

**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

**TÜRKİYE’DE ÜRETİLEN BİTKİSEL VE
HAYVANSAL ORGANİK KOMPOSTUN
MİKROFLORASI VE ANTİMİKROBİYAL
ETKİNLİĞİ**

Çiğdem TUNALI

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Alev HALİKİ UZTAN

Biyoloji Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 401.04.00

Sunuş Tarihi: 26.11.2012

Bornova-İZMİR

2012

Çiğdem TUNALI tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “**Türkiye’de Üretilen Bitkisel ve Hayvansal Organik Kompostun Mikroflorası ve Antimikrobiyal Etkinliği**” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 26.11.2012 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı	: Doç. Dr. Alev HALİKİ UZTAN	
Raportör Üye	: Doç. Dr. İhsan YAŞA	
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Selim TOKMAK	

ÖZET**TÜRKİYE’DE ÜRETİLEN BİTKİSEL VE HAYVANSAL ORGANİK
KOMPOSTUN MİKROFLORASI VE ANTİMİKROBİYAL
ETKİNLİĞİ**

TUNALI, Çiğdem

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı

Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Alev HALİKİ UZTAN

Kasım 2012, 131 sayfa

Gelişen dünyada hızla artan nüfusa bağlı olarak uzun yıllar, tarımsal sistemlerin sürdürülebilirliği, ürün kalitesi, istihdam sorunları ve doğanın kendi iç dinamikleri yani çevre ve doğal kaynakların karşılaşılabileceği zararlar gibi kavramlar göz önüne alınmaksızın hızlı bir üretim sürecine girilmiştir. Ancak son yıllarda bu olumsuz koşulların giderek yarattığı sorunları ortadan kaldırarak insana her açıdan sağlıklı çeşitli çevre ve beslenme stratejileri geliştirilmek gereği ortaya çıkmış; bunlardan biri olarak sağlıklı tarım ürünleri yetiştirme ve ekolojik dengenin korunması temel ilkesine dayanan bitkisel ve hayvansal materyal kökenli organik gübreler gerek organik tarımda gerekse iyi tarım uygulamalarında giderek değer kazanmıştır.

Ülkemizde kompost üretimi özel girişimcilerle gerçekleştirilmektedir, çok sayıda üretici firma tarafından çiftçiye çok sayıda farklı bitkisel ve hayvansal kökenli organik gübre arz edilmektedir. Bitkisel ve hayvansal kökenli materyalin mikrobiyolojik fermentasyon ile olgunlaşması yoluyla elde edilen kompostların yapımında yararlanılan materyallerin içeriği ve çeşitliliği nedeniyle barındırabileceği olası patojen mikroorganizmaların gerek kompostun içerisinde gerekse uygulanan tarım toprakları ve o topraklarda yetiştirilen ürünlerde izlenmesi nedeniyle gıda güvenliği bakımından üzerinde hassasiyetle durulması gereken ayrı bir değerlendirmeye gereksinim duyulmuştur.

Araştırmamızda Türkiye’de üretilen 10’ar farklı bitkisel ve hayvansal kökenli katı ve sıvı kompostta; T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı

tarafından 4 Haziran 2010 tarih ve 27601 sayı ile çıkartılan “Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler İle Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik”te önerilen toplam bakteri (anaerob), maya-küf, toplam koliform, fekal koliform, *Escherichia coli*, *Clostridium spp.*, *Salmonella spp.*, *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus aureus* , *Bacillus anthracis*, *Bacillus cereus* ve *Mycobacterium spp.* analizleri ve sayımları yapılmıştır. Mikrobiyolojik kalite analizlerinde elde edilen veriler yönetmelikte istenen standartlarla karşılaştırılmış ve bazı örnekler standartlara uygunluk gösterirken, bazı örneklerin uygunluk göstermediği saptanmıştır.

Çalışmamızda ayrıca aynı kompost ve sıvı kompost örneklerinin bitki patojeni bakteriler (*Clavibacter spp.*ve *Pseudomonas fluorescens*) ve funguslara (*Alternaria spp.*, *Fusarium solani*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum*, *Pyricularia oryzae*, *Verticillium spp.*) karşı antimikrobiyal aktiviteleri araştırılmıştır. Sıvı kompost ve kompostlardan elde ettiğimiz ekstraktların, sadece *Pseudomonas fluorescens*, *Fusarium solani*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum* türleri üzerinde antimikrobiyal etkinlik gösterdiği saptanmıştır.

