

T.C

FARKLI KARIŞTIRMA UYGULAMALARININ  
KOMPOST ÜZERİNE ETKİSİ

Utku ERDENER  
Yüksek Lisans Tezi  
Tarım Makinaları Anabilim Dalı  
Danışman: Yrd.Doç.Dr.Fulya TORUK

**T.C**  
**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI KARIŞTIRMA UYGULAMALARININ KOMPOST ÜZERİNE**  
**ETKİSİ**

**UTKU ERDENER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**TARIM MAKİNELERİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN:Yrd.Doç.Dr.Fulya TORUK**

**TEKİRDAĞ-2010**

Her hakkı saklıdır

Yrd.Doç.Dr.Fulya TORUK danışmanlığında,Utku ERDENER tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Tarım Makinaları Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:Prof.Dr.Birol KAYIŞOĞLU

imza:

Üye:Yrd.Doç.Dr.Fulya TORUK

imza:

Üye:Yrd.Doç.Dr. Fisun KOÇ

imza:

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Doç.Dr.Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

**ÖZET**  
Yüksek Lisans Tezi  
FARKLI KARIŞTIRMA UYGULAMALARININ KOMPOST ÜZERİNE ETKİSİ

UTKU ERDENER

Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tarım Makineleri Ana Bilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Fulya TORUK

Hayvansal atıklar, kompost yapımı ile faydalı bir ürün haline dönüştürülmektedir. Bu sayede gübre problem olmaktan çıkarak kar getiren hayvansal bir ürün haline gelmektedir. Kompost üretimi ve kullanımı, doğal sistemlerin kaynak tabanını ve fonksiyonelliğini koruması, tarım sistemlerinin temeli toprağın sürdürülebilirliğini ve verimini sağlaması, yerleşim sistemlerinin en büyük çevresel problemi olan çöp sorununa çözüm üretmesi bakımından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, kompost oluşum aşamasında uygulanan farklı yöntemlerin kompost oluşum süresine ve kalitesine etkisi araştırılmıştır. İşlem görmemiş (Ham gübre-Kontrol), Separatörden çıkan gübre , Separatör + karıştırıcı olmak üzere üç farklı uygulama yapılmıştır. Gübre, namlu yapılarak açık hava koşullarında sert zemin üzerine yığın yapılmıştır. Oluşturulan namlularda üç farklı karıştırma işlemi uygulanmıştır. Karıştırma işlemi uygulanmamış namlu (S), Haftada bir kez karıştırılmış namlu (TK), İki haftada 1 kez karıştırılmış namlu (YK) yapılmıştır. Gübrelerden her karıştırma sonrası alınan örnekler üzerinde (C:N oranı); kuru madde, ham protein, fosfor ve potasyum içerikleri araştırılmıştır. Uygulamaların kompost oluşum süreleri, sıcaklık değişimleri incelenmiştir.

Araştırmada elde edilen sonuçlara göre, Kompost oluşum sürecinde uygulanan farklı işlem ve uygulamaların kompost oluşum süresini ve kompost kalitesi üzerine önemli derecede etkilerinin olduğu saptanmıştır. En kısa kompost oluşum süreci ve en yüksek besin madde içeriği TK yönteminde elde edilmiştir.  $(C/N)_{son}/(C/N)_{ilk}$  değeri ise karıştırma uygulamasının yapılmadığı S yönteminde olmuştur. Karıştırma uygulamaları sadece organik madde değişimi üzerinde etkili olmuştur ( $P<0.05$ ).

**Anahtar kelimeler:** kompost, kompost oluşum süreci, kompost kalitesi, gübre separatörü, karıştırıcı, C/N Oranı

2010, 60 Sayfa

## ABSTRACT

MSc. Thesis

### **EFFECT ON COMPOST OF DIFFERENT MIXING APPLICATIONS**

UTKU ERDENER

Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Main Science Division of Agricultural Machinery

Supervisor : Yrd. Doç. Dr. Fulya TORUK

Animal waste products can be utilized in compost form. By this means, dung stands no more as a problem but as a beneficial animal product instead. The production and utilization of compost is of great importance to preservation of the reserve base and its functioning, providing the sustainability and fertility of land as the foundation of all agricultural systems and bringing solution to the biggest environmental problem of the habitation systems, which is the waste issue.

With this study, the effects of different methods applied during the formation phase of the compost to the span and quality of the compost formation is studied. The three different methods applied can be listed as uncured dung (raw dung and control), the dung obtained from the separator and separator plus mixer applications. The fertilizer is piled on the hard ground in open air conditions in conduits. Three different mixing processes are applied to the conduits. These are unmixed conduit (S), conduit mixed once per week (TK) and conduit mixed once per two weeks (YK). Dry materials, raw protein, phosphor and potassium contents are researched on the samples which were taken after each mixing process (C:N ratio). Compost formation spans and temperature variations are also analyzed.

According to the outcome of the research, it is confirmed that the different processes and applications during the formation phase of the compost have remarkable effects on the compost formation span and compost quality. The shortest compost formation span and the richest nutritional content are obtained through the TK method. (C/N)<sub>last</sub>/(C/N)<sub>first</sub> value is observed with the S method, where mixing is not applied. The mixing applications are observed to be effective only on organic substance transformation ( $P < 0.05$ ).

Keywords: compost, mixing application, compost quality, separator, compost machinery  
2010, Page:60

<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>Sayfa No</b>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
SİMGELER DİZİNİ	vi
<b>1. GİRİŞ</b>	1
1.1. Genel	1
1.2. Hayvan Atıklarının Değerlendirme Yöntemleri	6
1.3. Hayvan Atıklarına İlişkin Mevzuat	7
1.3.1. AB Mevzuatı	7
1.3.2. Ulusal Mevzuat	7
1.4. Kompost Oluşturma Metodları	9
1.4.1. Pasif Yığın Metodu	9
1.4.2. Karıştırmalı Yığın Metodu	10
1.4.3. Pasif Havalandırmalı Statik Yığın	11
1.4.4. Aktif Havalandırmalı Statik Yığın	12
1.4.5. Kapalı (Reaktör) Kompost Oluşturma	12
1.5. Kompost Oluşturma İşlemine Etki Eden Parametreler	13
1.5.1. Oksijen ve Havalandırma	13
1.5.2. Besin Maddeleri	13
1.5.3. C:N Oranı	13
1.5.4. Nem İçeriği	14
1.5.5. Porozite, Serbest Hava Boşluğu, Yapı, Kıvam ve Partikül Boyutu	15
1.5.6. Karıştırma	15
1.5.7. ph	15
1.5.8. Sıcaklık	15
1.5.9. Süre	16
1.6. Kompost Kalitesi	17
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b>	20
2.1. Kompost	20
2.2. Kompost Oluşturma İşlemine Etki Eden Parametreler	24

2.3. Hayvan Gübresi	27
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b>	30
3.1. Materyal	30
3.1.1. Hayvan Gübresi	30
3.1.2. Denemede Kullanılan Alet ve Makinalar	31
3.2. Yöntem	34
3.2.1. Nem İçeriği	35
3.2.2. Ham Protein İçeriği	35
3.2.3. Kompost Karbon İçeriği	36
3.2.4. C/N Oranı	36
3.2.5. Kompost Kl İçeriği ve Organik Madde Miktarı	36
3.2.6. Besin Madde Analizi	37
3.3.3. Sıcaklık lm	38
3.3.4. İstatistik Analiz	38
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA</b>	39
4.1. Kompost Sıcaklığı	39
4.2. Kompost Nem İçeriği	41
4.3. Kompost Besin Madde İçeriği	42
4.4. C/N Oranı	49
4.5. Organik Maddedeki Değişim	50
<b>5. SONUÇ</b>	52
<b>6. KAYNAKLAR</b>	53
EKLER	57
TEŐEKKÜR	59
ZGEMIŐ	60

Şekil 1.1. Pasif Yıgın Metodu	10
Şekil 1.2. Karıştırmalı Yıgın Metodu	11
Şekil 1.3. Pasif Havalandırmalı Statik Yıgın	11
Şekil 1.4. Havalandırmalı Statik Yıgın	12
Şekil 1.5. Kutuda Kompost Oluşturma	12
Şekil 2.1. Oksijenli Kompost Oluşumu	21
Şekil 2.2. Bir Kompost Sıralı Yığınında veya Yığında Doğal (pasif)Hava Hareketi	22
Şekil 2.3. Kompost Oluşturma İşleminin Aşamaları	23
Şekil 3.1. İşletmede Mevcut Olan Gübre Sistemi	30
Şekil 3.2. Gübre Separatörü	31
Şekil 3.3. GK3000-2 Kompost Makinası	32
Şekil 3.4. Gübre Namlusu	34
Şekil 3.5. Kjeldhal Cihazı a (yakma), b (distile)	36
Şekil 3.6. Kül Fırını	37
Şekil 3.7. Flame Photometer	37
Şekil 3.8. Digi-Sense J-K-T Termometre	38
Şekil 4.1. Zamana Göre Sıcaklık Değişimi	39
Şekil 4.2. Zamana Göre Nem İçeriğinde Değişim	41
Şekil 4.3. Kompost Oluşum Süresince Sodyum (Na) İçeriğinde Meydana Gelen Değişim	43
Şekil 4.4. İlk ve Son Üründe Yöntemlere Göre Sodyum (Na) İçeriği	43
Şekil 4.5. Kompost Oluşum Süresince Potasyum (K) İçeriğinde Meydana Gelen Değişim	44
Şekil 4.6. İlk ve Son Üründe Yöntemlere Göre Potasyum (K) İçeriği	44
Şekil 4.7. Kompost Oluşum Süresince Fosfor (P) İçeriğinde Meydana Gelen Değişim	45
Şekil 4.8. İlk ve Son Üründe Yöntemlere Göre Fosfor (P) İçeriği	45
Şekil 4.9. Kompost Oluşum Süresince HP (%) İçeriğinde Meydana Gelen Değişim	46
Şekil 4.10. İlk ve Son Üründe Yöntemlere Göre Ham Protein (HP) İçeriği	46
Şekil 4.11. Kompost Oluşum Süresince Kül (%) İçeriğinde Meydana Gelen Değişim	47
Şekil 4.10. İlk ve Son Üründe Yöntemlere Göre Kül (%) İçeriği	47



## ÇİZELGELER DİZİNİ

## Sayfa No

Çizelge 1.1. Trakya Bölgesi Büyükbaş Hayvan Varlığı	3
Çizelge 1.2. Trakya Bölgesi Büyükbaş Hayvan Yıllık Gübre Üretimi	3
Çizelge 1.3. Kompost Yapma İşleminde Görev Yapan Mikroorganizmalar İçin Optimum Sıcaklıklar	16
Çizelge 1.4. Toprakta On Yıllık Ortalama Esas Alınarak Bir Yılda Verilebilecek Ağır Metal Yüğü Sınır Değerleri	18
Çizelge 1.5. Ağır Metal Sınır Değerleri	18
Çizelge 1.6. Olgunlaşmış Kompostta Majör Elementlerin Konsantrasyonları	19
Çizelge 2.1. Hızlı Kompostlama İçin Tavsiye Edilen Koşullar	24
Çizelge 2.2. Çeşitli Atıkların Kompost Yapılabilmesi İçin Gerekli Maksimum Nem İçerikleri	26
Çizelge 2.3. Çiftlik Kompost Yapımında Yaygın Olarak Kullanılan Ham Maddeler	27
Çizelge 2.4. Hayvan Gübresi ve Kompost	28
Çizelge 2.5. Bazı Hayvan Atıklarının Özellikleri	29
Çizelge 3.1. Denemede Kullanılan Materyalin Özellikleri	30
Çizelge 3.2. Gübre Separatörüne İlişkin Teknik Özellikler	32
Çizelge 3.3. GK 3000-2 Kompost Makinasına İlişkin Teknik Özellikler	33
Çizelge 3.4. Deneme Alanı İli İklim Verileri	33
Çizelge 3.5. Denemeye İlişkin Karıştırma/Havalandırma Tarihleri	35
Çizelge 4.1. Sıcaklık Değişimi ve Standart Hataları	40
Çizelge 4.2. Nem içeriği ve Standart Hataları	41
Çizelge 4.3. Besin Madde İçeriği ve Standart Hataları	48
Çizelge 4.4. Son Ürün Özelliği Olarak C/N Oranı Değerleri	49
Çizelge.4.5. Organik Madde Miktarındaki Toplam Azalma (%)	50
Çizelge 4.6. Organik Madde Değişimi ve Standart Hataları	50

## SİMGELER DİZİNİ

### Kısaltmalar

S	: Karıştırma işlemi uygulanmamış namlu
TK	: Haftada bir kez karıştırılmış namlu
YK	: İki haftada 1 kez karıştırılmış namlu
HP	: Ham protein
SD	: Sıcaklık değişimi
Na	: Sodyum
P	: Fosfor
K	: Potasyum
C/N	: Karbon Azot Oranı

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Genel

Son yıllardaki endüstriyel gelişmeler, çevresel atık problemini de beraberinde getirmiştir. Çevresel atıkların (endüstriyel, evsel ve tarımsal) yok edilmesi veya değerlendirilmesi, günümüz toplumları için kaçınılmaz hale gelmiştir. Bunlar, Tekirdağ iline ait katı atıklar; ayçekirdeği ve kanola işleme atıkları, meyve ve sebze atıkları, hayvan gübresi, şehirsal atıklar, atık su arıtma çamurları, mezbaha atıkları olarak sıralanabilir. Birçok gelişmiş ülkede katı atıklar, kompost oluşturma işlemi ile yararlı, kullanılabilir ve ekonomik ürünlere dönüştürülmektedir. Ancak ülkemizde ne yeterli sayıda büyük ölçekli kompost tesisi ne de yeterli sayıda kompost yapım işlemi konusunda araştırma bulunmaktadır. Bunun yanında var olan büyük ölçekli kompost tesislerinin de ekonomik olarak işletildiği söylenemez. Bu sistemlerin ekonomik olarak işletilmesi hem yatırımcı hem de üretici açısından çok önemlidir.

Geri kazanım metodlarından biri olan kompost oluşturma, dünyada yaygın olarak kullanılan bir metod olmasına rağmen ülkemizde bu konudaki bilgi yetersizliğinden dolayı yeterince rağbet görmemiştir. Ayrıca Avrupa Birliği üyeliğine aday olan ülkemizde, entegre atık yönetimi sistemi içerisinde kompost oluşturma da içinde bulunduğu tüm biyolojik arıtım metodlarının yaygın olarak kullanımının sağlanması oldukça önemlidir. Çünkü Avrupa Birliği atık mevzuatı, biyobozunur atıkların herhangi bir biyolojik arıtıma tabi tutulmadan doğrudan depolama sahalarında depolanmasına kısıtlama getirmektedir (1999/31/EC).

Endüstri ve teknoloji alanında meydana gelen hızlı gelişmelerin bir sonucu olarak "Atık Yönetimi" terimi de günlük lisanımıza yerleşmiş ve daha yeni bir terim olan "Entegre Atık Yönetimi" tanımı da kullanılmaya başlanmıştır. Entegre Atık Yönetiminin temel prensibi atık oluşumunun önlenmesi, oluşumu önlenemeyen atıkların kaynağında azaltılması, oluşan atıkların mümkün olan en yüksek oranda yeniden kullanımı, geri dönüşümü ve geri kazanılması, değerlendirilemeyen atıkların ise çevre dostu yöntemlerle nihai bertarafının sağlanmasıdır. Entegre atık yönetiminin temel bileşeni olan geri kazanım, çevre kirliliğini uzun vadede azaltmanın kaçınılmaz yoludur (Turgut 2001).

Son yıllarda sosyo-ekonomik nedenlerle kırsal alandan büyük şehirlere olan göçler yeni kurulan yerleşim birimlerinin tarım alanlarına doğru kaymasına neden olmaktadır. Nüfus yoğunluğunun artmasına paralel olarak büyük şehirlerin çevresinde kurulan hayvancılık

işletmelerinin sayısında da hızlı bir artış göze çarpmaktadır (Olgun ve ark. 2005). Bu durumda, Büyükbaş Hayvan çiftliklerinde gün geçtikçe depolanması ve taşınması güç olan hayvan gübresi bir sorun haline gelmektedir. Bu sorunu ortadan kaldırmak ve tamamen atıl durumdaki parasal değeri olmayan hayvan gübresini kazanca çevrilebilmesi için, kompost üretimi bir alternatif üretim olmuştur (Polat ve ark. 2005).

Kompost üretimi, evsel atıklar için uygun bir bertaraf yöntemi olmakla birlikte, ülkemizin bir diğer atık problemi olan hayvan atıklarının değerlendirilmesi için de kullanılabilir ucuz ve basit bir yöntemdir. Hayvan atıkları, insanlık tarihi boyunca gübre ve yakıt olarak kullanılmıştır. Bununla birlikte gerekli önlemler alınmadan yapılan bu türdeki geri kazanım faaliyetleri ciddi çevre kirliliklerine sebep olmaktadır. Öyle ki hayvan atıklarından kaynaklanan çevre sorunları, bazı endüstriyel atıklar nedeniyle oluşan problemler kadar zararlı olabilmektedir. Özellikle yüzey sularının alıcı ortama deşarjı, tarımdan dönen sular ve hayvan atıklarının nihai depolama alanı olarak kullanılan araziler su kirliliğinin başlıca kaynakları olarak ortaya çıkmaktadır (TÜBiTAK-MAM 2001).

Kompost yapımı yeni bir teknoloji değildir. Doğu kültürlerinde kompost yapımı ve tarımda kullanılmasının tarımın tarihiyle paralel olduğu düşünülmektedir. Çin'in nehir deltalarında kompost uygulamalarıyla yüksek nüfusa rağmen toprak verimliliği 4000 yıl boyunca sürdürülebilmiştir. Batı'da kompost yapımına ilgi Amerika Tarım Bölümünden Prof. F.H. King'in Uzak Doğu'ya sürekli ziyaretlerinden oluşan birikimini kitaplaştırmasıyla başlamıştır. Daha sonra İngiliz Sir Albert Howard bu kitaptan yola çıkarak İndore metodunu geliştirmiştir. İyi bir kompostun tek kaynaktan materyal yerine değişik organik atıkların karışımıyla elde edilebileceğini belirtmiştir (Kara 2002).

Amerika'da, 18. ve 19. yy'dan beri kompost gübre kullanılmaktadır. 20. yy'da maddelerin ve mekanik teçhizatların seçiminin nasıl yapılması gerektiği ve farklı kompost yapımı metotları (sıralı yığın, yığınlar, kapalı reaktörde vs.) hakkında bilimsel ilkeler belirlenmiştir. Kompost yapımı önemini yitirmiş ve atık yönetimi esas sorun olmaktan çıkmıştır. Şimdi ise çevre bilinci arttığı için kompost tekrar popüler olmaya başlamıştır (Öztürk ve ark. 2005). Avrupa Birliği Atıklarla İlgili Kararname biyolojik olarak ayrışabilen şehir atıklarının %65 azaltılmasını amaçlayarak kompost yapımını teşvik etmiş, özel sektörü de özendirmiştir.

