düzenleyicilerin kullanılması gerekliliği sonucuna ulaşılmıştır.

## Acknowledgement / Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK'ın Kamu Kurumları Araştırma ve Geliştirme Projeleri kapsamında desteklediği 106G026 no'lu "Hayvansal Atık Yönetimi Projesi" çıktılarından üretilmiştir. TÜBİTAK'a bu projeye verdiği finansal destekten dolayı teşekkür ederiz.

## REFERENCES / KAYNAKLAR

- [1] Öztürk, M. ve Bildik, B., "Hayvan Çifliklerinde Kompost Üretimi", Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara, 2005.
- [2] Erdin, E., "Atıkların Kompostlanması", D.E.Ü. Müh. Fak. Çevre Müh. Böl. Ders Notları, İzmir, 2005, [http://web.deu.edu.tr/erdin/ders/kati\\_atik/ders\\_not/kompost.pdf](http://web.deu.edu.tr/erdin/ders/kati_atik/ders_not/kompost.pdf), (Erişim: 25/04/2009).
- [3] Yeniçerioglu, M., "Katı Atık Yönetimi Yasal Düzenlemeler ve Sinop Örneği", 2006. [http://www.yerelnet.org.tr/yerel\\_hizmetler/kati\\_atik/rapor\\_01.pdf](http://www.yerelnet.org.tr/yerel_hizmetler/kati_atik/rapor_01.pdf), (Erişim: 25/04/2009).
- [4] Li, X., Zhang, R., Pang, Y., "Characteristics of Dairy Manure Composting with Rice Straw", *Bioresource Technology*, 99, 359-367, 2008.



- [5] Cooperband, L. (2002). 'The Art and Science of Composting: A resource for farmers and compost producers' Center for Integrated Agricultural Systems University of Wisconsin-Madison.
- [6] Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs of Ontario, (2003), "On-farm Composting of Livestock and Poultry Mortalities", <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/deadstock/facts/03-083.htm>
- [7] "Çamurların Karakterizasyonu - Kuru Kalıntı ve Su Muhtevası Tayini", TS 9546 / EN 12880, Nisan 2002.
- [8] "Characterization of Sludges: Determination of the Loss on Ignition of Dry Mass", DS/EN 12879.
- [9] "Standard Test Methods for Screening of pH in Waste (Test Method B-pH Screening by Electrometric Measurement)", ASTM International D 4980-89, 2003.
- [10] "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", (20<sup>th</sup> Edition) 3113, 3113A, 3113B, 1998.
- [11] "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", (21<sup>th</sup> Edition) 3111, 3111B, 3111D, 2005.
- [12] "Su Kalitesi - Civa Tayini", TS 2537 1999 / EN 1483 1997.
- [13] Loring, D. and Rantala, R.T.T, "Manual for the Geochemical Analyses of Marine Sediments and Suspended Particulate Matter", Earth Science Reviews, 32, 235-283, 1992.
- [14] "Bacteriological Analytical Manual", 8<sup>th</sup> Ed., Revision A. AOAC International, Gaithersburg, FDA, MD 20877 USA, 1998.
- [15] "Horizontal Method for the Enumeration of glucuronidase-positive Escherichia coli  $\beta$  - Part 2 : Technique of Colony Count at 44°C by Means of 5-bromo-4-chloro-3-indolyl-  $\beta$ -D-glucuronate acid" IC : V08-031-2, NF-ISO 166492, June 2001.
- [16] "Salmonella Aranması Metodlarında Genel Kurallar" ISO 6579, Nisan 1996.
- [17] Nakasaki K., Yaguchi H., Sasaki Y., Kubota H., "Effects of Oxygen Concentration on Composting of Garbage, Journal of Fermentation and Bioengineering", 70, 6, 431-433, 1990.
- [18] Arıkan O.A., "Farklı Tipte Organik Katı Atıkların Havalı ve Havasız Ortamlarda Komposta Dönüştürülmesi", Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2003.
- [19] "Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği - TKKY", T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 25831, 31/05/2005.
- [20] Baban, A., Timur, H., Cılız, N., Olgun, H. ve Akgün, F., "Kümes ve Ahır Gübrelерinin Geri Kazanılması ve Bertarafı Projesi", TÜBİTAK-MAM ESÇAE, 2001.