Anahtar sözcükler: kompost, sıvı kompost, mikrobiyolojik analiz, antimikrobiyal aktivite

ABSTRACT**MICROFLORA AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF
VEGETAL AND ANIMAL ORGANIC COMPOSTS PRODUCED IN
TURKIYE**

TUNALI, ıdem

MSc in Biology

Supervisor: Do. Dr. Alev HALİKİ UZTAN

Nov 2012, 131 Pages

In the developing world, depending upon the rapidly increasing population, there is an accelerated production process which is not regarding notions like impairments of internal dynamics of nature such as environment and natural sources, product quality, employment deficits, sustainability of agricultural systems. During the recent years, the need of developing various environmental and nutritional strategies for human beings in order to eliminate these nadverse conditions has been emerged and as being one of those strategies, vegetal and animal organic composts that are based on producing healthy agricultural products and preserving the ecological balance, has increased in value in both organic agriculture and good agricultural processes.

In our country the compost manufacturing process is made by private entrepreneurs and various animal and vegetal organic composts are present to market by many producing companies. Since the vegetal and animal materials are matured bu microbiological fermentation there is a need to evaluate the potentially pathogenic microorganisms in the composts, the cultivation areas of products in which these composts are used and products that are grown in these areas.

In our study, we have evaluated the counts of total bacteria (anaerobic), yeasts and moulds, total coliforms, fecal coliforms, *Escherichia coli*, *Clostridium spp.*, *Salmonella spp.*, Enterobacteriaceae, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus*

anthracis, *Bacillus cereus* ve *Mycobacterium spp.* in ten-solid and -liquid organic compounds produced in Turkey according to the regulation titled “A Regulation on Production, Import and Placing on the Market of Microbial, Enzyme-Containing and Other Products with Organic, Organomineral Fertilizer and Soil Regulator Used in Agriculture” effectuated by Turkish Legislation of Food and Livestock Ministry of Turkey in June 4th, 2010 with No 27601. The data that we acquired from microbiological quality analyses were compared with the values requested by the legislation and it is seen that as some of the organic composts samples were found to be accepted to the criteria but not some of them.

In our study we have also investigated the antimicrobial activity of these compost samples for plant pathogens such as bacteria (*Clavibacter spp.* ve *Pseudomonas fluorescens*) and fungi (*Alternaria spp.*, *Fusarium solani*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum*, *Pyricularia oryzae*, *Verticillium spp.*). We have found that the extract that we acquired from liquid compost and compost has microbiological activity for only *Pseudomonas fluorescens*, *Fusarium solani*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum*.

Key words: compost, liquid compost, microbiological analysis, antimicrobial activity

TEŞEKKÜRLER

Çalışmalarım sırasında her türlü yardım, ilgi ve desteğini gördüğüm, öneri ve eleştirileriyle beni daima yönlendiren değerli tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Alev HALİKİ UZTAN'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Laboratuvar çalışmalarımda bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan sayın Araş. Gör. Dr. Özlem ABACI GÜNYAR ve Araş. Gör. Ayşegül YOLTAŞ'a, istatistiksel analizlerde Öğr. Grv. Dr. Hayal BOYACIOĞLU'na, bu araştırmayı laboratuvarlarında yaptığım E.Ü.Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Anabilim Dalı elemanlarına, çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan tüm arkadaşlarıma en içten dileklerimle teşekkür ederim. 2011- FEN- 022 numaralı proje kapsamında desteklenen araştırmamız için EÜ Rektörlüğü Araştırma Fon Saymanlığı'na teşekkür ederim.

Son olarak, tüm hayatım boyunca olduğu gibi yüksek lisans eğitimim süresince de bana maddi ve manevi her türlü desteklerini esirgemeyen, annem Mualla TUNALI'ya, babam Ahmet TUNALI'ya, ablam Burcu TUNALI'ya ve ikizim Diğdem TUNALI'ya ayrıca her zaman yanımda olan, beni destekleyen, fikirlerini benimle paylaşan KENAN SEFEROĞLU'na sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	v
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	5
2.1 Organik Tarım	5
2.2 Organik Tarımın Amaçları	6
2.3 Organik Tarımın İlkeleri	8
2.4 Organik Tarımın Avantajları	9
2.5 Organik Tarımın Dezavantajları	10
2.6 Dünyada Organik Tarım	11
2.6.1 Dünyada organik tarımın benimsenmesinde etkili olan unsurlar	11
2.6.2 Dünyada organik tarımın tarihi gelişimi	11
2.6.3 Dünyada organik üretime ait istatiki veriler	14
2.7 Türkiye’de Organik Tarım.....	15