Ülkemizde ise henüz gerek iş kolu olarak gerekse yaptırım ve pratik uygulamalar açısından konu yeterli yayılma düzeyine gelememiştir. Türkiye'de, çiftlik gübre üretimine ilişkin olarak kesin değerler bulunmamaktadır. Özellikle koyun ve besi sığırı işletmelerinde

hayvanların yılın bir bölümünde merada bulunmaları nedeniyle bu dönemlerde açığa çıkan gübrenin biriktirilmesi mümkün olamamaktadır. Hayvanların barınak içerisinde buldukları dönem ve hayvan varlığı göz önüne alındığında, yılda ortalama 82 milyon ton gübre açığa çıkmaktadır. Bunun %81 gibi büyük bir kısmı büyükbaş hayvan ve tavuk yetiştiriciliği işletmelerinden elde edilmektedir. Bu gübrenin %75 inin tezek haline getirilerek kırsal alanlarda yakıt olarak kullanıldığı dikkate alındığında ülkemizde elde edilen gübrenin ancak % 25 gibi bir kısmı kompost üretimde değerlendirilmektedir (Polat ve Olgun 2005).

Trakya Bölgesi büyükbaş hayvan varlığı Çizelge 1.1’de gösterilmiştir (DİE 2007/2008).

Çizelge 1.1. Trakya bölgesi büyükbaş hayvan varlığı

Trakya Bölgesi Hayvan Varlığı		
İller	2007 Yılı	2008 Yılı
Edirne	144.755	152.206
Kırklareli	112.969	107.660
Tekirdağ	132.377	132.848
<b>TOPLAM</b>	<b>390.101</b>	<b>392.714</b>

Trakya bölgesindeki büyükbaş hayvan varlığı yaklaşık 392 bin adettir. Buna göre tahmini yıllık gübre üretimi de Çizelge 1.2.’de verilmiştir.

Çizelge 1.2. Trakya bölgesi büyükbaş hayvan yıllık gübre üretimi

Yıl	Büyükbaş Hayvan Sayısı	Yıllık Gübre Üretimi (ton/yıl)
2007	390.101	2.340.606
2008	392.714	2.356.284

Çizelge 1.2' den de görüldüğü gibi sadece Trakya Bölgesindeki gübre üretimi 2008 yılı verilerine göre tahmini olarak 2.4 bin tondur. Bir büyükbaş hayvanın günlük gübre üretiminin 40-60 l/gün veya 1.2-1.8 m<sup>3</sup>/ay olduğu düşünülürse ortaya büyük rakamlar çıkmaktadır. İşletmenin büyümesi ve hayvan sayısının artışına bağlı olarak atık miktarı da artış göstermektedir.

Hayvan dışkısı, yüksek miktarda azot içerdiğinden koku problemine yol açmaktadır. Stabil hale gelmeden kullanımı mümkün olamamaktadır. Mevcut gübre ise genellikle barınak dışarısında ve açıkta depolanmaktadır. Depolama sürenin altı ay olmasında durumunda gübre besin madde içeriğinin yarısını kaybettiği bilinmektedir (Yaldız 1996). Sektörün mevcut durumu göz önünde bulundurulduğunda, düşük yatırım ve işletme maliyeti ile dikkati çeken kompost oluşturma yoluyla atıkların sorun olmaktan çıkarılıp, kazanç getiren hayvansal bir ürün haline dönüştürülmektedir.

Ülkemizdeki gübre fabrikalarının toplam üretim kapasiteleri gübre tüketimimize yetecek düzeyde olmasına rağmen, gübre fabrikalarının bazı ekonomik nedenlerle (enerji-ham madde-maliyet) tam üretim kapasitesi ile çalışmayıp, ortalama % 60 kapasite ile çalışmalarını ham madde ithalatı yerine, gübre ithal edilerek ülkemizin gübre ihtiyacı karşılanmaktadır (Çolakoğlu ve ark. 2004).

Gübre üretiminde çeşitliliğinin artırılmasına özel bir önemin gösterilmesine gerek vardır. Özellikle kompost gübrelere olan talep artışı bu konuda çalışmaların yoğunlaştırılmasını gerekli kılmaktadır (Kaplan 1999).

Kompost üretmek ve kullanmak doğal sistemlerin kaynak tabanını ve fonksiyonelliğini korumak, tarım sistemlerinin temeli toprağın sürdürülebilirliğini ve verimini sağlamak, yerleşim sistemlerinin en büyük çevresel problemi olan çöp sorununa çözüm üretmek demektir. Ekonomik, doğaya dost ve verim artırıcı olan kompostun birçok gelişme ortamına alternatif ya da destek olabilecek bir materyal olarak ilerde gittikçe önem kazanacağı göz önünde bulundurulması gereken diğer yönüdür ( www.tedgem.gov.tr).

Verimliliğin geliştirilmesinde de en etkin yollardan birisinin doğru gübre kullanımı olduğu bilinen bir gerçektir. Gübrelerin verimlilik artışındaki payı koşullara göre değişse de, genel olarak % 50 civarında olduğu ifade edilmektedir (Aydeniz 1992). Yurtsever ve Ülgen (1992), Türkiye koşullarında yaptıkları bir hesaplamayla 1990 yılı fiyatları dikkate alındığında gübreleme için yapılan masrafın aynı yılın sonunda yaklaşık 10.5 kat olarak geri döndüğünü bildirmişlerdir. Bu hesaplamalar gübreleme yoluyla yapılan yatırımın çok karlı ve alternatifsiz olduğu gerçeğini açıkça ortaya koymaktadır. Bu ekonomik kazanç yanında, gıda

üretimi bakımından ülkemizin kendi kendine yeterliliğinin sağlayacağı stratejik ve sosyal yararları rakamlarla ifade etmek mümkün değildir. Bu ölçülerde önemli olan gübre kullanımı devletçe de desteklenmiş ve bunun sonucu olarak da gübre tüketim düzeyimiz hızla artarak bu günkü seviyelere ulaşmıştır ( Kaplan 1999).

Kompost yapımının ve kompost kullanımının gübre işlemeyi kolaylaştırıcı ve çevre kirliliğini önleyici yararları bulunmaktadır. Patojen ve zararlı ot kaynaklarını tahrip eden işlem doğru yönetilirse en az koku oluşumu ile daha sağlıklı çalışma ortamı sağlanmaktadır (Öztürk ve ark. 2005).

Organik artıkların havalı şartlarda mikrobiyal parçalanmaya (çürümeye) tabi tutularak, bitki besin elementleri ihtiva eden organik madde bakımından zengin, sağlık yönünden zararsız olan, humus görünümünde stabil haldeki son ürününe kompost denmektedir (Erdin 1981). Ortamda ki oksijen azaldıkça aerobik bozulma yavaşlamakta ve eğer oksijen sağlanmazsa işlem durmaktadır. Kompost oluşumunun sağlanabilmesi için havalandırmanın sürekli yapılması gerekmektedir. Eğer oksijen veya hava kaynağı sınırlıysa kompost işlemi yavaş olarak gerçekleşmektedir. Kompost yığınının gözenek boşluklarında ki oksijen yoğunluğunun en az %5 olması gerekmektedir (havada %21 O<sub>2</sub>).

Havalandırma işlemi, oksijen sağlamanın yanında kompost içindeki ısı, su buharı ve diğer gazlarını da gidermektedir. Hangi sıklıkla ve ne kadar havalandırmanın gerektiği ise sıcaklığa göre belirlenmektedir. Nem içeriğini azaltmak için gereken havalandırma, oksijen sağlamak için gereken havalandırma miktarından fazla ama ısı giderimi için gerekli havalandırma oranından azdır.

Havalandırma; pasif hava değişimi (doğal ısı yayılımı ve difüzyon), basınçlı havalandırma (üfleyici/fan) ve mekanik karıştırma ile yapılabilmektedir. Ancak bu oksijen hemen tüketildiğinden pasif veya basınçlı hava hareketi ile yeniden oksijen sağlanmalıdır. İyi bir havalandırma için döndürme işleminin uygulanması gereklidir. Bu işlem ile yığında ki gözenek boşlukları arttırılarak havanın yığın içinde kolayca hareket etmesi sağlanmaktadır (Öztürk ve ark. 2005).

Günümüzde kompost, çiftçilerin dikkatini daha çok çekmektedir. Bunun nedeni, gübrenin hayvansal bir atık olmaktan çıkıp, hayvansal bir ürün haline getirilmesidir. Üreticinin kazanç sağlayacak bir ürün elde etmesinin yanı sıra koku problemlerinin olmaması, çevre kirliliğine neden olmaması, çalışma ortamının daha sağlıklı olması gibi birçok yararını da gündeme getirmektedir.

2001 yılında Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezine yaptırılan “Kümes ve Ahır Gübrelерinin Geri Kazanılması, Değerlendirilmesi ve Bertarafı Etüd Projesi” ile hayvancılığın yoğun olduğu Kayseri, Manyas ve Çorum pilot bölge olarak tespit edilmiş ve bu bölgelerde çiftliklerden kaynaklanan atıkların havasız çürütme, kompostlama ve gazlaştırma prosesleri ile bertarafı için fizibilite çalışmaları gerçekleştirilmiş ve her bir bölge için en uygun bertaraf yöntemi belirlenmiştir.

Tekirdağ ilinde de, hayvancılıktan dolayı meydana gelen atık, kompost oluşturma teknolojisi ile yararlı, kullanılabilir, ekonomik ve çevre dostu bir ürün olan komposta dönüştürülebilir. Bölgede, hayvan gübresi, tarım sektörünün önemli bir atığıdır ve çevresel risk (hava kirliliği, toprak kirliliği, su kirliliği vb.) taşımaktadır.

Kompost üretimiyle kolay erişilebilir hayvansal atıkların hiçbir katkı maddesi ilave edilmeden, daha etkin bir biçimde stabilize edilip, standartlara uygun, besin madde içeriği yüksek hayvansal ürün elde edilerek, ülkemizdeki hayvancılık sektörünün çevresel etkilerini azaltmaya yönelik çalışmalara katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

Bu çalışmada, kompost üretiminde uygulanan susuzlaştırma ve karıştırma yöntemleri incelenerek, kompost oluşumunda farklı karıştırma uygulamalarının kompost oluşum süresine ve besin madde içeriğine etkilerinin saptanmasına çalışılmıştır.

Çalışmanın amacı, uygulanan farklı karıştırma sayılarının kompost gübre kalitesi üzerine etkilerini belirlemektir. Kompost gübre yapımında uygulanan farklı sistemler incelenerek; karıştırma (havalandırma) işleminin kompost kalite özelliklerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. İşletmeden alınan gübre örneklerinde (C:N oranı), fosfor ve potasyum içerikleri, ham protein, kuru madde içeriği analizi yapılmıştır. Kompost oluşumunda karıştırma işlemi ile sağlanan havanın kompost üzerindeki etkileri tartışılmıştır.

## 1.2. Hayvan Atıklarının Değerlendirme Yöntemleri

Hayvan atıklarının değerlendirilmesinde çok çeşitli yöntemler kullanılabilir.

**a) Susuzlaştırma yöntemi:** En basit yöntem susuzlaştırmadır. Susuzlaştırma işlemi, mekanik kurutucular vasıtasıyla ya da güneş enerjisi yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Bu yöntem oldukça basit ve ucuz bir yöntem olmakla birlikte kontrollü bir sistem olmadığından hem proses sırasında koku emisyonu oluşmakta, hem de yüksek miktarda azot kaybından dolayı oluşan ürünün besin-madde içeriği oldukça düşüktür.



**b) Oksijenli kompost oluşturma yöntemi:** Kompost oluşturmada sıcaklık 70°C'ye kadar çıkabildiğinden hayvan atıkları gibi patojen organizmaların yok edilmesi sağlanabilmektedir (Kehheler vd. 2002). Susuzlaştırmadan sonra en basit ve ucuz yöntemdir.

**c) Oksijensiz kompost oluşturma yöntemi (Biogaz):** Hayvan atıklarının bertarafı için uygun diğer bir yöntemdir. Dünya üzerinde özellikle in'de pek çok biyogaz tesisi bulunmaktadır. in'deki biyogaz tesisi sayısı 7.000.000'dur ki bu rakam tüm dünyadaki tesislerin %80'ine tekabül etmektedir. Bu tesislerde hammadde olarak hayvan atıkları kullanılmaktadır.

**d) Direkt yakma yöntemi:** Diğer bir bertaraf yöntemi ise direkt yakmadır. Atığın su içeriği kalorifik değerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle bir yakma tesisinde atığın su içeriğinin fazla olması istenmez. Bir yakma tesisinde kalorifik değerden sonra dikkat edilmesi gereken hususlar, yakma sonucu oluşacak külün bertarafı, yakma sırasında oluşacak emisyonların yönetimidir. Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda yakma tesisinin de, biyogaz tesisi gibi yatırım ve işletme maliyetinin oldukça yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

### **1.3. Hayvan Atıklarına İlişkin Mevzuat**

#### **1.3.1. AB mevzuatı**

3 Mayıs 2000 tarih ve 2000/532/EC sayılı Avrupa Atık Kataloguna ilişkin Komisyon Karar metninde hayvan atıkları "02-Tarım, Bahçecilik, Su rnleri Yetiştiriciliği, Ormancılık, Avcılık ve Balığcılık Faaliyetlerinden Kaynaklanan Atıklar" başlığı altındaki 020106 kodlu "hayvan dışkısı, idrarı ve gübresi (altlık dahil olmak üzere)" kapsamında değerlendirilmektedir.

3 Ekim 2002 tarih ve 1774/2002 sayılı "İnsanlar Tarafından Tüketimi Uygun Olmayan Hayvan Yan rnlerine İlişkin Kurallar" başlıklı Konsey Tüzüğüne göre hayvan atıkları 2. kategoride değerlendirilmekte ve kompost ya da biyogaz tesislerinde bertarafı öngörülmektedir.

#### **1.3.2. Ulusal mevzuat**

Ülkemizde doğrudan hayvan atıklarının kaynağında toplanması, taşınması, geri kazanımı ve nihai bertarafına ilişkin esaslara yönelik bir mevzuat bulunmamaktadır. Bu tür

atıkların yönetimi ile ilgili olarak, tüm atıkları kapsayan 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun 8. Maddesinde belirtilen "her türlü atık ve artığı, çevreye zarar verecek şekilde, ilgili yönetmeliklerde belirlenen standartlara ve yöntemlere aykırı olarak doğrudan ve dolaylı biçimde alıcı ortama vermek, depolamak, taşımak, uzaklaştırmak ve benzeri faaliyetlerde bulunmak yasaktır." hükmü yer almaktadır.

14 Mart 1991 tarih ve 20814 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği"nde belirtilen tanımlar çerçevesinde gerek katı atık tanımı, gerekse evsel atık tanımı bu tür atıkları kapsamamakta olup, söz konusu yönetmelik hükümlerinin uygulanması mümkün değildir.

7 Ekim 2004 tarih ve 25606 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Endüstriyel Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği"nin "Kirlletici Vasfı Yüksek Tesisler İçin Özel Emisyon Sınırları" başlıklı 43. Maddesinde, "T-Ondokuzuncu Grup Tesisler" sınıfında "Kümesler, Ahırlar ve Kesimhaneler" kısmı bulunmaktadır. Aynı maddede hayvan atıkları ile ilgili olarak "Katı dışkıları için sınırlara karşı geçirgen olmayan bir depolama platformu yapılmalı ve depolamadan kaynaklanarak çevreyi rahatsız edecek sorunlar (koku, sinek vs.) giderilmelidir" ve "Sıvı ve katı dışkı depolama kapasitesi temel olarak üç aylık miktar dikkate alınarak belirlenmelidir. Bu maddelerin değerlendirilme yerleri ve süreleri ile kompostlama, kurutma veya atık gaz tesisleri gibi uygun tesislerde işleme tabi tutulma durumu dikkate alınarak, emisyon izni veren yetkili merci tarafından bu süre artırılabilir veya azaltılabilir." ifadeleri yer almaktadır. Ayrıca yine aynı maddede hayvan atıklarından kaynaklanan amonyakla ilgili olarak "Tesisin kuruluşunda kural olarak azota karşı hassasiyeti bulunan bitkiler (örneğin fidanlıklar, kültür bitkileri) ve ekolojik sistemlerle (örneğin fundalık, bataklık, orman) arasındaki mesafesi asgari 150 m olmalıdır." ifadesi bulunmaktadır. Yine "Ondokuzuncu Grup Tesisler" başlığı altında yer alan "Gübre (Tezek) Kurutma Tesisleri" ile ilgili olarak "Koku oluşması beklenen depolama sahaları da dahil işleme tesisleri kapalı odalar içine yerleştirilmeli; işletme tesislerinin atık gazları ile içerideki hava toplanmalı ve bir atık gaz temizleme tesisine beslenmelidir." denilmektedir.

31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Su Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği"nin 6. maddesinin (b) bendine göre; "Organik Atıklar" alıcı su ortamlarında evsel, endüstriyel, tarımsal, deniz trafiği ve benzeri kaynaklardan dolayı kirlenmeye neden olan başlıca etkenler ve problemler grubu içerisinde yer almaktadır.

31.05.2005 tarih ve 25831 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği"nin 15. maddesinin (b) bendine göre; Çevre ve

Orman Bakanlığının koordinasyonunda Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, mahallin en büyük mülki idare amirliği ve belediyeler, stabilize edilmiş hayvan gübrelerinin gübreleme amacıyla kullanılmasına ilişkin özendirici faaliyetlerde bulunmakla yükümlüdür.

Tarım ve Köyişleri Bakanlığının 05 Mart 2004 tarih ve 25393 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren “Hayvancılık İşletmelerinin Kuruluş, Çalışma, Denetleme Usul ve Esaslarına Dair Yönetmeliği”nin 5. maddesinin (d) bendine göre ise bu tür atıkların yönetimi ile ilgili olarak “Oluşan katı, sıvı atık ve artıkların çevre ve toplum sağlığına zarar vermeden hijyenik şartlara uygun bir şekilde ilgili mevzuat hükümlerine göre izole, bertaraf ve tahliyesini sağlayacak sistemin bulunması” gerektiği hükmü yer almaktadır.

Ayrıca 16 Aralık 2003 tarih ve 25318 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği’ne göre “Kümes ve Ahır Gübrelerinin Geri Kazanılması ve Bertaraf Edilmesine Yönelik Tesisler”, seçme eleme kriterleri uygulanacak projeler arasında yer almaktadır. Buna göre bu türde bir tesis kurmak isteyen proje sahibi Proje Tanıtım Dosyası hazırlayarak ilgili makamlara sunmalıdır.