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

2.7.1 Türkiye’de organik tarımın benimsenmesinde etkili olan unsurlar	15
2.7.2 Türkiye’de organik tarımın tarihi gelişimi	16
2.7.3 Türkiye’de organik üretime ait istatistiki veriler	18
2.8 Kompost ve Kompostlama.....	19
2.8.1 Kompost.....	19
2.8.1.1 Kompost materyalleri.....	20
2.8.1.2 Kompostun faydaları.....	21
2.8.1.3 Kompostun kullanım alanları.....	22
2.8.1.4 Kompost karakteristikleri.....	23
2.8.2 Kompostlaştırma	24
2.8.2.1 Aerobik kompostlaştırma.....	26
2.8.2.2 Anaerobik kompostlaştırma	28
2.9 Kompost Oluşturma Metotları	31
2.9.1 Pasif yığın metodu	32
2.9.2 Karıştırmalı yığın metodu	33
2.9.3 Pasif havalandırılmalı statik yığın.....	34

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

2.9.4 Aktif havalandırılmalı statik yığın	34
2.9.5 Kapalı (Reaktör) kompost oluşturma.....	36
2.10 Kompost Oluşturma İşlemine Etki Eden Parametreler.....	40
2.10.1 Sıcaklık	40
2.10.2 Nutrientler (Besin Elementleri)	41
2.10.3 C:N oranı	41
2.10.4 Nem içeriği	42
2.10.5 Porozite, serbest hava boşluğu, yapı, kıvam ve partikül boyutu	43
2.10.6 Karıştırma	43
2.10.7 pH	44
2.10.8 Süre	44
2.10.9 Oksijen ve havalandırma	45
2.10.10 Kompost kalitesi	45
2.11 Kompostun Mikrobiyolojik Kalitesi.....	48
2.11.1 Kompostta bulunması gereken mikroorganizmaların Uluslararası standartları	50
2.11.2 Kompostta bulunması gereken mikroorganizmaların Türkiye standartları	52

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

2.12 Kompostun Bitki Hastalıklarının Kontrolünde Kullanılması	54
2.13 Kompost ve Kompost Çayının Mikroflorası ve Antimikrobiyal Aktivitesi İle İlgili Önceki Çalışmalar	57
3. MATERYAL ve METOD	59
3.1 Materyal	59
3.1.1 Kullanılan örnekler	59
3.1.2 Kullanılan besiyerleri, katkılar ve malzemelerin hazırlanması.....	59
3.2 Metod	71
3.2.1 Kompostun içinde bulunan mikroorganizmaların izolasyonu ve izolatların tanımlanması	71
3.2.2 Kompostun antimikrobiyal aktivitesi.....	80
3.3 İstatistik Analizler	81
4. BULGULAR.....	82
4.1 Sayımı Yapılacak Olan Mikroorganizmaların Genel Özellikleri	82
4.2 Antimikrobiyal Aktivitede Kullanılacak Mikroorganizmaların Genel Özellikleri.....	91
4.3 Kompostta Bulunan Mikroorganizmaların Sayımı	95
4.4 İstatistik Analiz Sonuçları.....	109

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

4.5 Kompostun Antimikrobiyal Aktivitesi	111
5. TARTIŞMA	117
6. ÖNERİLER.....	130
KAYNAKLAR DİZİNİ	132
ÖZGEÇMİŞ	152

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Dünyadaki Organik Tarımın Alanlarının Kıtalaraya Göre Dağılımı.....	14
2.2 Yıllara Göre Organik Tarımın Artışı	15
2.3 Organik Tarım Logoları	17
2.4 Oluşumu Yeni Bitmiş Bir Kompost Örneği.....	24
2.5 Depolanıp Kullanıma Hazır Hale Gelmiş Kompost Örneği.	24
2.6 Aerobik Kompostlaştırma.	27
2.7 Bir Kompost Sıralı Yığnında veya Yığında Doğal Hava Hareketi.....	28
2.8 Anaerobik Kompostlaştırma Prosesi.....	29
2.9 Kompost Oluşturma İşleminin Aşamaları.....	31
2.10 Pasif Yığn Metodu	32
2.11 Pasif Yığn yapımı	32
2.12 Karıştırmalı Yığn Metodu.....	33
2.13 İzmir Uzundere Kompost Tesisi'nde Kullanılmakta Olan Yığn Karıştırma Makinesi.....	33
2.14 Pasif havalandırılmalı Statik Yığn	34
2.15 Havalandırılmalı Statik Yığn	35
2.16 Kutuda Kompostlaştırma	36

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.17 Dikdörtgen Karıştırılmalı yatak	37
2.18 Silo Kompostlaştırma	37
2.19 Döner Davul.....	38
3.1 Anaerob Ortam Oluşumu.....	72
3.2 Oksidaz Testi Yapımı	78
4.3.2.1 9. ve 12. katı ve sıvı kompost örneklerindeki maya ve küflerin RBCA besiyerindeki görüntüsü	96
4.3.3.1 <i>B. cereus</i> 'un Cereus Selective Agar besiyerindeki görünümü	97
4.3.6.1 1. , 7. ve 18. katı ve sıvı kompost örneklerindeki <i>Clostridium spp.</i> TSC agar besiyerindeki görüntüsü	100
4.3.9.1 19. ve 20. katı ve sıvı kompost örneklerindeki Enterobacteriaceae VRBD agar besiyerindeki görüntüsü.....	103
4.3.10.1 Katı ve sıvı kompost örneklerindeki 10^1 'den 10^6 koliform grubu bakterilerin VRB agar besiyerinde görüntüsü	104
4.3.11.1 10. ve 20. katı ve sıvı kompost örneklerindeki fekal koliform bakterilerinin VRB Agar besiyerindeki görüntüsü	105
4.3.11.2 <i>E.coli</i> 'nin EMB Agar'daki görüntüsü.....	106
4.4.1 <i>Fusarium moniliforme</i> 'nin PDA görüntüsü.....	110
4.4.2 Sıvı kompost ve kompostlardan elde ettiğimiz ekstraktların inhibisyon zonları (<i>Fusarium moniliforme</i>).....	111

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.4.3 <i>Fusarium solani</i> 'nin PDA 'daki görüntüsü.....	111
4.4.4 Sıvı kompost ve kompostlardan elde ettiğimiz ekstraktların inhibisyon zonları (<i>Fusarium solani</i>).....	112
4.4.5 Sıvı kompost ve kompostlardan elde ettiğimiz ekstraktların inhibisyon zonları (<i>Fusarium oxysporum</i>)	112
4.4.6 <i>Pseudomonas fluorescens</i> 'in MHA görüntüsü	113
4.4.7 Sıvı kompost ve kompostlardan elde ettiğimiz ekstraktların inhibisyon zonları (<i>Pseudomonas fluorescens</i>).....	114

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Geleneksel Tarım ve Organik Tarım Karşılaştırması	6
2.2 Genel Organik Tarımsal Üretim Verileri.....	18
2.3 İzmir İli Organik Tarım Üretimi	19
2.4 Olgunlaşmış ve Olgunlaşmamış Kompostlarda Rastlanan Özellikler.....	23
2.5 Aerobik ve Anerobik Kompostlaştırma Sonucu Oluşan Kompostlar Arasındaki Fark	29
2.6 Kompostlaştırma Metotlarının Maliyet, Proses Kontrolü, Arazi İhtiyacı ve İklim Şartlarına Duyarlılık Kriterlerine Göre Karşılaştırılması.....	39
2.7 Bazı Atıkların C/N Oranları.....	42
2.8 Organik Gübreler	47
2.9 Farklı Avrupa Ülkeleri ve Canada'daki Kompost Kalite Standartlarına Göre Kompostta Bulunması Gereken Mikroorganizmalar, Bunların Miktarları	51
2.10 Mevcut Yönetmeliğimizdeki Kompostta Bulunması Gereken Mikroorganizma Sayımları	53
4.1 Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki Anaerobik Mikroorganizma Sayısı.....	95
4.2 Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki Maya ve Küf Sayısı	96
4.3 Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki <i>B.cereus</i> Sayısı.....	98
4.4 Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki <i>S.aureus</i> Sayısı	99

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.5 Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki <i>Salmonella spp.</i> Sayısı	99
4.6 Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki <i>Clostridium spp.</i> Sayısı	101
4.7 Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki <i>Bacillus anthracis</i> Sayısı.....	101
4.8 Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki <i>Mycobacterium spp.</i> Sayısı	102
4.9 Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki Enterobacteriaceae Sayısı	104
4.10 Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki Toplam Koliform Bakteri Sayısı	105
4.11 Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki Fekal Koliform Bakteri Sayısı	106
4.12 Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki <i>E.coli</i> Sayısı	107
4.13 Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki Mikroorganizma Sayıları	108
4.14 İncelenen Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki 12 Mikroorganizmanın Tanımlayıcı İstatistiği	109
4.15 Sıvı Kompost ve Kompostlardan Elde Ettiğimiz Ekstraktların Disk Difüzyon Yöntemine Göre Antimikrobiyal Aktiviteleri.....	115
4.16 Kompostta Bulunması Gereken Mikroorganizma Sayımları.....	131