Tüm bu ulusal mevzuatımız ve Avrupa Birliği mevzuatı uyum çalışmaları sonucunda ülkemizde hayvan atıklarının yönetimi ve kompostlaştırmaya ilişkin mevzuat ihtiyacı gündeme gelmiştir. Çevre ve Orman Bakanlığı Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığınca başlatılmış olan mevzuat çalışmaları henüz çok yeni olmakla birlikte önümüzdeki yıl çalışmaların tamamlanarak söz konusu mevzuatın yürürlüğe girmesi planlanmaktadır.

#### **1.4. Kompost Oluşturma Metotları**

Kompost oluşturma teknolojileri pasif yığın, karıştırmalı yığın, havalandırmalı yığın ve kapalı (reaktör) kompost oluşturma olmak üzere dört grupta incelenmektedir.

##### **1.4.1. Pasif yığın metodu**

Pasif yığın metodunda, atık karışımı yığın halinde serilmektedir (Şekil 1.1). Yığın, serbest hava boşluğunun arttırılması amacıyla periyodik olarak çevirmek suretiyle karıştırılabilir. Havalandırma, havanın pasif olarak yığın içerisine hareketiyle sağlanır. Bu sebeple yığının pasif hava akımına izin verecek kadar küçük olması gerekmektedir. Ayrıca atık karışımı da hava akışını kolaylaştıracak boşluklu yapıda olmalıdır. Pasif yığın metodu

düşük iş gücü ve ekipman gideriyle özellikle yaprakların kompost oluşumunda kullanılmaktadır.

Pasif havalandırma yapıldığı için bazen küçük bölgelerde anaerobik şartlar gözlenebilmekte ve buna bağlı olarak az da olsa koku problemleriyle karşılaşılabilir.



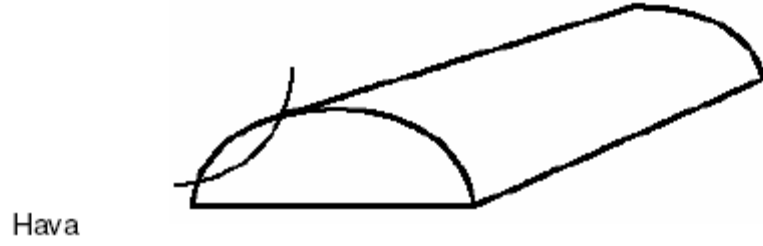
Şekil 1.1. Pasif yığın metodu

#### 1.4.2. Karıştırmalı yığın metodu

Karıştırmalı yığın metodunda atıklar, uzun kümeler halinde ve düzenli olarak çevrilerek havalandırılmaktadır. Çevirme işlemi yığın karıştırma makinesi yardımıyla gerçekleştirilmektedir (Şekil 1.2).

Karıştırmalı yığın metodunda atık yığınları için hazırlanmış holler bulunmaktadır. Yığın karıştırma makinesi ile hole yığınlar halinde serilmiş olan atık toplanıp bir sonraki yığına serilerek havalandırılmaktadır.

Karıştırmalı yığın metodunda yığınların şekli ve boyutu iklime, ekipmana ve atık türüne göre farklılık göstermektedir. Genellikle 1.5-3 metre yüksekliğinde, 4.5-6 metre genişliğindedir. Küçük kümelerde sıcaklık kaybı fazla olurken, büyük kümelerde anaerobik bölgeler ve koku problemi gözlenebilmektedir. Karıştırmalı yığın metodunda havalandırma pasif yığınlardaki gibidir. Atık yığınının çevrilmesi ile havalandırmanın yanı sıra malzemenin karışması, parçalanması, homojenizasyonu, ısı, su buharı ve gazların uzaklaştırılması da sağlanmaktadır. Havalandırma, mikrobiyal aktivitenin ve sıcaklık artışının oldukça yüksek olduğu prosesin başlangıcı safhasında daha sık tekrarlanmaktadır.

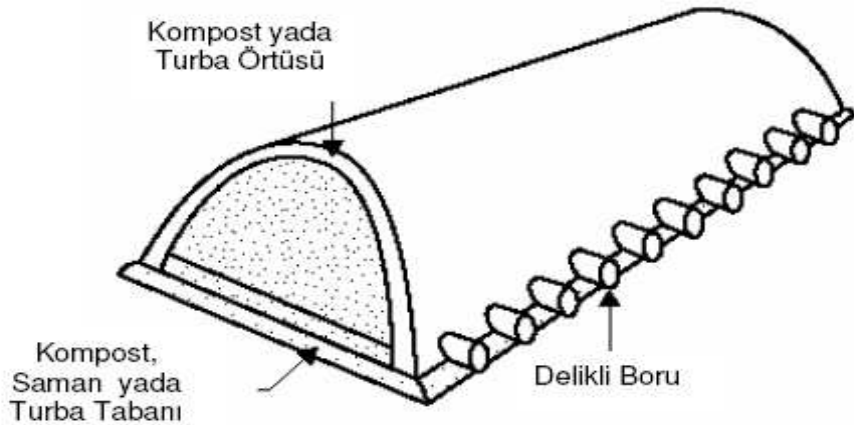


Şekil 1.2. Karıştırmalı yığın metodu

### 1.4.3. Pasif havalandırmalı statik yığın

Pasif havalandırmalı statik yığınlar, atık yığının alt tabakasında gömülü bulunan delikli borulardan havanın yığına pasif hareketiyle sağlanır. Bu metodu yığın metodundan ayıran diğer bir özellik de yığın yapısında alt ve üst tabakaların bulunmasıdır (Şekil 1.3). Turba, yosun, saman ya da komposttan oluşan gözenekli yapıya sahip alt tabaka, havanın yığın içerisinde dağılmasını sağlamaktadır. Turba, yosun ya da komposttan oluşan üst örtünün ise pek çok fonksiyonu vardır. Bu malzemelerin koku emisyonuna sebep olan molekülleri tutması kokunun azalmasına sebep olmaktadır. Ayrıca üst örtü sinekleri uzaklaştırmakta, nem ve amonyak kaybını önlemektedir.

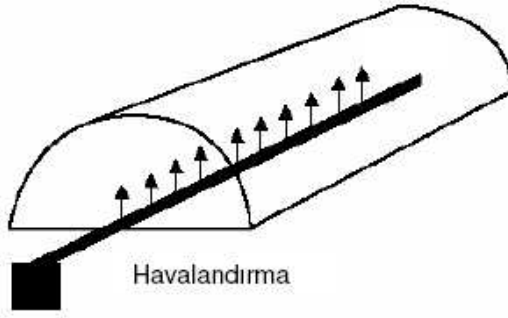
Pasif havalandırmalı metotta, yığın yüksekliği karıştırmalı yığın metodundakinden daha alçak olmalıdır. Optimum yükseklik 0.9-1.2 metre, genişlik ise 3 metredir.



Şekil 1.3. Pasif havalandırmalı statik yığın

#### 1.4.4. Aktif havalandırmalı statik yığın

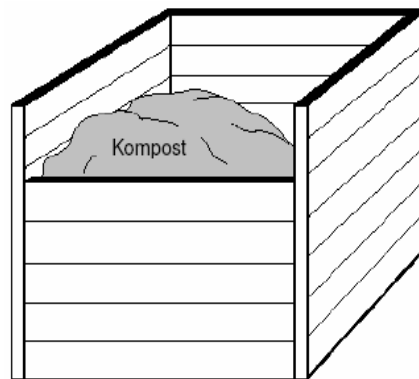
Havalandırmalı statik yığın ile pasif havalandırmalı statik yığın arasındaki temel farklılık havalandırmalı statik yığında pozitif basınçla yığının içine hava üfleyen ya da yığından havayı emen bir sistemin bulunmasıdır.



Şekil 1.4. Havalandırmalı statik yığın

#### 1.4.5. Kapalı (Reaktör) kompost oluşturma

Kutuda kompost oluşturmada, üstü açık olsun ya da olmasın ağaç sandıklar veya kutular kullanılarak (Şekil 1.5) yapılabildiği gibi silolarda veya kapalı kompost makinası içerisinde yapılabilmektedir.



Şekil 1.5. Kutuda kompost oluşturma

## **1.5. Kompost Oluşturma İşlemine Etki Eden Parametreler**

### **1.5.1. Oksijen ve havalandırma**

Oksijen, kompost oluşumunu havasız çürütme yönteminden farklı kılan operasyon parametresidir. Oksijen, mikroorganizmaların solunum ve metabolik aktivitelerinin anahtar elementidir (Tchobanoglous and Kreith 2002). Kompost oluşturmada kütledeki oksijen konsantrasyonunun %5-15 aralığında olması gerekmektedir (Arıkan 2003).

Havalandırma işlemleri, oksijen sağlamanın yanında kompost içinde hapsolan ısı, su buharı ve diğler gazları gidermektedir.

### **1.5.2. Besin maddeleri**

Kompost oluşturmadaki mikroorganizmalar için C, N, P ve K gibi besin maddeleri yeterli miktarda gereklidir. N, P ve K bitkiler için birincil besin maddeleridir. Bu yüzden bunların miktarı kompostun kalitesini belirlemektedir. Dolayısıyla prosesin başarısı yeterli besin maddesinin bulunmasına bağıdır.

Gübre, bitki kalıntıları ve besin atıkları içeren organik maddelerin çoğı bol miktarda besin maddesi içermektedir. Tüm biyolojik sistemlerde olduğı gibi kompost oluşturmada da besin maddeleri, biyolojik bozunmada mikrobiyolojik sentezin sağlanabilmesi için gereklidir.

### **1.5.3. C:N Oranı**

C:N oranı kompost karışımını formüle etmede yol gösterici olmasına rağmen karbon bileşiklerinin bozunma oranının dikkate alınması gerekir. Bu orandaki değışim de, sıcaklık gibi mikroorganizma faaliyetinin göstergesidir.

Kompost yapılabilen maddeler içinde bulunan azotun büyük bir kısmı biyolojik olarak kullanılabilir şekilde iken, karbonun bir kısmı biyolojik parçalanmaya dirençli olan bileşiklere bağılı olabilmektedir. C/N oranının düşük olduğı durumlarda fazla miktardaki azot amonyağına dönüşerek ortamdaki ayrılmaktadır. Bu durumda hem koku emisyonu artmakta hem de son ürünün besin madde içeriğı azalmaktadır. Oranın yüksek olması durumunda ise ortamdaki

yeterli azot olmadığından sıcaklık normalin altında seyretmekte, reaksiyon hızı düşmektedir (Topkaya 2004).

C/N oranı kompost oluşum süresince azalmaktadır. Bu sırada karbon belirli bir hızda enerji kaynağı olarak kullanılırken, azot daha düşük hızda hücre sentezinde görev almaktadır.

#### **1.5.4. Nem İçeriği**

Nem içeriği, mikroorganizmaların aktivitesi açısından oldukça önemlidir ve kompost oluşturma sürecinin temelidir. Besin maddelerinin, asimile edilebilmeleri için öncelikle su içerisinde çözülmüş durumda olmaları gerekmektedir. Organik madde içindeki nem içeriğinin %15'in altına düştüğünde biyolojik aktivite tamamen durmaktadır. Uygulamada kompost maddesinin nem içeriğinin %40-65 gibi daha dar bir aralıkta tutulması gerekmektedir.

Boşlukların tamamen su ile dolması durumunda oksijen transferi büyük ölçüde kısıtlanmakta ve aerobik kompost oluşturmada, sabit karıştırmanın olmadığı durumlarda imkansız hale gelmektedir. Karışımın nem içeriği çok düşük seviyelere indiğinde ise, mikroorganizmalar tarafından enerji kaynağı olarak kullanılan organik maddeler çözülmüş durumda olmadığından kompost verimi düşmektedir.

Nem içeriği genelde kompost oluşum süreci ilerledikçe düştüğünden, başlangıçtaki nem içeriği %40'dan büyük olmalıdır. Birçok kompost karışımında çok kuru maddelerin nem içeriği %50-60'e iyileştirmek amacıyla çok nemli maddelerle karıştırılmaktadır. Bazen yaprak gibi kuru maddeler ve su doğrudan eklenmektedir.

Kompost yapmada, nem içeriğinin %40-65 arasında olması tavsiye edilmektedir. Nem içeriğinin kabul edilebilir üst sınırı, ham maddenin porozite ve emiciliğine bağlıdır. Fazla gözenekli maddeler çok sıkıştırılmış (yoğun) maddelerden daha nemli olmaktadır. Hızlı kompostlama için emiciliği yüksek maddelerin karışımlarının nem içeriği %40'dan fazla olmalıdır.

Arıkan (2003), kompost oluşturma için optimum nem içeriğini % 50-60 (maksimum % 70) olarak ifade etmiştir. Hamoda ve ark. (1998) ise, başlangıç nem içeriği %45, %60 ve %75 olan belediyesel katı atıklarla yaptığı kapalı kompost oluşturma çalışmasında, optimum bozunmayı %60 nem içeriği ile sağlamıştır.



Nem miktarının kompost süresince değişimi çoğunlukla sıcaklık ve havalandırma hızına bağlıdır. Kompost oluşturma süreci sonunda olgunlaşmış kompostun nem içeriği, Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'ne göre %50'yi geçmemelidir.

#### **1.5.5. Porozite, serbest hava boşluğu, yapı, kıvam ve partikül boyutu**

Porozite, yapı ve kıvam; partikül boyutu, biçim ve yoğunluk kompostun fiziksel özellikleri ile ilgilidir. Bu parametreler kompost işleminde havalandırmayı etkilemektedir.

Optimum partikül boyutunun tespitinde seçilen kompost oluşturma teknolojisi de önemlidir. Mekanik karıştırma ve suni havalandırma yapılan tesislerde, atıklar parçalandıktan sonra tane boyutunun 1.25 cm. kadar, doğal havalandırmalı statik küme ve yığınlarda tane boyutu 5 cm'den daha az olması önerilmektedir (Arıkan 2003).

#### **1.5.6. Karıştırma**

Üniform yapıyı sağlamak için gereklidir. İyi karıştırmanın yapıldığı durumlarda havalandırma etkinlik kazanmaktadır. Mekanik havalandırmalı sistemlerde karıştırma yapılmadığında gönderilen hava materyal içerisinde hep aynı doğrultuyu takip etmek suretiyle materyali terk edebilir. Böylece materyal içerisinde yer yer anaerobik bozunma gözlenebilir.

Ayrıca karıştırma ile kompost içerisinde sıcaklığın, besin maddelerinin, mikroorganizmaların dengeli olarak dağılması ve dolayısıyla organik madde bozunma hızının artması sağlanmaktadır.

#### **1.5.7. pH**

Her mikroorganizma türünün yüksek derecede büyüme ve aktivite gösterdiği bir sıcaklık aralığı olduğu gibi pH aralığı da vardır. pH'ın 6,5-8 arasında olması istenir ama işlemin doğal tamponlama yeteneği daha geniş bir aralıkta çalışmayı mümkün kılmaktadır. Kompost yapma pH 4,5 ile 5 arasında etkin bir şekilde ilerlemektedir (Haug 1993).

#### **1.5.8. Sıcaklık**

Kompost oluşturmaya etkileyen en önemli parametrelerden biri olan sıcaklık, mikroorganizma faaliyetinin bir göstergesidir (Tchobanoglous and Kreith 2002).

Prosesin başlangıcında kompost kütlesinin sıcaklığı atmosfer sıcaklığına eşit yada yakinken, organik maddelerin bozunması esnasında açığa çıkan ısının etkisiyle sıcaklık yükselmektedir. Sıcaklığın yükselmesi kompostun patojenlerden arınması ve hijyenik kalitesi açısından önemlidir. Kompostlaştırılacak atık patojen mikroorganizma içeriyorsa en az 55° C sıcaklıkta ve en az 3 gün süreyle tutulması önerilmektedir (Altınbaş 2000).

Kompost oluşturma için optimum sıcaklığın saptanması oldukça zordur. Literatürde farklı özellikteki atık türleri için optimum kompost oluşturma sıcaklığının tespitine yönelik pek çok çalışmaya rastlamak mümkündür. Bununla birlikte maksimum bozunma için optimum başlangıç sıcaklığının 40° C olması gerektiği belirtilmektedir (Hamoda et al 1998).

Kompost oluşumu mezofilik (10-40°C) ve termofilik (>40°C) sıcaklıklarda gerçekleşmektedir. Kompost, sıcaklığın 43-65 °C arasında muhafaza edilmesini tavsiye etmektedir. Daha fazla patojeni, yabancı ot kaynaklarını ve uçan larvaları yok ettiğinden dolayı termofilik sıcaklıklar daha uygundur. Yönetmeliklerde insanlara zararlı patojenler için kritik sıcaklık 55 °C olarak belirlenmiştir. Bu sıcaklıkta patojenlerin çoğu ölmektedir. Yabancı ot kaynakları için kritik sıcaklık ise 63 °C'dir. Farklı mikroorganizmaların dayandığı maksimum sıcaklıklar Çizelge 1.3 'de gösterilmektedir.

Çizelge 1.3. Kompost yapma işleminde görev yapan mikroorganizmalar için optimum sıcaklıklar

<b>Mikroorganizma çeşidi</b>	<b>Optimal sıcaklık</b>
Bakteriler	15-60 °C
Mantarlar	20-30 °C
Aktinomizetler	30-40/50-55 °C
Protozoolar	40 °C

### 1.5.9. Süre

Ham maddenin kompostta dönüşmesi için gereken sürenin uzunluğu; kullanılan madde, sıcaklık, nem, havalandırma sıklığı ve kullanıcının istekleri gibi birçok değişkene bağlıdır. Uygun nem içeriği, C:N oranı ve sıkça havalandırma mümkün olan en kısa kompost yapma süresini sağlar. Yetersiz nem, yüksek C:N oranı, düşük sıcaklık, yetersiz havalandırma, büyük

partiküller ve ortamda yüksek miktarda dayanıklı maddenin (odun kökenli maddeler) olması kompost yapma işlemini yavaşlatan koşullardır. Gereken kompost oluşum süresi değişmektedir. Kompostun tamamıyla stabil olması istenmiyorsa bu süre kısadır.

## 1.6. Kompost Kalitesi

Kompost kalitesinin ile ilgili parametreler; ağır metal içeriği, besin madde içeriği ve bitki gelişim kapasitesi, patojen mikroorganizma varlığı, fiziksel ve kimyasal kompozisyonu (tane boyutu, pH, çözümlü tuzlar, yabancı maddeler vb.) ve canlı yabancı ot tohum varlığıdır.