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
Kob	Koloni oluşturan birim
pH	Asitlik derecesi
ha	Hektar
<u>Kısaltmalar</u>	
Kombs	Bitkisel kaynaklı sıvı kompost örneği
Kom _{bk}	Bitkisel kaynaklı katı kompost örneği
Kom _{hs}	Hayvansal kaynaklı sıvı kompost örneği
Kom _{hk}	Hayvansal kaynaklı katı kompost örneği
TEM	Temel Endüstriyel Mikrobiyoloji Anabilim Dalı
ZF	Ziraat Fakültesi
TUIK	Türkiye İstatistik Kurumu
TUGEM	Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü

1. GİRİŞ

Tarımda yüzyıllardır olagelen gelişim, özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısında teknolojinin ve sanayinin gelişimi ile yön değiştirmiş hızla artan dünya nüfusunu beslemek için verim artışı ana hedef olmuş, üstün nitelikli ve yüksek verimli çeşitlerle birlikte sulama, sentetik kimyasal tarım ilaçları, hormon ve mineral gübrelerin kullanımıyla yapay girdilerin kullanımı artmıştır. Toprak ve bitki test sonuçları dikkate alınmaksızın kimyasalların ve gübrelerin aşırı kullanımı besin dengesizliğine neden olmuş; toprak tahribatı, tuzluluk ve toprak kirliliğine yol açmıştır. Bununla beraber besin zinciri aracılığıyla flora ve faunada ciddi problemler ortaya çıkmıştır. Geçen yüzyıl içerisinde büyük bir hızla gerçekleşen teknolojik gelişmeler, etkilerini tarımsal sistemler üzerinde göstermiş, en az girdi ile en fazla ürün alabilmek için her türlü teknolojik gelişme tarımsal sistemlere uyarlanmıştır. Ancak bu süreç içerisinde, tarımsal sistemlerin sürdürülebilirliği, ürün kalitesi, istihdam sorunları ve doğanın kendi iç dinamikleri göz önüne alınmamıştır (Özaslan, 2006).

Uzun dönemde doğal kaynakların korunmasının yanı sıra, çevreye zarar vermeyen tarımsal teknolojilerin kullanıldığı; tarımda sürdürülebilirlik kavramını karşılayan bir tarımsal yapının oluşturulması gerekliliği gündeme gelmiştir. Bu olumsuz koşullar karşısında bilinçlenerek örgütlenen üretici ve tüketiciler, doğayı tahrip etmeyen yöntemler ile insanlarda zehirli etki yapmayan tarımsal ürünleri üretmeyi ve tüketmeyi tercih etmişlerdir. Bu amaçla yeni üretim tarzı olarak organik tarım ortaya çıkmıştır. İlaç, sentetik gübre gibi doğal olmayan girdilerin kullanılmasından kaçınan; kalite, sağlık ve çevresel standartlarla buluşan bir tarım tekniği olan organik tarım, sürdürülebilir tarımın pratiğe yansımaları açısından önem taşımaktadır (Turhan, 2005).

Terim ilk olarak biyodinamikçi Rudolph Steiner'in görüşlerini benimseyen İngiliz Lord Northbourne'nin toprağa bakış adlı kitabında bahsedilmiştir. Sürdürülebilir, ekolojik anlamda dengede, kendi kendine yeten, biyolojik olarak yaşayan tüm organizmalarıyla bütünlük içerisinde bir tarım sistemi olarak tanımlanmıştır. Değişik kaynaklarda organik tarımın oldukça fazla tanımına rastlanmaktadır. USDA; ABD Tarım Departmanı'nın NOSB; Ülkesel Organik

Standardizasyon Komitesi 1995'te Organik Tarım biyolojik çeşitliliği, biyolojik dönüşümü ve toprak biyolojik aktivitesini artırmayı teşvik eden bir ekolojik üretim yönetimi sistemi olarak tanımı güncellemiştir. Organik tarım konvansiyonel tarıma oranla daha yüksek ürün kalitesi ve daha fazla toprak biyolojik aktivitesi sağlamaktadır. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Avrupa Birliği tarafından konvansiyonel tarıma alternatif olarak da kabul edilen bu üretim şekli değişik ülkelerde farklı isimlerle anılmaktadır. Almanca ve Kuzey Avrupa dillerinde "Ekolojik Tarım", Fransızca, İtalyanca ve İspanyolca'da "Biyolojik Tarım", İngilizce'de "Organik Tarım", Türkiye'de ise "Ekolojik veya Organik Tarım" eş anlamlı olarak kullanılmaktadır.