Ülkemizde, kompostun toprakta kullanılabilmesi için gerekli standartlar, 31.05.2005 tarih ve 25831 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği”nin 14. Maddesinde belirtilmektedir. Buna göre;

- a) C/N oranının 35 den daha büyük olması halinde kompost reaksiyonunun optimum şartlarda cereyan edebilmesi için reaktörde kompostta azot beslemesinin yapılması,
- b) Kompostun, organik madde içeriğinin kuru maddenin en az % 35 i oranında olması,
- c) Piyasaya sürülen kompostun nem içeriğinin % 50’ yi geçmemesi,
- d) Piyasaya sürülen kompost içinde, cam, cüruf, metal, plastik, lastik, deri gibi seçilebilir maddelerin toplam ağırlığın % 2 sini geçmemesi,
- e) Üretilen kompostun ağır metal içeriği, en az altı aylık aralarla, içerdiği kurşun, kadmiyum, krom, bakır, nikel, civa ve çinko yönünden analizlerinin yapılması,
- f) Kompostun kullanılacağı toprağın, on iki ayda bir belgelendirilmesi,
- g) Toprak ve kompost numunelerinin usulüne ve tekniğine uygun olarak alınması ve tüm kütleyi temsil edici olması,
- h) Toprak analizleri sonucu, topraktaki ağır metal içeriklerinin belirlenen değerleri aşması halinde söz konusu toprakta kompostun kullanılmaması,
- ı) Kompostun toprakta 10 yıllık ortalama esas alınarak her yıl uygulanması halinde, ağır metaller itibari ile toprağa verilen yükün belirtilen değerleri aşmaması gerekmektedir.

Kompost kalitesi ve kullanılabilirliği açısından en önemli parametre, ağır metal içeriğidir. Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği’nin toprakta on yıllık ortalama esas alınarak bir yılda verilmesine müsaade edilecek ağır metal yükü sınır değerleri ise Çizelge 1.4’deki gibidir.

Çizelge 1.4. Toprakta on yıllık ortalama esas alınarak bir yılda verilebilecek ağır metal yükü sınır değerleri

Ağır Metal (Toplam)	Sınır yük değeri (gr/da/yıl Kuru maddede)
Kurşun	1500
Kadmiyum	15
Krom	1500
Bakır	1200
Nikel	300
Çinko	3000
Civa	10

Bunun yanı sıra Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'na hazırlanarak 04.05.2004 tarih ve 25452 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral, Özel, Mikrobiyal ve Enzim İçerikli Organik Gübreler ile Toprak Düzenleyicilerin Üretimi, İthalatı, İhracatı, Piyasaya Arzı ve Denetimine Dair Yönetmelik"ın 5. Maddesi'ne göre yönetmelik kapsamında yer alan tüm ürünlerin ağır metal sınır içerikleri aşağıda verilen değerleri aşmamalıdır.

Çizelge 1.5. Ağır metal sınır değerleri

Parametre	Sınır Değeri (mg/kg Kuru madde)
Kadmiyum (Cd)	3
Bakır (Cu)	450
Nikel (Ni)	120
Kurşun (Pb)	150
Çinko (Zn)	1100
Civa (Hg)	5
Krom (Cr)	270

Olgunlaşmış kompostun nütrient içeriği de kompostun kalitesi ve pazar durumu açısından oldukça önemlidir. Çizelge 1.6'da kompostta olması gereken majör elementlerin konsantrasyon aralığı verilmektedir (Hoitink and Keener, 1992).

Çizelge 1.6. Olgunlaşmış kompostta majör elementlerin konsantrasyonları

Element	Kompozisyon Aralığı (%), kuru bazda
Organik madde	25-80
Karbon	8-35
Azot	0.4-3.5
Fosfor	0.1-1.6
Potasyum	0.4-1.6
Kalsiyum	0.5-1.1
Kül	20-75

Kompost içerisindeki patojenlerin toprakta, bitkilerde ve çevre üzerinde olumsuz etkilerini en aza indirilebilmesi ve yabancı ot tohumlarının inaktif hale gelmesi biyolojik işlem sırasında oluşan sıcaklığa ve bu sıcaklıkta materyalin bekleme süresine bağlıdır. Bu nedenle birçok ülke biyolojik işlem sırasında oluşması gereken sıcaklığı ve bu sıcaklıkta materyalin bekleme süresini kalite kriterleri içerisinde dahil etmiştir (Topkaya 2004).

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Kompost

Kompost; organik atıkların ayrışması sonucu toprak benzeri bir maddeye dönüşmesi olarak tanımlanabilir. Kompost yapımı ise organik atıkların biyolojik olarak parçalanabilen kısmının geri kazanılması ve yeniden değerlendirilmesidir. Kompost yapımı ile toprak iyileştirici özelliği ve gübre değeri yüksek olan bir ürün elde edilmektedir (Akkoyun ve ark. 2002, Kara 2002).

Kompost gübre, biyolojik arıtma tesisinin çamuru, yaprak, kağıt ve yiyecek atıkları gibi organik maddelerin mikroorganizmalar vasıtasıyla kompost adı verilen toprağımsı bir yapıya dönüştürüldüğü biyolojik bir işlemdir. Kompost oluşumunda sadece şartlar kontrol altına alınarak organik maddelerin daha hızlı çürümesi sağlanmaktadır (Bildik ve ark. 2005).

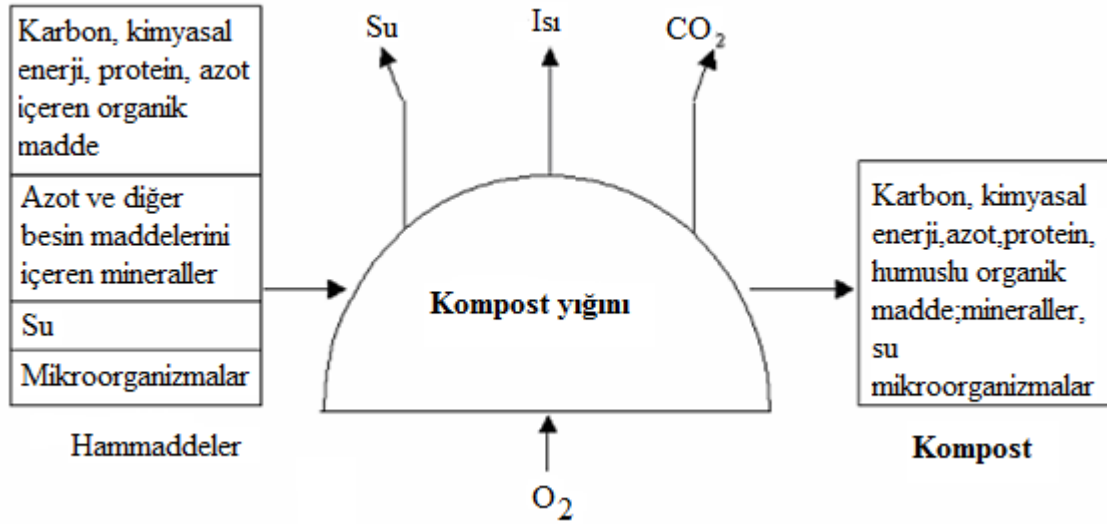
Kompost oluşum süresince, işlem süreci doğru yönetilirse en az düzeyde koku oluşmaktadır. Bu da, insan sağlığı ve hayvan sağlığı açısından daha iyi çalışma koşulları oluşturmaktadır. Kompost, elde edildiği ham maddelerden farklı özelliktedir. Koku oluşturmaz, işlenmesi kolaydır ve uzun süre depolanabilmektedir (Öztürk 2005).

Kompost oluşturma, 14.03.1991 tarih ve 20814 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği”nde, “organik esaslı katı atıkların oksijenli veya oksijensiz ortamda ayrıştırılması suretiyle toprak iyileştirici madde üretilmesi” olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte bazı kaynaklarda kompost oluşturma, yalnızca oksijen varlığında bozunma olarak belirtilmiştir. Epstein (1997), kompost oluşturma sürecini, “kontrollü aerobik şartlar altında organik maddelerin dekompozisyonu” olarak tanımlamış, organik maddelerin anareobik dekompozisyonunu ise “fermentasyon” olarak adlandırmıştır. Benzer bir tanımlama Avrupa Komisyonunca hazırlanan “Biyoatık Direktifi”nin Şubat 2001’de yayınlanan 2. taslak metninde de yer almaktadır. Kompost oluşturma, organik maddelerin kontrollü çevresel şartlar altında mikroorganizma faaliyeti ile biyolojik olarak ayrıştırılması işlemidir. İşlem sonucunda humusa benzeyen, stabil ve toprak şartlandırıcısı olarak kullanabilen kompost, son ürün olarak elde edilmektedir (Erdim 2003).

Kompost yapım işlemi sırasında mikroorganizmalar organik materyal ayrıştırırken oksijen kullanmaktadır. Aktif kompost oluşumu sırasında önemli ölçüde ısı, karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve su buharı (H<sub>2</sub>O) üretilmektedir. Kompost oluşturmada biyokimyasal

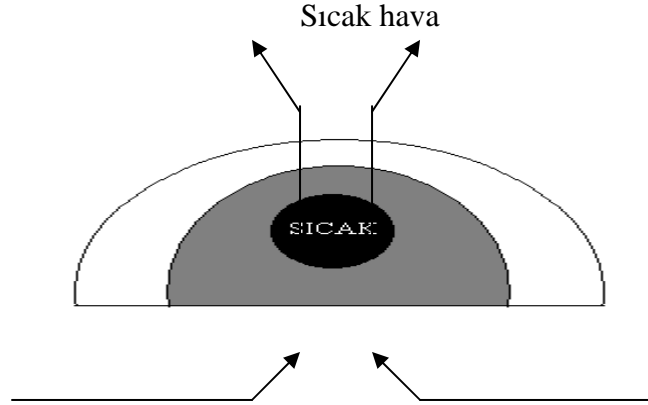
reaksiyonun gerçekleşebilmesi için mikroorganizmalar  $O_2$ 'yi kullanarak ısı enerjisi üretilmektedir. Üretilen ısı enerjisi ortamdaki suyu buharlaştırarak uzaklaştırmakta ve kompost materyalinin yavaş yavaş kurumasını sağlamaktadır (Keener vd. 2000).

Oksijenli kompost oluşturma sürecinde karbon, azot ve diğer besin elementleri içeren organik maddeler, aerobik mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılmakta ve karbondioksit, ısı, su ve kompost oluşmaktadır. Sonuç olarak kompost oluşumunda fazla miktarda ısı ve karbon dioksit ( $CO_2$ ) ve su buharı havaya karışmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Oksijenli kompost oluşumu

Ortamdaki oksijen azaldıkça aerobik bozunma yavaşlar ve eğer oksijen sağlanmazsa işlem durmaktadır. Ortama oksijen vermek için havalandırmanın sürekli yapılması gerekmektedir. Havalandırma; pasif hava değişimi (doğal ısı yayılımı ve difüzyon) veya basınçlı havalandırma (üfleyici/fan) ile yapılmaktadır. İyi bir havalandırma için döndürme gereklidir. Bu işlem ile yığında ki gözenek boşlukları onarılmakta ve böylece hava yığının içinde kolayca hareket etmektedir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Bir kompost sıralı yığımında veya yığında doğal(pasif) hava hareketi

Oksijensiz kompost oluşturmada ise organik maddeler oksijensiz ortamda mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılmaktadır. Proses asit oluşumu ve metan oluşumu olmak üzere iki kademe gerçekleşmektedir (Öztürk 2003).

Kompost oluşum süreci, fiziksel, biyolojik ve kimyasal bir işlem olduğundan etkili birçok faktör bulunmaktadır. Özellikle bu faktörlerden; sıcaklık, havalandırma, nem kontrolü, yığın yüksekliği, başlangıç nemi ve organik materyale ait kinetik parametreler kompost işleminin ekonomik olarak yürütülmesinde büyük öneme sahiptirler. Kompost üreten işletmelerin ekonomik olarak işletilmesi için kompost yapımına etki eden bu faktörlerin optimum noktada olması gerekmektedir (Haug 1993, Rynk 1992).

Kontrollü koşullarda kompost oluşturma işlemi dört aşamadan meydana gelmektedir (Şekil 2.3) (Chen ve Inbar 1993).

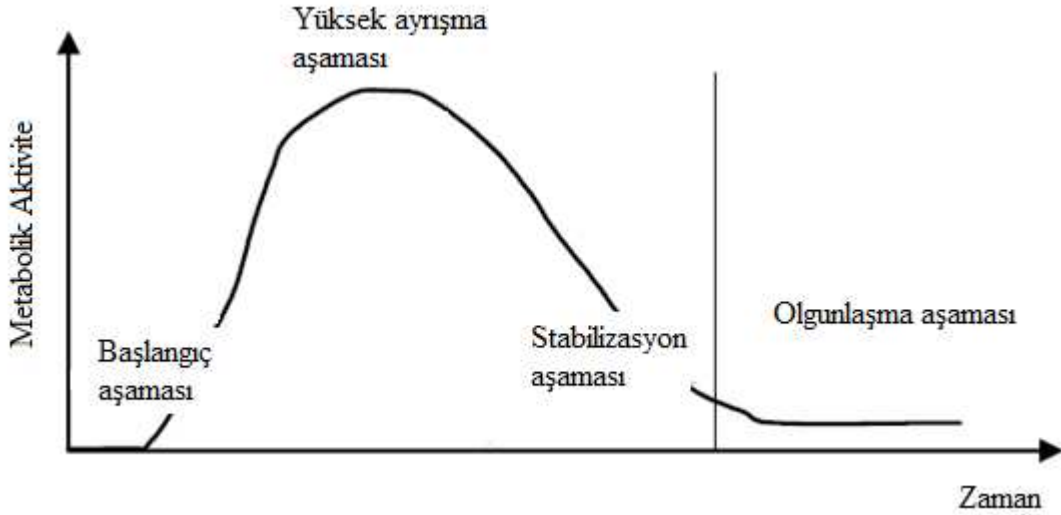
**1) Başlangıç aşaması:** Bu aşama 1-3 gün sürmektedir. Basit şeker, nişasta ve protein gibi bileşikler mezofilik mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılmaktadır. Sıcaklık hızlı bir şekilde yükselmektedir.

**2) Yüksek ayrışma aşaması:** Bu aşama 10-100 gün sürmektedir. Yağlar, hemiselüloz, selüloz, ve bazı ligninler termofilik mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılmaktadır. Sıcaklık 40 °C nin üzerine çıkarak ve bu aşamada patojenik mikroorganizmalar yok edilmektedir. Oksijen tüketimi ve CO<sub>2</sub> üretimi en yüksek noktaya çıkmaktadır.

**3) Stabilizasyon aşaması:** Bu aşama da 10-100 gün sürmektedir. Hemiselüloz, selüloz, ve bazı ligninler ayrışmaya devam ederek ve sıcaklık düşmektedir.



4) **Olgunlaşma aşamasında**, mezofilik mikroorganizmalar yeniden koloni oluşturmaktadır. Olgunlaşma aşaması en az 1 ay, genellikle 3-6 ay sürmektedir. Herhangi bir aşamanın süresi, kompostlaştırılacak organik materyal, karbon/azot oranı (C/N oranı), parçacık büyüklüğü, karıştırma sıklığı ve diğer birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir.



Şekil 2.3. Kompost oluşturma işleminin aşamaları (Keener vd. 2000).

Kompost oluşum süreci, değişik mikrofloraların birbirini izlemesi olarak da tanımlanabilmektedir. Prosesin başlangıcında mezofilik mikroflora, 40-70° C arasında termofilik mikroflora, sıcaklık düşmeye başladığında ikinci mezofilik mikroflora ve son olarak olgunlaşma mikroflorası gözlenmektedir. Bu şekilde birbirini izleyen farklı mikrofloralar organik kirleticilerin bozunmasında önemli rol oynamaktadır (Houot et al. 2001).

Kompost oluşturma prosesi sırasında gözlenen düşük, orta ve yüksek sıcaklıkların sırasıyla psikofilik, mezofilik ve termofilik mikroorganizmaların büyüme sıcaklıkları olduğunu belirtilmiştir (Cooperband 2002).

Sıcaklık aralıkları şu şekildedir:

Psikofilik Mikroflora ( < 10°C )

Mezofilik Mikroflora ( 10°C - 40°C )

Termofilik Mikroflora ( > 40°C )

Yüksek miktardaki fosfor ise su kaynaklarına karışarak algler tarafından organik fosfora dönüştürülmektedir. Organik formdaki fosforun mikroorganizmalar tarafından parçalanmasıyla yer altı ve yer üstü su kaynaklarındaki oksijen miktarı düşmektedir. Bunun sonucu olarak da su kaynaklarında canlı ölümleri gerçekleşmektedir (Kurunç ve Karaman 2004).

## 2.2. Kompost Oluşturma İşlemine Etki Eden Parametreler

Öztürk ve ark. 2005' e göre başarılı bir kompost oluşturmada etkili olan başlıca parametreler oksijen ve havalandırma; besi maddeleri; (C:N oranı); nem; porozite, serbest hava boşluğu, yapı, kıvam ve partikül boyutu, karıştırma, pH, sıcaklık ve süre'dir. Hızlı bir kompost oluşumu için istenen koşullar Çizelge 2.1 de ifade edilmiştir

Çizelge 2.1. Hızlı kompostlama için tavsiye edilen koşullar

Parametre	Makul aralık <sup>a</sup>	Tavsiye edilen aralık
Karbon azot oranı (C:N)	20:1-40:1	25:1-30:1
Nem içeriği	%40-65	%50-60
Oksijen konsantrasyonu	>%5	>>%5
Partikül boyutu (cm çap)	0,32-1,27	Değişir
pH	5,5-9,0	6,5-8,0
Sıcaklık (°C)	43-65	54-60

Kompost oluşumu mikroorganizmaların büyümesi için uygun koşullar sağlandığında ve bu koşullar muhafaza edildiğinde çok hızlı gerçekleşmektedir. Kompost oluşum hızı ve bitmiş kompostun kalitesi ham maddelerin seçimi ve karışımına bağlıdır.

Külcü ve Yıldız (2004)'e göre, Zirai atıklar üzerine yapılan bir çalışmada hava 0.1 L hava/dakika/kg organik madde, 0.2 L hava/dakika/kg organik madde, 0.4 L hava/dakika/kg organik madde ve 0.8 L hava/dakika/kg organik madde olmak üzere dört farklı hızda kompost

reaktörlerine verilmiş ve en yüksek organik madde ayrışmasının 0.4 L hava/dakika/kg organik madde havalandırma hızında gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Epstien (1997). Pek çok araştırmacı tarafından yapılan benzer çalışmalar sonucunda sıcaklığın artmasıyla mikrobiyal aktivite arttığından oksijen tüketim hızının da arttığı tespit edilmiştir. 20° C sıcaklıkta oksijen tüketim hızı 2 mg O<sub>2</sub>/g UKM-saat iken sıcaklık 60° C'ye çıktığında oksijen tüketim hızı 6 mg O<sub>2</sub>/g UKM-saate yükselmiştir.

Karbon, enerji üretilmek üzere oksitlenmekte ve hücrel bileşenleri sentezlemek üzere kullanılmakta, azot ise protoplazma, protein ve aminoasitlerin önemli bir bileşenidir. Azot yokluğunda hiçbir organizma büyüme ve çoğalma aktivitelerini gerçekleştiremez. Kalsiyumun işlevi pH değişikliklerine karşı tampon oluşturması, fosforun işlevi ise enerji depolaması ve protoplazma sentezinde görev almasıdır (Tchobanoglous and Kreith 2002).

Karbon içeriğinin tespiti için laboratuvarında yapılan analizlerin sonuçları ile formül sonucu karşılaştırıldığında %2-10 aralığında hataya rastlandığı bildirilmektedir (Haug 1993).

Golueke'ye göre, kompost oluşturma için ideal teorik su miktarının %100 olması gerekmektedir. Çünkü ancak bu koşullar altında biyolojik bozunma, herhangi bir limitasyon olmaksızın gerçekleşebilmektedir (Hamoda et al. 1998).

Diaz et al. (1993), su içeriği %8-12'nin altına düştüğünde mikrobiyal aktivitenin tamamen durduğunu, pratikte %40 su içeriğinin altına düşülmemesi gerektiğini belirtmiştir. Öztürk (2005) ise kompost oluşturmada optimum su içeriğini %40-65 aralığı olarak bildirmiştir.

Herhangi bir atık için optimum su içeriği, minimum serbest hava boşluğunun korunması ile ilişkilidir. Su seviyesi, biyolojik bozunmanın yeterince hızlı olmasını sağlayacak, ancak aynı zamanda serbest hava boşluklarını yok etmeyecek kadar yüksek olmalıdır. Su tutma özelliği malzemenin yapısal özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Genellikle daha lifli ve kırılgen malzemeler, daha çok su tutarken aynı hava boşluğunu muhafaza edebilmektedir (Haug 1993).

Çizelge 2.2' te çeşitli atıkların kompost yapılabilmesi için gerekli maksimum su içerikleri verilmiştir.

Çizelge 2.2. Çeşitli atıkların kompost yapılabilmesi için gerekli maksimum nem içerikleri

Atık türü	Nem içeriği (%)
Saman	75-85
Talaş	75-90
Evsel atıklar	55-65
Hayvan gübresi	55-65

Bununla beraber pH 5,5 veya 9'da nötralde (pH=7) olduğundan daha az etkilidir. Bu aralık pek çok bakteri için 6.0- 7.5, mantarlar için ise 5.5-8.0 olarak verilmektedir (Tchobanoglous and Kreith 2002).

Mosher ve Anderson'ın yaptıkları çalışmalar sonucunda 20°C'nin altındaki sıcaklıklarda prosesin çok yavaşladığını hatta durduğunu, Miller'ın ise 60 °C'nin üzerindeki sıcaklıkların, mikrobiyolojik aktiviteyi zayıflattığını tespit ettikleri bilinmektedir. C/N değeri ile kompost oluşturma süresi doğru orantılıdır. Nihai C/N değerinin başlangıçtaki C/N değerine oranının 0.49-0.85 olması beklenir. Ancak kesin bir gösterge değildir. Proses sonunda C/N oranının 20'den az olması istenmektedir (Tosun 2003)

Kompost içerisindeki patojenlerin toprakta, bitkilerde ve çevre üzerinde olumsuz etkilerini en aza indirilebilmesi ve yabancı ot tohumlarının inaktif hale gelmesi biyolojik işlem sırasında oluşan sıcaklığa ve bu sıcaklıkta materyalin bekleme süresine bağlıdır. Bu nedenle birçok ülke biyolojik işlem sırasında oluşması gereken sıcaklığı ve bu sıcaklıkta materyalin bekleme süresini kalite kriterleri içerisinde dahil etmiştir (Topkaya 2004).

Çizelge 2.3'te çiftlikte kompost yapımında kullanılan ham maddeler gösterilmiştir (Bildik ve ark. 2005).

### Çizelge 2.3. Çiftlik kompost yapımında yaygın olarak kullanılan ham maddeler

Ağaç kabuğu	Çiftlik hayvanlarının dışkıları
Karton	Kağıt fabrikalarından kaynaklanan atıklar
Sığır gübresi	Çürümüş yosun
Mahsul atıkları	Kümes hayvanlarının dışkıları
Gübre ve üre	Testere ve rende talaşı
Bitmiş kompost	Yosun ve diğer su bitkileri
Balık işlemlerinden kaynaklanan atıklar	Septik ve pissu çamurları
Yiyecek imalatından kaynaklanan atıklar	Mezbaha ve et paketleme atıkları
Sebze ve meyve atıkları	Saman ve kuru ot
Çimen kırıntıları	Saman
At dışkısı	Domuz dışkısı
Yapraklar	Tahta tozu
Kireç	Odun yongaları
Gazete	

### 2.3. Hayvan Gübresi

Vuorinen ve Saharinen (1997), süt sığırı gübresi ve arpa samanı karışımını, sürekli tambur kompostlaştırma sisteminde dört seri halinde kompostlaştırma işlemini yürütmüşlerdir. Deney, aktif ve üç ay süren stabilizasyon aşamasından oluşmaktadır. Kompostlaştırma süresince C/N oranı 22.6-28.5 den 12.7-13.6 ya kadar düşmüştür. Yaklaşık olarak 7 günlük aktif kompostlaştırma periyodunda başlangıç toplam karbon içeriğinin %11-27 lik kısmı azalırken, tüm kompostlaştırma süresince ise %63-66 azalma kaydedilmiştir. Araştırmacılar toplam N de ise %13-23 ile %23-37 azalma bildirmişlerdir.

Tiquia ve Tam (2001), tavuk gübresi ile ağaç rende talaşı, besi atıkları ve tüy karışımı havalandırılmalı statik yığın sisteminde kompostlaştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre; tavuk gübresinin Cu, Zn, P, K ve NO<sub>x</sub>-N içeriklerinde göreceli olarak artış gözlenirken; mikrobiyel populasyon, C, OM ve suda çözünebilir Cu, Zn, ve NH<sub>4</sub>-N içeriklerinde azalma kaydedilmiştir. Araştırmada yığın sıcaklıklarının ortam sıcaklıklarına ulaşması kompostlaştırma işleminin 128. gününde gerçekleştiği bildirilmiştir.

Zhang ve He (2005), domuz gübresinin değişik oranları ile am talaşının birlikte kompostlaştırılmasını incelemişlerdir. Araştırmacılar kompostlaştırma işleminin de çeşitli fiziko-kimyasal parametreleri (yığın sıcaklığı, pH, elektriksel iletkenlik (EC, nem içeriği, toplam organik madde, toplam azot ve toplam fosfor) incelemişlerdir. Domuz gübresi karışıma %0-20-30 ve 40 oranlarında karıştırılmıştır. Ayrıca her karışıma %5 miktarında çay atığı ve yine % 5 bahçe atıkları ilave edilmiştir. 29 günlük kompostlaştırma süresinin 12. gününde ise karıştırma yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, % 30 domuz gübresi içeren karışımın (C/N=40) fiziki-kimyasal özelliklerine göre (EC=642  $\mu$ s/cm, OM=%81.05, TN=1, TP=0.67) daha uygun olduğu belirlenmiştir.

(Akkoyun ve ark. 2002) Kompost ile ahır gübresinin içerikleri izelge 2.4.' te gösterilmiştir.

Çizelge 2.4. Hayvan gübresi ve kompost

	Kompost (%)	Ahır gübresi (%)
Nem	10.8	76
Organik madde	39.0	16
Kül	59.8	10
Azot	0.93	0.5
Fosfor	0.58	0.25
Potasyum	0.21	0.52

Kullanılan kompost yapım sistemine bağlı olarak, günlük, her 3 veya 4 günde bir, haftalık veya aylık belli periyotlarda karıştırılmaktadır. Oluşan komposttan çok az veya hiç ısı ıkısı gözlenmezse materyal stabilize olmuş demektir ve olgunlaşma aşamasına geçilmektedir (Ekinici ve ark. 2004).

Büyük ve küçükbaş hayvanlarla tavuk ve benzeri kanatlı hayvanların dışkaları hiçbir işleme tabi tutulmadan doğrudan tarımda kullanıldığında, ya da atıl olarak boş alanlarda bekletildiğinden yağmur suları ile taşınarak yeraltı ve yerüstü sularını kirletmektedir. Bu tip atıklar aşırı sinek ve haşere üremesi neden olmaktadır. Yapılan ilaçlanma sonucu pestisitlerin

yeraltı ve yerüstü sularına karışması ile çevre olumsuz yönde etkilenmektedir (Bayındır ve ark. 2004).

Çizelge 2.5 'te görüldüğü gibi, hayvan dışkılarındaki yüksek azotun önemli bir kısmı amonyak formunda buharlaşmakta ve koku emisyonu oluşturarak hava kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca fazla miktardaki azotun toprağa karışmasıyla oluşan nitratın yüzey ve yer altı sularına karışması çevre ve insan sağlığını tehdit etmekte ve çeşitli hastalıklara sebep olmaktadır (EPA 2004).

Çizelge 2.5. Bazı hayvan atıklarının özellikleri

	Nem içeriği (%)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)
Sığır	68	0.7	0.6	0.9
Domuz	75-97	0.1-0.5	0.1-0.3	0.1-0.5
Kümes hayvanı	54	1.6	0.9	0.4

Ekinci vd. (2004), kağıt değirmen atıkları (PS) ile tavuk gübresi (BL) karışımının kompostlaştırılmasında, kompostlaştırma sıcaklığı ve başlangıç kompost neminin ayrışma hızına olan etkilerini araştırmışlardır. Çalışma, 5 farklı kompostlaştırma sıcaklığında (35, 45, 55, 60 ve 65 °C) ve 5 farklı nem değerinde (30, 35, 40, 45 ve 50 % y.b.) yürütülmüştür. Ayrışmanın en yüksek olduğu noktanın 58°C sıcaklıkta ve % 44 nem içeriği seviyesinde ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

Onursal (2006), gül posası ile tavuk gübresi karışımının C/N oranı açısından dengeleyecek karbon (C) kaynağını (saman veya talaş) belirlemek; (2) en iyi C kaynağı belirlemektir. Gül işleme atıklarının tavuk gübresi ile kompostlaştırılmasının başarılı olduğu, karbon kaynağı olarak talaş yerine saman kullanıldığında ayrışmanın daha hızlı gerçekleştiği, benzer biçimde C/N oranının 30 olması durumunda denemeye konu olan diğer C/N oranlarına göre ayrışma oranının daha yüksek olduğu vurgulanmıştır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. MATERYAL

##### 3.1.1. Hayvan gübresi

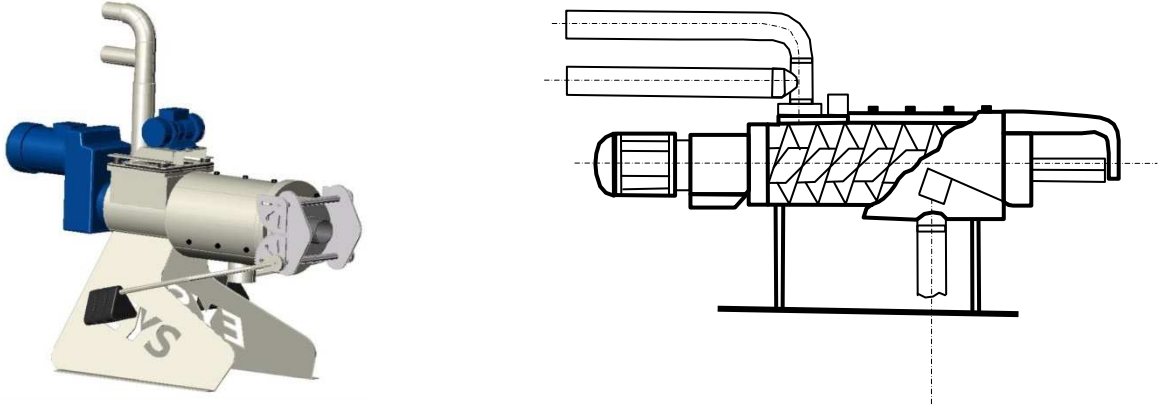
Araştırma Tekirdağ iline bağlı Muratlı ilçesinde faaliyet göstermekte olan özel bir büyükbaş hayvan çiftliğinde yürütülmüştür. Bu işletmede mevcut olan büyükbaş hayvan dışkıları araştırmanın ana materyalini oluşturmaktadır. Çizelge 3.1’de ham gübre (H) ve oluşturulan diğer gübre namlularının ilk başlangıç değerlerine ilişkin özellikler verilmiştir. YK (yarım karıştırma) ve TK (tam karıştırma) grubu başlangıçta aynı gübre materyaline ait olduğundan birlikte verilmiştir. İşletmede mevcut gübre sisteminin şematik şekli Şekil 3.1 de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Ham gübre ve başlangıç gübrelerine ilişkin özellikler

	H	S	YK-TK
C (%)	24.9	26.81	26.6
C/N	25:1	27:1	27:1
Nem içeriği (%)	76	69.8	77.2
Potasyum (mg/kg)	11.4	7.95	6.19
Sodyum (mg/kg)	73.66	72.34	28.30
Fosfor (gr)	66.05	38.31	26.34
HP (%)	10.72	10.28	12.07
Kül (%)	19.3	13.1	13.8
OM(%)	44.83	48.27	47.88







Şekil 3.2. Gübre separatörü

Çizelge 3.2. Gübre separatörüne ilişkin teknik özellikler

Özellikler	Birim	Değer
Toplam uzunluk	(mm)	2070
Toplam yükseklik	(mm)	975
Genişlik	(mm)	525
Ağırlık	(kg)	360
Kapasite	(m <sup>3</sup> /h)	7
Spiral açıklığı	(mm)	160
Spiral uzunluğu	(mm)	800
Denge ağırlığı	(kg)	4 x 1

GK3000-2 kompost Makinası, gübre separatöründen çıkan gübreyi, tamamen alt-üst ederek homojen şekilde karıştırma işlevi gören bir makinedir. Karıştırma (havalandırma) işlemi ile organik reaksiyonlar için maksimum yüzey alanı sağlanarak, organik kompost elde etmek için gerekli süre önemli ölçüde kısaltılmaktadır.

EYS GK3000-2 kompost makinasına ait resim Şekil 3.3' de, teknik özellikler Çizelge 3.3' de verilmiştir.



Şekil 3.3. GK3000-2 Kompost makinası

Çizelge 3.3. GK 3000-2 kompost makinasına ilişkin teknik özellikler

Özellikler	Değer	Birim
Tambur genişliği	mm	3000
Tünel yüksekliği	mm	1800
Max. Yığın ebatları	m	2.5 x 1.5
Min. Traktör gücü	hp	80
Çevirme kapasitesi	m <sup>3</sup> /h	630

Araştırmanın yürütüldüğü zaman içerisinde ait iklimsel veriler Çizelge 3.4. de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Deneme alanı ili iklim verileri

	Eylül	Ekim	Kasım
Ortalama Sıcaklık ( °C )	20.1	16.2	12.4
Ortalama En Yüksek Sıcaklık ( °C )	24.0	21.2	17.1
Ortalama En Düşük Sıcaklık ( °C )	16.2	10.6	5.7
Ortalama Güneşlenme Süresi ( saat )	3.3	6.1	3.9
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	8.0	5.0	8.0
Toplam. Yağış miktarı (mm)	29.5	55.1	39.5
Ort. Rüzgar hızı (m/sec)	2.8	2.7	2.7
Nisbi nem (%)	70.5	75.7	80.2

### 3.2. YÖNTEM

İşletmede gübre separatörü 4 m yükseklikte sabit konumda bulunmaktadır. Gübre (katı+sıvı) pompa aracılı ile separatöre ulaşmaktadır. Gübre içerisinden suyun büyük bölümü ayrılarak sıvı havuzuna aktarılmaktadır. Katı gübre ise separatörün altına yere dökülmektedir. Gübrenin döküldüğü alan düz beton zemin olarak hazırlanmıştır. Gübre, uzun namlular halinde yığılmaktadır. Şekil 3.4 de sıra halinde yığın yapılan gübre şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Gübre namlusu

Büyükbaş hayvan gübresinden kompost yapım aşamasında karıştırma işlemlerinde farklı uygulamalar yapılmıştır.

H: Ham gübre

S: Gübre separatöründen sonra bekletilen gübre

YK: Gübre separatörü + kompost makinası (Az)

TK: Gübre separatörü + kompost makinası (Yoğun-gün aşırı uygulanan karıştırma işlemi) olmak üzere belirlenmiştir.

Her uygulanan yöntem için 1 x 1.5 m uzunluğunda namlular hazırlanmıştır. Namludaki gübreler işlem sürelerine göre traktör kuyruk milinden hareket alan kompost makinası ile karıştırılmıştır. Bu uygulamalarda, kimyasal analizleri için gübrelerden örnekler alınmıştır. Gübre sıcaklıkları ölçülmüştür. Ölçüm işlemleri tüm yöntemlerdeki gübrelerin ideal kompost sıcaklığına düşmesi için gereken değere ulaşana kadar devam ettirilmiştir.

Havalandırma/karıştırma işlemleri YK grubunda 3 (1. ölçüm), 27 (3. ölçüm), 54.(5. ölçüm) ve 76. (7. ölçüm) günlerde yapılmıştır. TK grubu gübrelerde 3, 14, 27, 39, 54, 69 ve 76. günlerde yapılmıştır. Toplam 7 ölçüm (karıştırma işlemi) uygulanmıştır. Birinci karıştırma işleminin uygulandığı zaman dilimi 1. ölçüm, ikinci karıştırmanın uygulandığı zaman dilimi 2. ölçüm olarak ifade edilmiştir. Çizelge 3.5 de gübre karıştırma işleminin uygulama zamanları verilmiştir.

Çizelge 3.5. Denemeye ilişkin karıştırma/havalandırma tarihleri

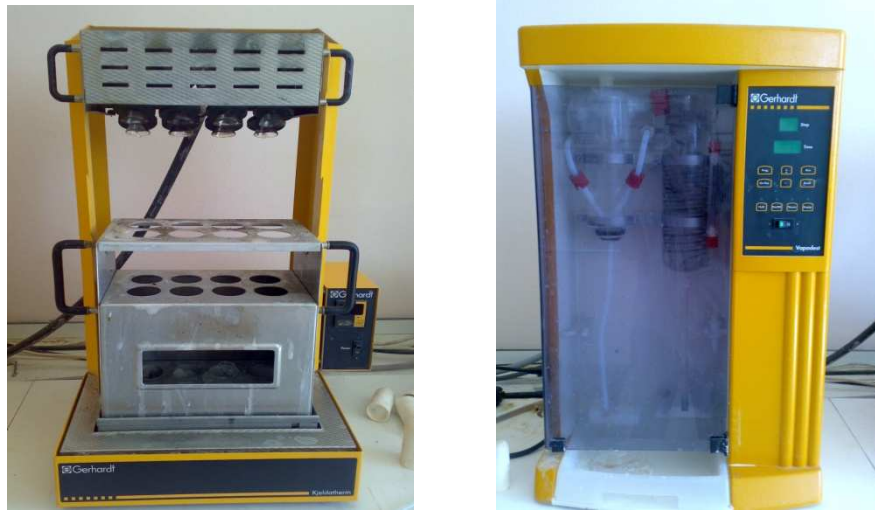
Tarih	YK	TK
24.08.08 (hazırlık)	-	-
27.08.08 (1. ölçüm)	x	x
10.09.08 (2. ölçüm)	-	x
23.09.08 (3. ölçüm)	x	x
05.10.08 (4. ölçüm)		x
20.10.08 (5. ölçüm)	x	x
05.11.08 (6. ölçüm)		x
12.11.08 (7. ölçüm)	x	x

### 3.2.1.Nem içeriği

Örneklerde kuru madde (KM), 103 °C, 24 saat etüvde kurutularak belirlenmiştir (ASAE Standartds 2002).