Organik (Ekolojik) tarım, "Ekolojik sistemde hatalı uygulamalar sonucu kaybolan doğal dengeyi yeniden kurmaya yönelik, insana ve çevreye dost üretim sistemlerini içeren, esas olarak sentetik kimyasal tarım ilaçları, hormonlar ve sentetik mineral gübrelerin kullanımını yasaklayan, bunların yerine organik ve yeşil gübreleme, münavebe(ekim nöbeti), toprağın muhafazası, bitkinin direncini artırma, doğal düşmanlardan yararlanması gibi birçok çevre dostu tekniği tavsiye eden, bütün bu olanakların kapalı bir sistemde oluşturulmasını öneren, üretimde sadece miktar artışının değil aynı zamanda ürün kalitesinin de yükselmesini amaçlayan alternatif bir üretim şekli" olarak tanımlanabilir (Aksoy vd., 2007).

Organik tarım (ekolojik tarım, biyolojik tarım) Dünya'da özellikle 1970'li yıllarda başlayan ve 1990'lı yılların ortalarına kadar etkisini sürdüren yoğun tarımsal girdi kullanımının yarattığı çevre ve sağlık sorunlarının giderilmesinde önemli bir alternatif üretim şekli olarak tanımlanabilmektedir (Kaya, 2003).

Son yıllarda organik tarım sadece gelişmiş ülkelerde değil, gelişmekte olan ülkelerde de hızla yayılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde tüketicilerin insan ve çevre sağlığına olan duyarlılığı, konvansiyonel tarımdan organik tarıma geçişin en önemli unsuru olmuştur. Gelişmekte olan ülkelerde ise organik tarıma geçişin en önde gelen nedeni, yüksek talebin bulunduğu gelişmiş ülkelerin organik pazarlarının sunduğu fırsatlardır. Uluslararası pazarlarda yer edinilmesi, ekonomik açıdan kendi kendine yeterlilik ve doğal kaynakların korunması da organik tarıma geçişin diğer nedenleri arasında yer almaktadır. Gelişmekte olan

lkelerde organik tarımsal retimın artırılması için organik tarım politikalarının oluşturulması gerekmektedir. Yerel kaynakların kullanımının artırılması ile zayıf bölgelerde üretim verimliliğinin, toprak kalitesinin artırılması ve böylece yurt içi gıda retimının artırılması hedeflenmektedir (Demiryürek, 2004).

Mevcut tarımsal uygulamalarda görülen aksaklıkların evre-insan ve hayvan sağlığı üzerinde yaptığı olumsuz etkilerin giderilmesi amacıyla sürdürülebilir tarım yöntemlerinin geliştirilmesi ve uygulanması günümüzde ayrıcalıklı bir önem taşıtmaktadır. Organik bitkisel üretimde önemli bir girdi durumunda olan doğal bitki besin maddelerinin kullanılması ayrı önem taşıtmakta ancak yeterli miktarda ve uygun fiyatlarla edinilmesinde güçlüklerle karşılaşılmaktadır. Alternatif bir gübre olan kompostun bitki besin maddesi olarak kullanımının uygulamaya kazandırılmasıyla bitkisel üretimde yukarıda sözü edilen güçlükler aşılacağı gibi, sürdürülebilir üretimi güçlendirmesi nedeniyle ülke ekonomisine katkıda bulunulacaktır. Ayrıca, ister bitkisel ister hayvansal kaynaklı organik materyallerin kompostlaştırılarak kullanımı, atık yönetimi ve organik çöplerin geri kazanılması açısından da önem taşıtmaktadır.

Olgunlaştırılmış hayvansal ve bitkisel materyaller bitki besin maddesi kapsamaları yn ile oldukça değerli organik gübrelerdir. Ülkemizde kompost üretimi özel girişimcilerle gerçekleştirilmektedir, çok sayıda üretici firma tarafından çiftçiye çok sayıda farklı bitkisel ve hayvansal kökenli organik gübre arz edilmektedir. Bitkisel ve hayvansal kökenli materyalin mikrobiyolojik fermentasyon ile olgunlaşması yoluyla elde edilen kompostların yapımında yararlanılan materyallerin içeriği ve çeşitliliği nedeniyle barındırabileceği olası patojen mikroorganizmaların gerek kompostun içerisinde gerekse uygulanan tarım toprakları ve o topraklarda yetiştirilen ürünlerde izlenmesi nedeniyle gıda güvenliği bakımından üzerinde hassasiyetle durulması gereken ayrı bir değerlendirmeye gereksinim duyulmuştur.

Halen lkemizde T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından 4.Haziran.2010 tarih ve 27601 sayı ile çıkartılan “Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler İle Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Diğer rnlerin retimi, İthalatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik” in 6.

maddesinde (6.1 ve 6.2) “Hayvansal orijinli hammaddeler kullanılarak elde edilen organik gübrelerdeki zararlı mikroorganizma seviyeleri aşağıdaki değerleri geçemez” ibaresiyle belirtilen sınır değerleri ilan edilmiştir. Bu bağlamda piyasaya arz edilen bitkisel ve hayvansal kökenli organik gübrelerin mikrobiyolojik kalite kontrol ve dinamikleri yönünden araştırılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Araştırmamızda Türkiye’de üretilen bitkisel ve hayvansal kökenli 10’ar farklı katı ve sıvı kompostta; bu yönetmelikte önerilen toplam bakteri (anaerob), maya-küf, toplam koliform, fekal koliform, *Escherichia coli*, *Clostridium spp.*, *Salmonella spp.*, Enterobacteriaceae, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus anthracis*, *Bacillus cereus* ve *Mycobacterium spp.* analizleri ve sayımları yapılmıştır. Mikrobiyolojik kalite analizlerinde elde edilen veriler yönetmelikte istenen standartlarla karşılaştırılmıştır. Çalışmamızda ayrıca aynı kompost ve sıvı kompost örneklerinin bitki patojeni bakteriler (*Clavibacter spp. TEM*, *Pseudomonas fluorescens TEM*) ve funguslara (*Alternaria spp. TEM*, *Fusarium solani TEM*, *Fusarium moniliforme ZF*, *Fusarium oxysporum ZF*, *Pyricularia oryzae ZF*, *Verticillium spp. ZF*) karşı antimikrobiyal aktiviteleri araştırılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Organik Tarım

Organik tarım, bitkisel veya hayvansal üretimi doğanın dengesini bozmadan yapmak amacıyla uygun ekolojiler seçerek yapay kimyasal girdi kullanmadan sadece kültürel önlemler, biyolojik mücadele ve organik kökenli girdiler kullanılarak yapılan bir tarım şeklidir. Organik tarımın amacı, toprak ve su kaynakları ile havayı kirletmeden çevre, bitki, hayvan ve insan sağlığını korumaktır (Yüksel, 2008).

Çevrenin, doğal kaynakların korunması ve bozulan ekolojik dengenin yeniden tesisi, sürdürülebilir tarım, toprağın yaşatılması, flora ve faunanın korunması biyolojik çeşitliliğin devamı ve kimyasal kirlilik ile zehirli kalıntının da sonlandırılması temel amaç olmuştur. Günümüzde tüm dünyada çevrenin, insan ve toplum sağlığının korunması konusunda ülkelere göre farklı düzeylerde olmakla birlikte büyük gelişmeler meydana gelmiştir.

Bu üretim şeklini ne “gübresiz ve ilaçsız tarım” ne de “doğal tarım” yöntemleriyle karıştırmamak gerekir. Organik tarımın kendine özgü standartları vardır (Kırımhan, 2005). Organik tarım; çiftliğin yönetiminden, ürünlerinin pazarlanmasına kadar kendi özel prensip ve uygulamaları olan, sürdürülebilir tarım sistemlerine bir yaklaşım olarak görülebilir (Demiryürek, 2004). Kısaca, organik tarım kimyasal girdi kullanmadan, üretimden tüketime kadar her aşaması kontrollü ve sertifikalı tarımsal üretim biçimidir. Bu sürecin tüm aşamaları ulusal ve uluslararası geçerliliğe sahip kurallara göre yapılmakta ve bu standartlara uygunluk bağımsız kuruluşlarca kontrol edilerek, sertifikalandırılmaktadır. Bu sayede, organik ürünlere yönelik tüketici güveni sağlanmaktadır (Demiryürek ve Bozoğlu, 2007).

Özer vd., (2003)'de organik tarım uygulama prensiplerinin çerçevesini çizmek üzere geleneksel tarım adını verdikleri entansif tarımla organik tarımın karşılaştırmasına yer vermişlerdir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Geleneksel Tarım ve Organik Tarım Karşılaştırması (Özer vd., 2003)

Geleneksel tarım	Organik tarım
Planlı ekim nöbeti yoktur	Zorunludur
Hastalıklar, zararlılar ve yabancı otlar tamamen yok edilmez	Kontrol edilir - yok edilmesine çalışılır
Hızla organik madde sağlama ve humuslaşma	Toprakta organik madde biriktirme
Toprak canlılarına yaşam ortamı	Yaşam ortamının bozulup, düzelmesi
Toprak işleme düzensizdir. 30-40cm alt üst edilir. Gübreleme maliyeti yüksektir	Toprak uygun şekilde işlenir,. Gübreleme mâliyeti düşüktür, çünkü hayvan ve bitki artıkları değerlendirilir
Doğal yapı devamlı bozulur	Doğal yapı korunarak devamlı kendisini yeniler
Yaban hayatını olumsuz etkiler	Yaban hayatının devamını sağlar