### 3.2.2.Ham protein içeriği

Toplam nitrojen (T) konsantrasyonu Kjeldhal yöntemine göre, ham protein (HP)  $N \times 6.25$  olarak hesaplanmıştır (AOAC 1990) (Şekil 3.5).



(a) (b)

Şekil 3.5. Kjeldhal cihazı a (yakma), b (distile)

### 3.2.3. Kompost karbon içeriği

Materyalde % C miktarı, % organik madde (OM) değerinden yararlanılarak aşağıdaki formüle göre hesap edilmiştir (Haug 1993).

$$\% C = \% OM / 1.8 \quad (1)$$

### 3.2.4. C/N Oranı

C/N oranı, kompostlaştırma prosesini etkileyen ve proses boyunca takip edilmesi gereken parametrelerden biridir. Bu orandaki değişim de, sıcaklık gibi mikroorganizma faaliyetinin göstergesidir.

### 3.2.5. Kompost kül içeriği ve organik madde miktarı

Kül miktarı ise HITACHI firmasına ait U-2000 model kül fırınında örneklerin kuru yakılması ile (550 °C de 5-6 saat) elde edilmiş (Şekil 3.6) ve bu değerle örneklerin organik madde içeriği aşığıdaki formüllere göre hesaplanmıştır.

$$\text{Kül miktarı (\%)} = B/A \times 100$$

Burada;

A, yakma sonrasındaki örnek ağırlığı

B, yakma sonrasındaki örnek ağırlığı ve;

$$\text{Organik madde(\%)} = 100 - \text{Kül miktarı (\%)}$$



Şekil 3.6. Kül fırını

### 3.2.6. Besin madde analizi

Sodyum (Na), kalsiyum (Ca) ve potasyum (K) analizleri TSE 6181e göre flame fotometre kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Flame photometer

### 3.3.3. Sıcaklık ölçümü

Gübre namlularında sıcaklık ölçümü karıştırma işlem sonrasında ölçülmüştür. Sıcaklık ölçümlerinde Cole Parmer firmasına ait Digi-Sense J-K-T marka termometre kullanılmıştır (Şekil3.8).



Şekil 3.8. Digi-Sense J-K-T termometre

Bu çalışmanın amacı, kompost gübrenin nasıl yapıldığını ve bu süreç içerisinde kompost işlemine etki eden parametrelerin, oluşan kompost gübre kalitesi üzerine etkilerini belirlemektir. Kompost gübre yapımında uygulanan farklı sistemler incelenerek, oksijen, havalandırma; besin maddeleri (C:N oranı); nem; sıcaklık ve sürenin kompost kalite özelliklerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

### 3.3.4. İstatistik analiz

Elde edilen verilerin değerlendirilmesi tamamıyla şansa bağlı deneme planına göre yapılmıştır. Varyans analizi önemli bulunan parametreler için çoklu karşılaştırma testi ile LSD yöntemine göre yapılmıştır. Ayrıca yüzdeler olan parametreler için açı dönüştürme işlemi uygulanmıştır (MINITAB).



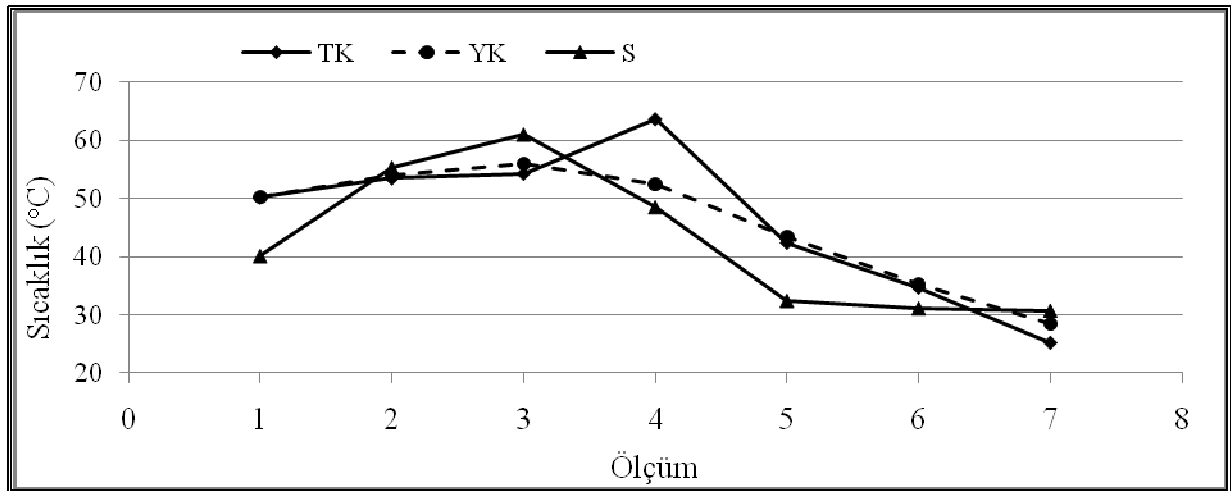
#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Havalandırma/karıştırma işlemleri YK grubunda 3 (1. ölçüm), 27 (3. ölçüm), 54.(5. ölçüm) ve 76. (7. ölçüm) günlerde yapılmıştır. TK grubu gübrelerde 3, 14, 27, 39, 54, 69 ve 76. günlerde yapılmıştır. Toplam 7 kez karıştırma işlemi uygulanmıştır. Birinci karıştırma işleminin uygulandığı zaman dilimi 1. ölçüm, ikinci karıştırmanın uygulandığı zaman dilimi 2. ölçüm olarak ifade edilmiştir.

##### 4.1. Kompost Sıcaklığı

Karıştırma yapıldıktan sonra sıcaklıklar karıştırma öncesi sıcaklık seviyesine hızlı bir şekilde çıkmıştır.

Kompost sıcaklıklarının zamana göre değişimi Şekil 4.1' de verilmiştir. Yöntem ve tekrere bağlı olarak sıcaklık değişimi Çizelge 4.1' de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Zamana göre sıcaklık değişimi

Separatörden çıkan gübre (S), yığınlarının sıcaklığı 45 °C ye ilk 6 saat içinde ulaşmıştır. Sıcaklıklar, karıştırma işleminin uygulandığı yarım karıştırma (YK) ve tam karıştırma (TK) gübre yığınlarında ise sıcaklık değerinde azalma kaydedilmiştir.

Mosher ve Anderson'ın yaptıkları çalışmalar sonucunda 20 °C'nin altındaki sıcaklıklarda prosesin çok yavaşladığını hatta durduğunu, Miller'ın ise 60 °C'nin üzerindeki sıcaklıkların, mikrobiyolojik aktiviteyi zayıflattığını tespit ettikleri bilinmektedir. Haug,

yüksek sıcaklığın düşürülmesi için havalandırmanın artırılmasını veya karıştırma işleminin sıklaştırılmasını önermektedir (Erdim 2003, Haug 1993).

Çizelge 4.1.Sıcaklık değişimi ve standart hataları

	S	YK	TK
Yöntem	51.10 ±5.23 a	52.50 ±8.27 a	31.14 ±3.49 b

a,b\*;Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

Uygulanan yöntemler arasında yapılan varyans analizi sonucunda, denemelerde ölçülen sıcaklık değerleri bakımından istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmuştur ( $P<0.05$ )\*. Yöntemler arasında yapılan çoklu karşılaştırma testine göre yöntemler arasında fark % 95 seviyesinde önemli olmuştur. TK yöntemi, yani karıştırmanın yoğun olarak uygulandığı yöntemde gübre sıcaklık değerleri S ve YK gruplarından farklılık göstermiştir. Karıştırma uygulamalarının yoğun yapılması sıcaklık değişimi üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

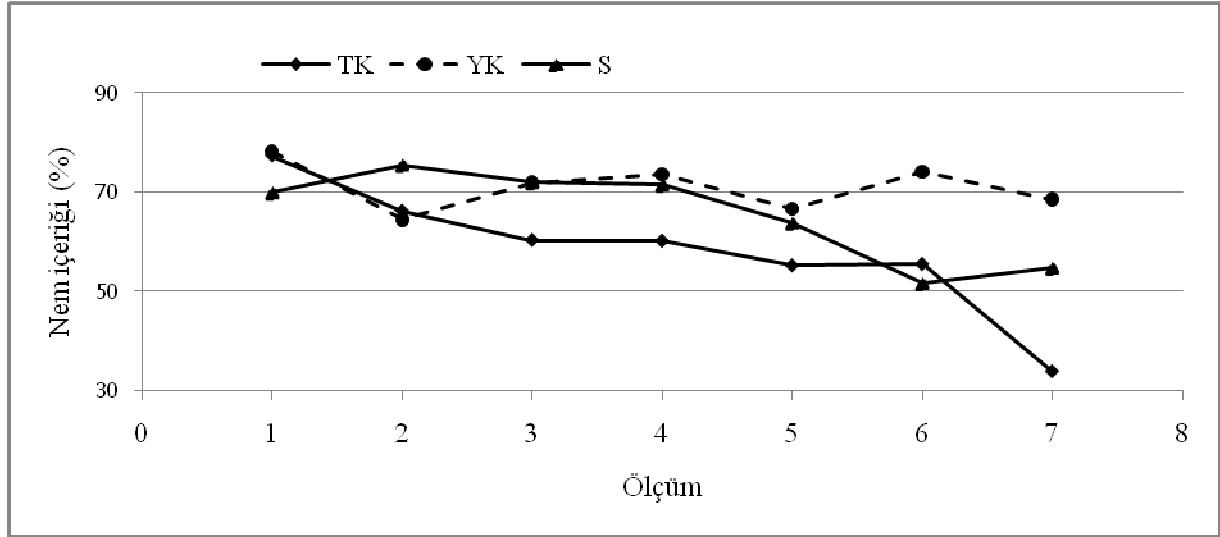
Kompostlaştırma için optimum sıcaklığın saptanması oldukça zordur. Literatürde farklı özellikteki atık türleri için optimum kompostlaştırma sıcaklığının tespitine yönelik pek çok çalışmaya rastlamak mümkündür. Bununla birlikte maksimum bozunma için optimum başlangıç sıcaklığının 40 °C olması gerektiği belirtilmektedir (Hamoda et al. 1998).

Sıcaklığın kompostlaştırma süresince dalgalanma yapması tercih edilmemektedir. Düzenli sıcaklık değeri, mikroorganizma faaliyetini maksimum düzeyde tutmaktadır. Bunu sağlamak için ön koşul, uygun nem oranı, oksijen beslemesi ve C/N oranının sağlanmasıdır. Karıştırma işleminin sona ermesiyle artan mikrobiyal faaliyet ve ayrışmamış organik madde dağılımındaki homojenleşme sonucunda sıcaklığın hızla yükseldiği görülmektedir. Sıcaklık ölçümü karıştırma işlemi sonrası alındığından yüksek bulunmuştur. Karıştırmanın yapılmadığı sistemde ise Tosun (2003) tarafından da bildirildiği gibi sıcaklığın zamana göre değişimi düzenlidir. S yönteminde ise herhangi bir sıcaklık dalgalanması olmamıştır. Diğer iki kompost oluşturma yöntemlerinde sıcaklık değerlerinde değişimler olmuştur. Sıcaklık karıştırma işleminin yapılmasına bağlı olarak ani değişiklikler göstermiştir.

Onursal (2006) belirttiği gibi, sıcaklıklar her karıştırma işleminden sonra yeniden termofilik sıcaklıklara yükselmiştir.

## 4.2.Kompost Nem İçeriği

Ham gübre %76 nem içeriğine sahiptir. Separatörden çıkan gübrenin nem içeriği, %25 oranında azalmaktadır. Karıştırma işlemine bağlı olarak gübre nem seviyesi de azalma göstermektedir. Kompost nem içeriğinin zamana göre değişimi Şekil 4.2' de verilmiştir. Yöntemlere ait nem içeriği değerleri Çizelge 4.2' de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Zamana göre nem içeriğinin değişimi

Nem içerikleri yapılan ölçüm zamanlarına göre değişkenlik göstermiştir. Kompost nem içeriği en kısa TK en uzun S yönteminde gerçekleşmiştir. Denemede nem içerikleri ölçüm zamanlarında daha yüksek değerlere sahiptir. Bunun nedeni, ölçümlerin hemen karıştırma uygulaması sonrasında alınmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.2.Nem içeriği ve standart hataları

	S	YK	TK
<b>Yöntem</b>	49.81 ±7.82	54.13 ±5.47	57.44 ±3.05

Nem değerleri bakımından uygulanan yöntemler arasında istatistiksel olarak bir farklılık görülmemektedir ( $P=0.072$ ). Bunun nedeni, örneklemin karıştırma işlemi sonrasında alınmasıdır. Karıştırmanın etkin yapıldığı TK yönteminde kuruma süreci daha hızlı gerçekleşmiştir. S yönteminde, karıştırma işleminin uygulanmaması nedeniyle istenen nem seviyesine en uzun sürede ulaşmıştır.

Diaz et al. (1993), nem içeriği %8-12'nin altına düştüğünde mikrobiyal aktivitenin tamamen durduğunu, pratikte %40 nem içeriğinin altına düşülmemesi gerektiğini belirtmiştir. Tüm gruptaki gübre namluları uygun nem içeriğinde olmuştur.

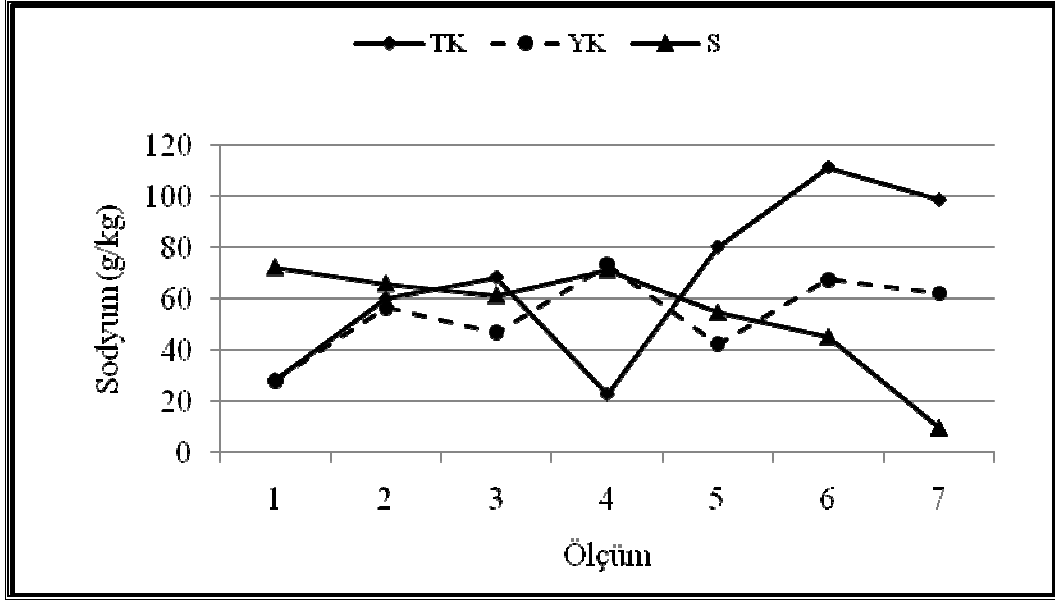
Öztürk (2005) ise kompostlaştırmada optimum nem içeriğini %40-65 aralığı olarak bildirmiştir. Hayvan gübresi için bu değer Haug (1993)'e göre %55-65 olarak ifade edilmiştir.

### **4.3. Kompost Besin Madde İçeriği**

Tüm biyolojik sistemlerde olduğu gibi kompostlaştırmada da besin maddeleri, biyolojik bozunmada mikrobiyolojik sentezin sağlanabilmesi için gereklidir. Azot yokluğunda hiçbir organizma büyüme ve çoğalma aktivitelerini gerçekteştiremez. Fosforun işlevi ise enerji depolaması ve protoplazma sentezinde görev almasıdır (Tchobanoglous and Kreith 2002). Dolayısıyla sistemin başarısı yeterli besin maddesinin bulunmasına bağlıdır.

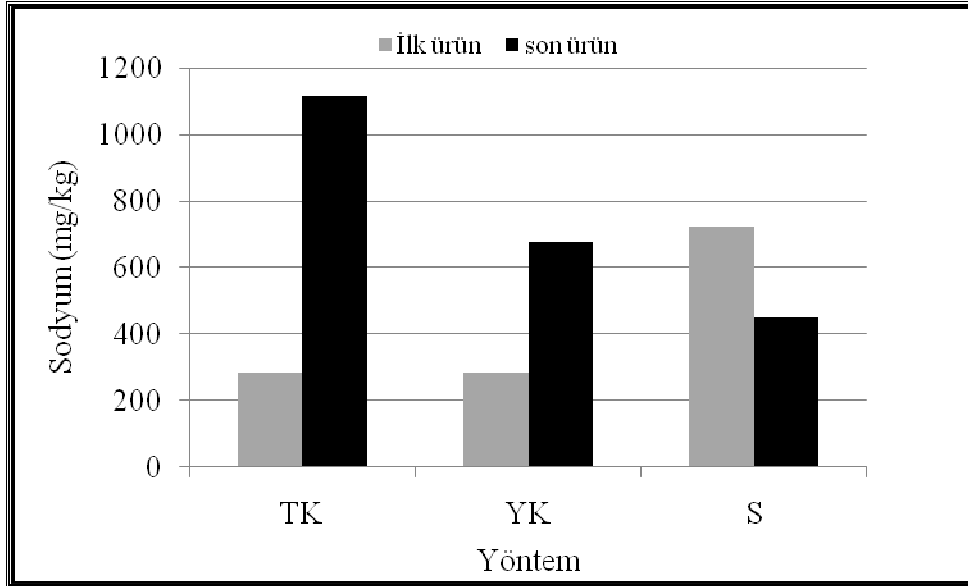
Karıştırma ile kütle içeriğinde sıcaklığın, besin maddelerinin, mikroorganizmaların dengeli olarak dağılması ve dolayısıyla organik madde bozunma hızının artması sağlanmaktadır (Karabulut 2004 )

Kompost oluşum sürecinde sodyum içeriğinde (Na) zamana göre meydana gelen değişim Şekil 4.3' de, ilk ve son üründe yöntemlere göre sodyum (Na) içeriği Şekil 4.4'te, potasyum (K) içeriğinde zamana göre meydana gelen değişim Şekil 4.5' de, ilk ve son üründe yöntemlere göre potasyum (K) içeriği Şekil 4.6'da, Fosfor (P) içeriğinde zamana göre meydana gelen değişim Şekil 4.7 de, ilk ve son üründe yöntemlere göre fosfor (P) içeriği Şekil 4.8'te, ham protein (HP) içeriğinde zamana göre meydana gelen değişim Şekil 4.9' da, ilk ve son üründe yöntemlere göre ham protein (HP) içeriği Şekil 4.10'da,. Kompost oluşum süresince kül (%) içeriğinde meydana gelen değişim Şekil 4.11' de, ilk ve son üründe yöntemlere göre kül içeriği Şekil 4.12'de, yöntem ve tekerrüre bağlı olarak besin madde değişimi ve standart hataları Çizelge 4.3' de gösterilmiştir.



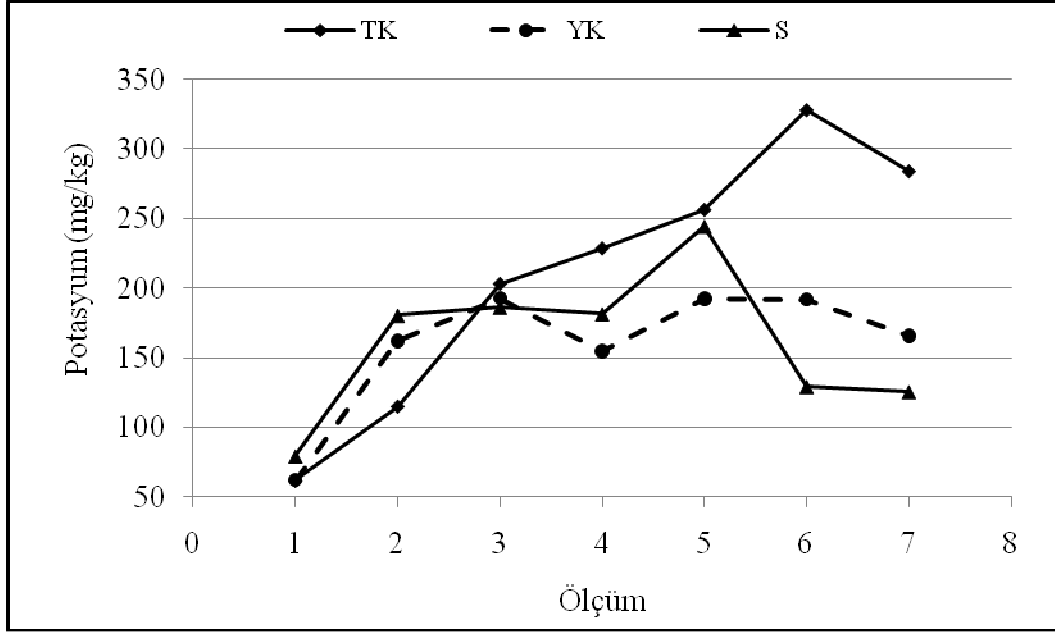
Şekil 4.3. Kompost oluşum süresince sodyum (Na) içeriğinde meydana gelen değişim

Sodyum içeriği kompost oluşum süresince alınan ölçümlerde değişkenlik göstermiştir. Son üründe sodyum içeriği YK ve TK yönteminde artış göstermesine karşın S yönteminde azalma görülmüştür.

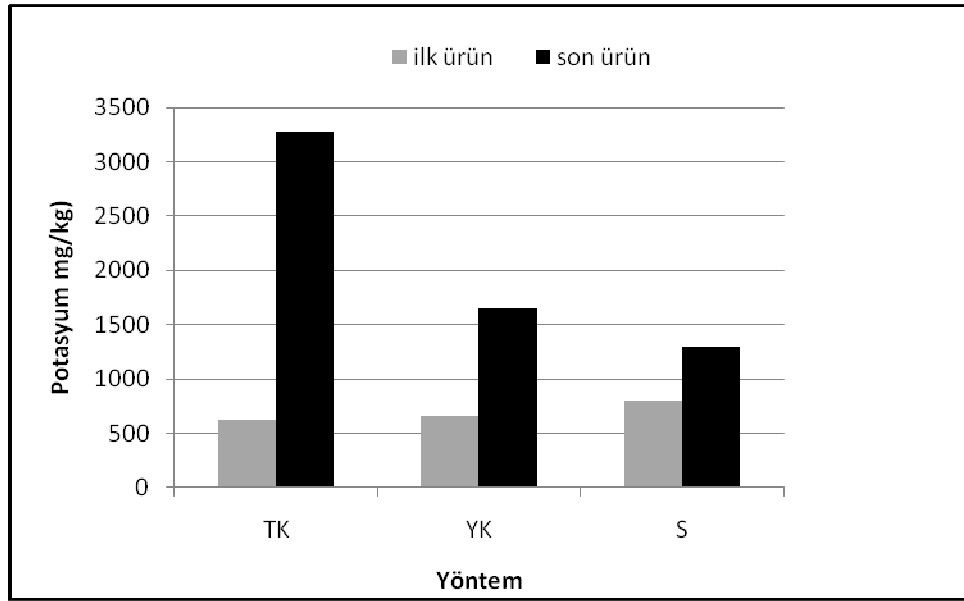


Şekil 4.4. İlk ve son üründe yöntemlere göre sodyum (Na) içeriği

Sodyum TK ve YK yönteminde son üründe artış gösterirken S yöntemine ait gübrelere oldukça düşük saptanmıştır. Sodyum içeriği bakımından yapılan varyans analizinde ele alınan yöntemlere göre istatistiksel olarak fark görülmemiştir ( $P=0.160$ ).

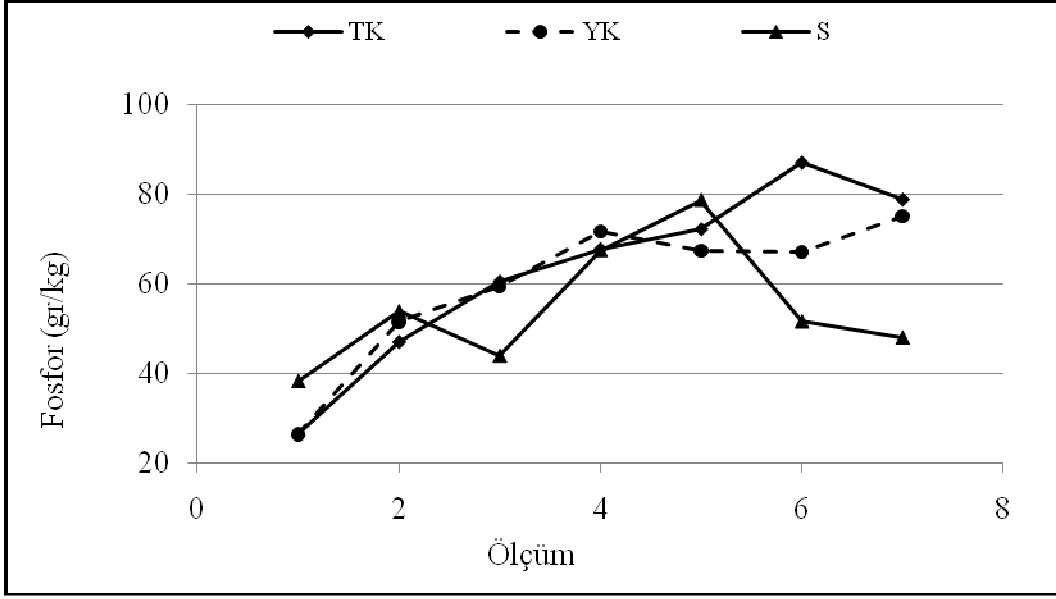


Şekil 4.5. Kompost oluşum süresince potasyum (K) içeriğinde meydana gelen değişim



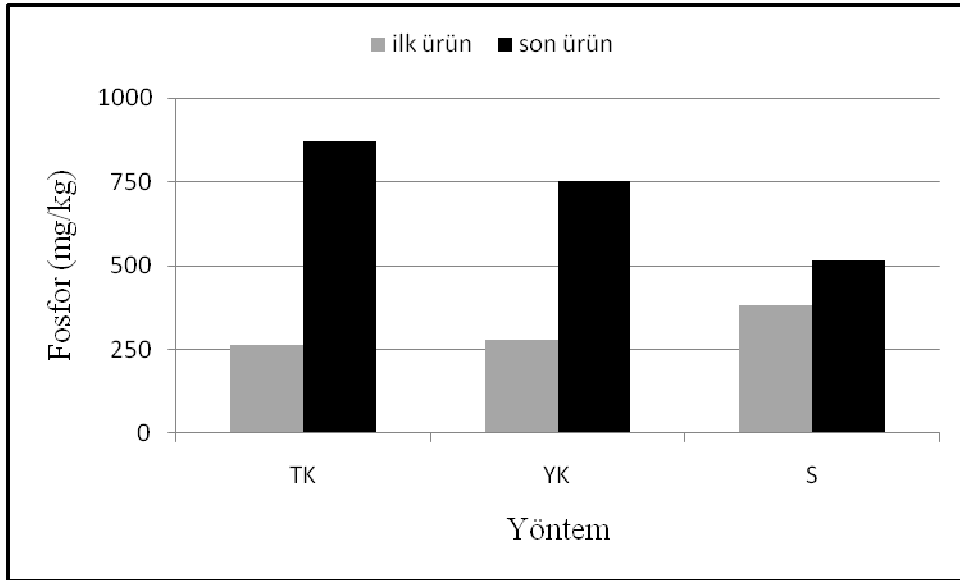
Şekil 4.6. İlk ve son üründe yöntemlere göre potasyum (K) içeriği

Potasyum içeriği her üç yöntemde de ilk ürün değerine göre artış göstermiştir. En yüksek artış değeri TK yönteminde saptanmıştır. Uygulanan yöntemlere göre potasyum değişiminde ( $P < 0.05$ )\*'de önemli farklılıklar gözlenmektedir. Yöntemler arasında potasyum içeriği TK yönteminde, diğer yöntemlere göre daha fazla bulunmuştur. Bu farklılık yapılan varyans analiz sonuçlarına görede önemli bulunmuştur.



Şekil 4.7. Kompost oluşum süresince fosfor (P) içeriğinde meydana gelen değişim

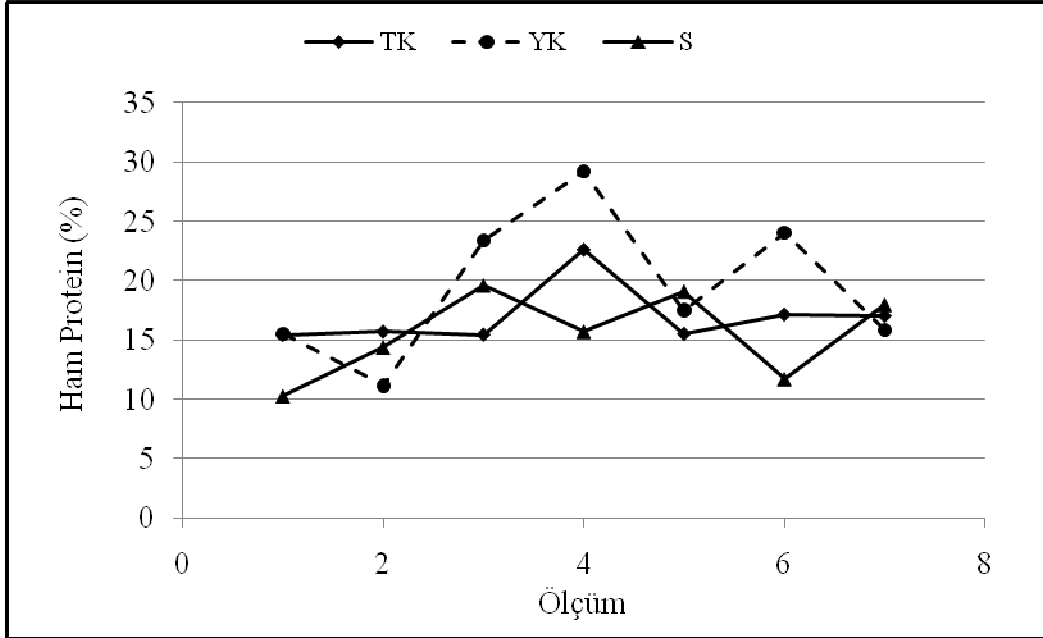
Ölçüm zamanlarına bağlı olarak fosfor içeriği YK ve TK yönteminde belirli bir artış gösterirken S yönteminde bir düzensizlik görülmektedir. Bu, gübre yığnında sıcaklığın yüksek olmasından kaynaklanabilir.



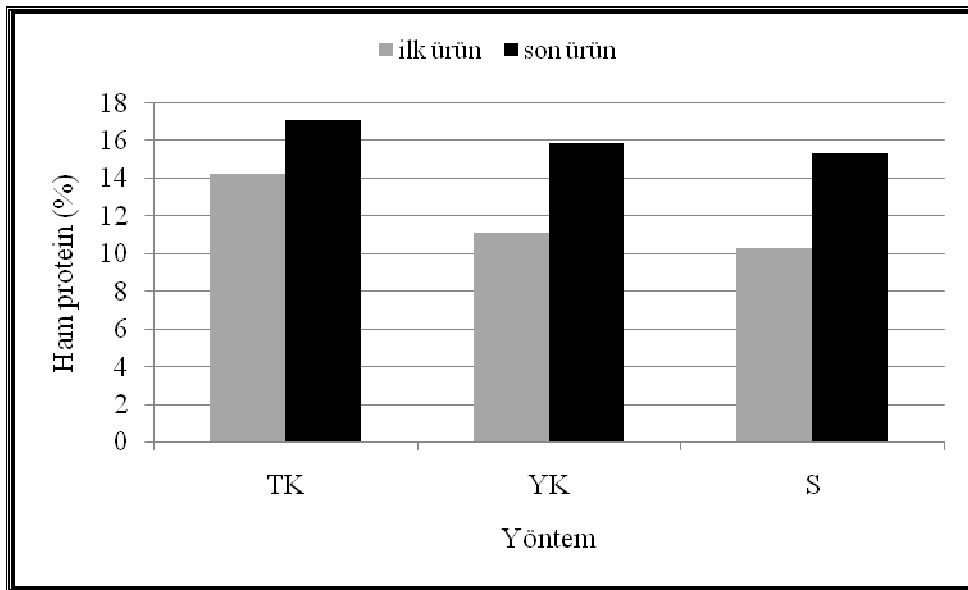
Şekil 4.8. İlk ve son üründe yöntemlere göre fosfor (P) içeriği

Fosfor değerlerine ortalama olarak bakıldığında en son ürün kompost içerisindeki payı düşüktür. En yüksek fosfor değeri TK yöntemi ile elde edilen kompostta olmuştur (870 mg/kg). Bu nedenle kompost belli oranlarda toprak ile karıştırılmalıdır. Uygulanan yöntemlere bağlı olarak fosfor istatistiki olarak ( $P < 0.05$ )\* de önemli bulunmuştur.

Bitkilerin büyümesi için gerekli besin maddelerinden azotun yanında diğer bir önemli besin fosfordur. Wilkinson tarafından yapılan çalışmada son ürünlerinin ortalama fosfor değerleri 1800 mg/kg, minimum değer 500 mg/kg, maksimum değer ise 4780 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Wilkinson vd., 1998).



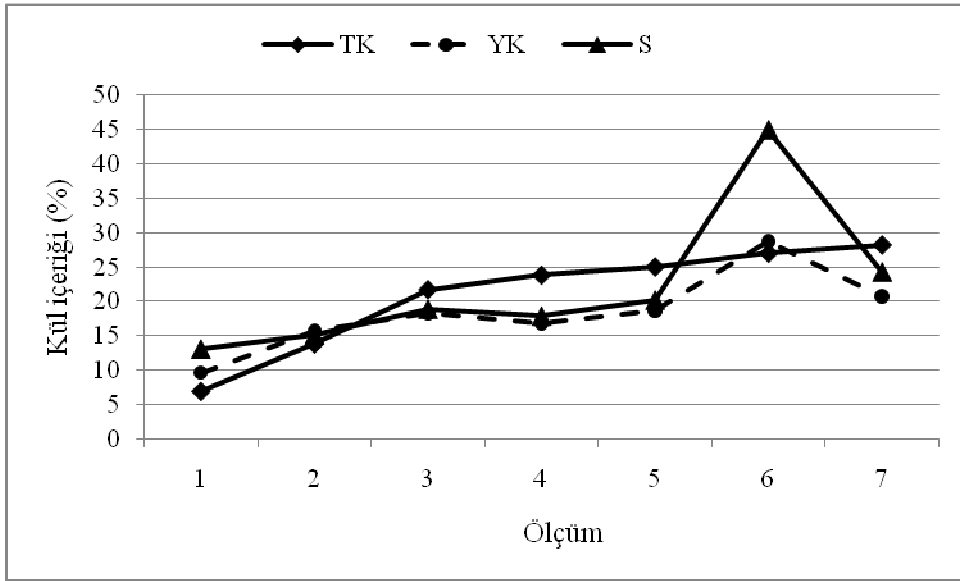
Şekil 4.9. Kompost oluşum süresince HP (%) içeriğinde meydana gelen değişim



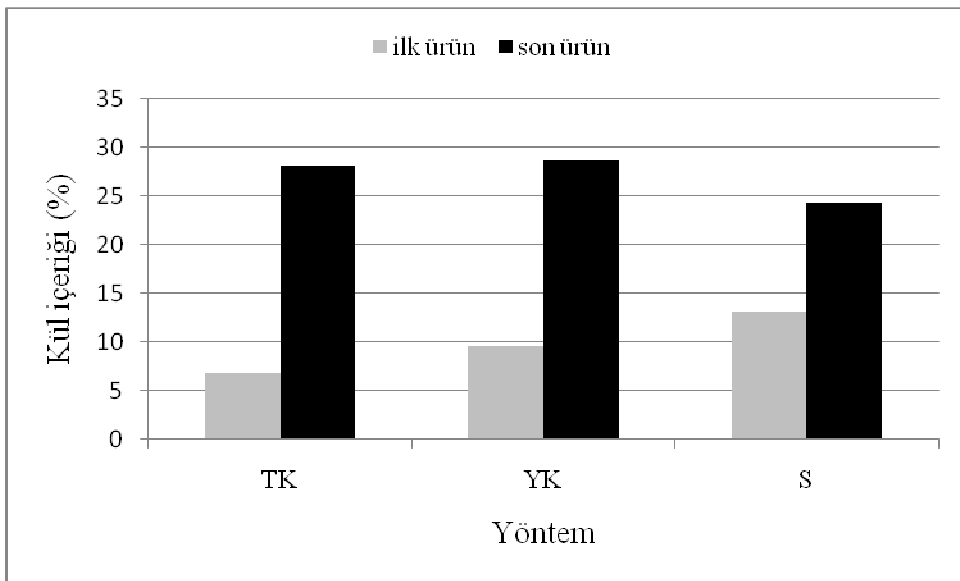
Şekil 4.10. İlk ve son üründe yöntemlere göre ham protein (HP) içeriği



Ham protein içeriği kompost periyodu sürecinde değişiklik göstermiştir. Ele alınan üç yöntemde de HP içeriği ilk ürüne göre artmıştır. En yüksek HP içeriği TK yöntemi ile elde edilen kompostlarda olmuştur. HP değeri bakımından yöntemler arasında istatistiksel olarak fark önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ )\*. Toruk ve Ülger (2004) yumurta tavuklarına ait gübrede yaptıkları araştırmasında, HP değerinin kompost periyodu süresince düzgün artış yaptığını belirtmiştir ( $R^2=0.96$ ). Büyükbaş hayvan gübresinde sürekli bir artış elde edilmemiştir. Bu, tamamen hayvanların rasyonları ile ilgilidir.



Şekil 4.11. Kompost oluşum süresince kül (%) içeriğinde meydana gelen değişim



Şekil 4.12. İlk ve son üründe yöntemlere göre kül içeriği

Kül içeriği tüm yöntemlerde son üründe yüksek olmuştur. En düşük değer S yönteminde elde edilen gübrelerde olmuştur (%24.7). Separatörden alındıktan sonra karıştırma işlemi uygulanmayan gübre namlularında (S), besin madde içeriği karıştırma işlemi uygulanan diğer yöntemlerle elde edilen son üründe daha düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Diğer yandan TK yönteminde; sodyum, potasyum ve fosfor içeriği en yüksek değerlerde olmuştur.

S yönteminde son üründe potasyum, sodyum ve fosfor değerleri diğer iki yöntem sonuçlarına göre düşük olmuştur.

Çizelge 4.3.Besin madde içeriği ve standart hataları

Yöntem	YK	TK	S
Na	56.86±20.57	76.73±25.52	55.65±19.34
P	64.27±9.88 <b>ab</b>	73.76±11.40 <b>a</b>	43.42±13.48 <b>b</b>
K	198.92±33.35 <b>ab</b>	238.34±78.53 <b>a</b>	123.45±58.67 <b>b</b>
HP	18.96±3.11 <b>a</b>	17.56±3.67 <b>a</b>	13.77±2.19 <b>b</b>
Kül	19.90±3.16 <b>b</b>	27.95±8.09 <b>a</b>	13.34±5.17 <b>c</b>

a,b\*;Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

Besin madde içerikleri uygulanan yöntemler tarafından etkilenmiştir. Uygulanan yöntemlere göre yapılan varyans analiz sonucu incelenen P, K, HP besin madde içerikleri ve kül değişiminde fark istatistiksel olarak ( $P<0.05$ )\* önemli bulunmuştur. Na içeriğindeki değişim önemsiz ( $P=0.160$ ) bulunmuştur. S yönteminde elde edilen kompost örneklerinde incelenen tüm besin madde değerleri YK ve TK yönteminde elde edilen kompost örneklerinden düşük değerde olmuştur. HP değerleri YK ve TK yöntemlerinde bir fark göstermezken, TK yöntemi uygulanarak elde edilen kompost örneklerinin besin madde değerleri yüksek olmuştur.

#### 4.4. C/N Oranı

Ürün stabilitesinin bir göstergesi olan C/N oranına ilişkin veriler Çizelge 4.4'de verilmektedir.

Çizelge 4.4. Son Ürün Özelliği Olarak C/N Oranı Değerleri

	<b>TK</b>	<b>YK</b>	<b>S</b>
$(C/N)_{son}$	2.79	2.48	2.43
$(C/N)_{son}/(C/N)_{ilk}$	0.45	0.39	0.51

$(C/N)_{son}/(C/N)_{ilk}$  değerinin 0.49-0.85 olması kesin olmamakla birlikte ürün stabilitesinin göstergesi olarak kabul edilmektedir (Tosun 2003).

Varank (2006) farklı şekilde depolanan iki reaktördeki son ürünlerin  $(C/N)_{son}/(C/N)_{ilk}$  oranları sırasıyla 0,43 ve 0,31 olarak belirlenmiştir. Tosun (2003) tarafından yapılan çalışmada ise 0,45-0,6 aralığında bulunmuştur.

Bu sonuçlara göre; sadece S yönteminde  $(C/N)_{son}/(C/N)_{ilk}$  değeri 0.51 oranı ile belirtilen değerler içerisinde. TK yöntemi bu değerlere yakın değer elde edilmesine karşın YK yönteminde C/N parametresi açısından istenen stabilitenin sağlanmadığı görülmektedir. Saptanan değerler yapılan çalışmalarda bulunan değerler ile uyumludur.

#### 4.5. Organik Maddedeki Değişim

Kompost oluşum işleminin başarı ölçütlerinden olan organik kuru madde miktarındaki azalma her bir yöntem için zamana bağlı olarak şekil 4.7' de gösterilmiştir. Ayrıca organik maddedeki toplam azalma miktarları % olarak hesaplanmış ve Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge.4.5. Organik madde miktarındaki toplam azalma (%)

Ölçüm	Yöntem		
	TK	YK	S
1	51.3	50.45	48.27
2	47.88	46.83	47.11
3	43.5	45.38	45.05
4	42.33	46.22	45.61
5	41.66	45.22	44.33
6	40.55	42.61	43.61
7	39.88	41.10	42.05
Toplam azalma (%)	22.26	18.53	12.88

Görüldüğü gibi en yüksek azalma miktarı TK yönteminde (% 22.26) saptanmıştır. Sırasıyla YK ve S yöntemlerinde olmuştur. Yöntemler arasında önemli ölçümlere bağlı olarak farklılıklar oluşmuştur. Bu C/N oranı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Kompost için en uygun C/N oranı bu çalışmada S yöntemine ait oluşturulan gübre namlularında olmuştur.

Çizelge 4.6.Organik madde değişimi ve standart hata

Yöntem	S	YK	TK
	43.87±4.19	45.40±3.01	45.15±2.10

Uygulanan farklı yöntemler organik madde değişimi üzerinde istatistiki olarak yapılan varyans analizinde önemli bulunmamıştır ( $P=0.642$ ). Organik madde miktarındaki değişim ise diğer parametrelerin aksine ölçüm zamanlarına bağlı olarak değişmiştir ( $P<0.05$ ).

Toprak kirliliği kontrolü yönetmeliği'ne göre kompostun organik madde içeriği en az %35 olmalıdır. Avusturya Standartlarına bakıldığında kritik değer %20, Amerika Standartlarında ise %30 olarak belirlenmiştir (Brinton vd, 2000). EPA'ya göre istenen organik madde içeriği %30'un üzerinde olmalıdır (USEPA, 1994). Üç yöntemde elde edilen ürünlerin organik madde içerikleri standart değerler içerisindedir.

## 5. SONUÇ

Uygulanan farklı karıştırma sürelerinin kompost oluşum süresi ve bazı besin elementleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

Separatörden sonra hiç karıştırılmayan gübre yığınları yüksek sıcaklık değerlerine ulaşmışlardır. Bu, kompost oluşum sürecini geciktirmiştir.

Kompost üründe; yüksek değere sahip besin maddeleri tam karıştırma(TK) yöntemi olarak belirtilen yöntemde tespit edilmiştir. Karıştırmanın besin madde içeriğinde önemli bir etkisi olmamıştır.

Karıştırma sayısının artması ile istenen özellikler olumlu yönde artış göstermiştir. Ancak toplam organik madde miktarındaki azalma en fazla TK yönteminde olmuştur.

Karıştırma uygulamaları sadece organik madde değişiminde önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

## 6. KAYNAKLAR

- 1999/31/EC, Council Directive on Landfilling of Waste, Official Journal No: L 182, Date: 16.07.1999.
- Akkoyun, M., Satırlı, S., Özdemir, S., Çelebi, Y., 2002. Organik Atıkların Değerlendirilmesi; Kompost, Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi.
- Altınbaş, M., 2000. Anason Posasının Aerobik Kompostlaştırılabilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 74s.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. 15 th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA, 1230 pp.
- Arıkan O.A., 2003. Farklı Tipte Organik Katı Atıkların Havalı ve Havasız Kompostlaştırılması, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 166s.
- ASAE Standarts, 2002. Moisture measurement - forages. ASAE S358.2. Standards 2002: 565. St. Joseph, MI.
- Aydeniz, A., 1992. Gübreleme-Ekonomi İlişkileri. II. Ulusal Gübre Kongresi Tebliğleri. 30 Eylül- 4 Ekim, 1991-Ankara. S. 71-80.
- Bayındır, S., Şahin, S., Uysal, F., 2004. Türkiye'de Çiftlik Gübresi Kullanım Potansiyeli, Üçüncü Ulusal Gübre Kongresi Bildirileri, 11-13 Ekim 2004, Tokat, s.735-742.
- Bildik, B., Öztürk, M., 2005. Hayvan Çiftliklerinde Kompost Üretimi, Çevre Ve Orman Bakanlığı, Yüksek Lisans Tezi.
- Chen, Y., Inbar, Y. 1993. Chemical and spectroscopial analyses of organic matter transformations during composting in relation to compost maturity. P 551-600. In: Science and Engineering of Composting: Design, Environmental, Microbiological and Utilization Aspects. Eds. H.A.J. Hoitink and H.M. Keener. Columbus, OH: Renaissance Publications.
- Cooperband, L., 2002, The Art and Science of Composting, 17p.  
<http://www.cias.wisc.edu/pdf/artofcompost.pdf>
- Çolakoğlu, H., Çokuysal, B., Çakıcı, H., 2004. Türkiye'de Gübre Üretimi ve Tüketimi.
- Diaz, L.F., Savage, G.M., Eggerth, L.L., Golueke, C.G., 1993. Composting and Recycling Municipal Solid Waste, Lewis Publishers, California, 296p.
- DİE, 2007/08. Tarım İstatistikleri.

- Ekinci, K., Keener H.M., Michel F.C., Elwell D.L., 2004. Modeling composting rate as a Gaussian function of temperature and initial moisture content. *Compost Science and Utilization* (Kabul edildi).
- EPA, 2004. Regional Priority AFO Science Question Synthesis Document, Manure Management, Maryland, 58p.  
<http://manure.coafes.umn.edu/regulatory/5Manure%20Management.pdf>
- Epstein, E., 1997. *The science of composting*. Technomic Publishing Co., Lanchester, PA, U.S.A.
- Erdim, E., 2003. *Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Çamurlarının Kompostlaştırılmasında Farklı Katkı Maddelerinin Etkilerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 31s.
- Hamoda, M.F., Abu Qdais, H.A. and Newham, J., 1998. Evaluation of Municipal Solid Waste Composting Kinetics, *Resources, Conservation and Recycling*. 23:4, 209-223. Tchobanoglous and Kreith, 2002.
- Haug, R.T., 1993. *The Practical Handbook of Compost Engineering*, Lewis Publishers, USA, 752p.
- Kaplan, M., 1999. *Türkiye Gübre Üretim ve Tüketiminin Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi.
- Kaplan, M., 1999. *Yeni Bir Kompoze Gübre Üretim Önerisi*. *Ekin Dergisi*, 8: 30-31.
- Kara, H., 2002. *Kompost Yapımı Ve Tarımda Kullanımı*, AlataBahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü.
- Karabulut, S.B., 2004. *Tavuk Dışkılarının Klinoptilolit ve Ponza Taşı İle Aerobik Kompostlaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniv. Kimya Müh. Enst.
- Kelleher B.P., Leahy J.J., Henihan A.M., O'Dwyer T.F., Sutton D. and Leahy M.C., 2002. *Advances in poultry litter disposal technology – a review*, *Bioresource Technology*. 83, 27-36.
- Keener, H.M., Dick W.A., Hoitink H.A.J., 2000. Composting and beneficial utilization of composted by-product materials. Chapter 10. pp. 315-341. In: J.F. Power vd., (eds.) *Beneficial uses of agricultural, industrial and municipal by-products*. Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin.



- Kurunç, A., Karaman, S., 2004. Hayvancılık işletmelerinde Atık Suların Havuzlarda Depolanması, Üçüncü Ulusal Gübre Kongresi Bildirileri, 11-13 Ekim 2004, Tokat, s.637-654.
- Külcü, R. and Yıldız O., 2004. Determination of aeration rate and kinetics of composting some agricultural wastes, Bioresource Technology. 93 (2004) 49-57.
- Olgun, M., Polat, H.E., 2005. Ülkemizdeki Hayvancılık İşletmelerinde Atık Yönetim Sistemlerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Onursal, E., 2006. Gül İşleme Atıklarının kompostlaştırılmasında Optimum c/n oranlarının belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniv. Tarım Mak. Böl. Yüksek Lisans Tezi.
- Öztürk, M., 2005. Hayvan Çiftliklerinde Kompost Üretimi, [http://www.cevreorman.gov.tr/moz\\_15.htm](http://www.cevreorman.gov.tr/moz_15.htm).
- Polat, H.E., Olgun, M., 2005. Ülkemizdeki Hayvancılık İşletmelerinde Atık Yönetim Sistemlerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Rynk, R., 1992. On farm composting handbook. NRAES-54, Cooperative Extension Service, Northeast Regional Agricultural Engineering Services, Ithaca NY, USA.
- Toruk, F. and P. Ulger, 2004. "Evaluation of Chicken Manure During The Composting Period. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 10 (4), 473-478.
- Tchobanoglous, G. and Kreith, F., 2002, Handbook of Solid Waste Management, McGraw Hill Handbooks, Newyork, 12.5p.
- Topkaya, B., 2004. Kompost, Ankara.  
<http://www.akdeniz.edu.tr/muhfak/cevre/topkaya/homepage/kompost.pdf>
- Tosun, İ., 2003. Gül işleme Posasının Evsel Katı Atıklarla Birlikte Kompostlaşabilirliği, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 132s.
- Tübitak-MAM, 2001. Kümes ve Ahır Gübrelerinin Geri Kazanılması ve Bertarafı Projesi Final Raporu, Gebze, Kocaeli, 1/85s, 7/85s.
- Turgut, N.2001. Çevre Hukuku, Savaş Yayınevi, Ankara, 415s.
- Varank, G., 2006. Aerobik Olarak Stabilize Edilmiş Katı Atıklar İle Kompost Ürününün Karşılaştırılması. Yıldız Teknik Üniversitesi FBE Çevre Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi.
- Yıldız, O., 1996. Hayvancılıkta Mekanizasyon1 Çiftlik Gübresi Mekanizasyonu.S.34, Akdeniz Üniversitesi, Yayın No:55, Antalya,1996.

Yurtsever, N., Ülgen, N., 1992. Türkiye’de Gübrenin Verime Etkisi ve Ekonomimizdeki Yeri. II. Ulusal Gübre Kongresi Tebliğleri. 30 Eylül- 4 Ekim, 1991-Ankara. S. 40-49.

## EKLER

Çizelge 4.1.Yönteme bağlı olarak sıcaklık değişimine ait varyans analizi

VK	SD	KT	KO	F <sub>h</sub>	P
Genel	20	2652.2	-		
Yöntem	2	2003.7	1001.9	27.81	0,000
Hata	18	648.4	36		

Çizelge 4.2.Yönteme bağlı olarak nem içeriği ait varyans analizi

VK	SD	KT	KO	F <sub>h</sub>	P
Genel	20	808.1	-		
Yöntem	2	204.8	102.4	3.06	0,072
Hata	18	603.3	33.5		

Çizelge 4.3.Yönteme bağlı olarak sodyum değişimine ait varyans analizi

VK	SD	KT	KO	F <sub>h</sub>	P
Genel	20	10652	-		
Yöntem	2	1961	981	2.03	0,160
Hata	18	8691	483		

Çizelge 4.4.Yönteme bağlı olarak fosfor değişimine ait varyans analizi

VK	SD	KT	KO	F <sub>h</sub>	P
Genel	20	5829	-		
Yöntem	2	3373	1687	12.36	0,000
Hata	18	2455	136		

Çizelge 4.5.Yönteme bağlı olarak potasyum değişimine ait varyans analizi

<b>VK</b>	<b>SD</b>	<b>KT</b>	<b>KO</b>	<b>F<sub>h</sub></b>	<b>P</b>
Genel	20	112048	-		
Yöntem	2	47718	23859	6.68	0,007
Hata	18	64330	3574		

Çizelge 4.6.Yönteme bağlı olarak ham protein değişimine ait varyans analizi

<b>VK</b>	<b>SD</b>	<b>KT</b>	<b>KO</b>	<b>F<sub>h</sub></b>	<b>P</b>
Genel	20	268.65	-		
Yöntem	2	100.81	50.40	5.41	0,015
Hata	18	167.84	9.32		

Çizelge 4.7.Yönteme bağlı olarak kül içeriğinde değişimine ait varyans analizi

<b>VK</b>	<b>SD</b>	<b>KT</b>	<b>KO</b>	<b>F<sub>h</sub></b>	<b>P</b>
Genel	20	1363.9	-		
Yöntem	2	749.4	374.7	10.98	0,001
Hata	18	614.5	34.1		

Çizelge 4.8.Yönteme bağlı olarak organik madde değişimine ait varyans analizi

<b>VK</b>	<b>SD</b>	<b>KT</b>	<b>KO</b>	<b>F<sub>h</sub></b>	<b>P</b>
Genel	20	196	-		
Yöntem	2	9.4	4.7	0.45	0,642
Hata	18	186.6	10.4		

## **TEŐEKKÜR**

Bu araştırma sırasında eleştiri ve önerileri ile beni yönlendiren başta danışman hocam Yrd.Doç.Dr.Fulya TORUK olmak üzere tüm Tarım Makinaları Öğretim Üyeleri'ne, Yrd.Doç.Dr.Fisun KOÇ, Yrd.Doç.Dr.Serap KAYIŞOĞLU, Yrd.Doç.Dr.Levent COŐKUNTUNA, İnanlı Tarım İşletmesinde Ziraat Mühendisi olan Sn.Göksel GÖÇER'e manevi desteğinden dolayı değerli eşime teőekkrlerimi sunarım.

## ÖZGEÇMİŞ

Utku ERDENER 1974 yılında Tekirdağ'da doğdu. İlk orta ve lise eğitimini Tekirdağ'da tamamladı. 1996 Yılında İstanbul Üniversitesi Otomotiv Bölümünden ve ardından bir sınıf atlayarak 1999 yılında Marmara Üniversitesi Otomotiv Teknolojisi Eğitimi Bölümünden mezun olarak aynı yıl teknik öğretmen olarak Bolu ili Yeniçağa ilçesinde göreve başladı. 2002-2005 Yılları arasında Yeniçağa Mesleki Eğitim Merkezi Müdür Yardımcılığı ve aynı ilçede Öğretmenevi Müdürlüğü görevlerinde bulundu. 2005 Yılı sonunda Tekirdağ Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi Motorlu Araçlar Teknolojisi Alanı'na ataması gerçekleşti. Halen aynı kurumda görev yapmaktadır. 2008 Yılında Namık Kemal Üniversitesi Tarım Makinaları Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başladı. Evli ve bir çocuk babasıdır.