2.2. Organik Tarımın Amaçları

Tarımın insan yaşamındaki ilk yıllarından yakın yüzyıla kadar, çiftçiler kimyasal girdilere bağımlı değillerdi. Kimyasal ilaç ve gübre kullanımı bilinmiyordu. Ancak gelişen sanayi ve teknoloji ile birlikte yüzyılımızın başlarından itibaren çiftçiler gittikçe artan bir şekilde her geçen gün daha fazla kimyasal (ilaç-gübre) girdi bağımlılığı içine sürüklenmeye başlamıştır. Bu eğilimin ilk olumsuz etkileri de, çok geçmeden yine bu kimyasalları ilk kullanmaya başlayan batı ülkelerinde görülmüştür. Böylece kimyasallar ile yapılan tarım üretimine alternatif arayışlar da ilk kez bu ülkelerde yüzyılımızın başlarında başlatılmıştır (Tozan ve Ertem, 1998).

Organik tarıma geçiş nedenleri aşağıdaki şekilde maddelendirilebilir (Zengin, 2007) ;

- Gelecek nesilleri korumak,
- Üretim amacıyla aşırı düzeyde uygulanan gübre, tarımsal ilaç ve bitki gelişim düzenleyicilerinin toprak ve bitkilerdeki kalıntılarının toprak yapısına, toprak canlılarına ve yeraltı sularına karışarak gerek insan ve gerekse çevre sağlığını olumsuz etkilemesi.
- Kimyasalların insanlar, çevre ve hayvanlar üzerindeki olumsuz etkilerinden korunmak,
- Modern tarımda monokültür yetiştiriciliğın ön planda olması sebebiyle toprakların tek yönlü olarak sömürölmesi,
- Toprak verimliliğini ekolojik koşulları göz önüne alarak doğal yollarla uzun dönem için sağlamak,
- Toprak ve genetik kaynak erozyonunu önlemek,
- Su miktar ve kalitesini korumak,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak ve enerji tasarrufu yapmak,
- Üretici ve tarımsal işletmelerde çalışan insanların sağlığını korumak,
- Küçük çiftçilerin güvenliğini üretim döngüsü veya gelir düzeylerini arttırarak sağlamak,
- Ekonomiyi desteklemek,
- Sağlıklı ve besin kalitesi yüksek ürün elde etmektir.

2.3. Organik Tarımın İlkeleri

Organik tarımda bitkisel ve hayvansal ürünler için farklı üretim yöntemleri bulunmakla birlikte IFOAM'a (Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu) göre ortak ilkeler altında yapılması gerekenler şu şekilde sıralanmaktadır;

- Tarımsal üretimde, üretim ile ilişkili tüm faktörler ve olaylar bir bütün halinde dikkate alınarak, organik üretim yapan işletmenin kendi kendine yeterliliği sağlanmalıdır. Bunun için toprak, bitki hayvan ve insan arasındaki doğal döngünün, yerel kaynaklar ve doğal kökenli hammaddeler kullanılarak, mümkün olduğunca işletmenin kendi içinden veya yakın çevresinden sağlanmasına gayret edilmelidir.
- Tarımsal üretimle beraber ortaya çıkan ve yakın çevreden temin edilen tüm ham maddelerin ve diğer işletme girdilerinin çevreyi tehdit edici etkileri ortadan kaldırılmalı veya bunlardan tamamen kaçınılmaya çalışılmalıdır.
- Toprağın iyileştirilmesi, içinde bulunan organizmaların korunması ve beslenmesi sağlanmalı; toprağın verimliliği doğal yollarla arttırılmalıdır. Bunu sağlamak için münavebe ve organik gübreleme yapılarak, uygun toprak işleme yöntemleri kullanılmalıdır.
- Bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı direnci bazı ek desteklerle arttırılmalıdır. Çok yıllık bitkilerde, bitki altına ve/veya sıra aralarına yapılacak ekimlerin mevcut ekolojik çevreye uygun ve dengeli karışımlar halinde hazırlanıp uygulanması, yapılacak münavebelerde karışımın baklagil miktarının yüksek tutulması, bitkisel üretim ve hayvancılığın kombine edilerek yapılması, uygun ekim dikim zamanı veya aralık mesafelerin ayarlanması gibi uygulamalarla bitkilerin direnci arttırılmasına özen gösterilmelidir.
- Tarımsal üretimde, verim ve kalite arasındaki ters orantı dikkate alınarak, aralarında denge kurulmalıdır. Organik tarımda bu denge oluşturulurken, kalitenin ürün miktarına göre öncelikli olduğu göz ardı edilmemelidir.

Bu ilkeler altında ülkesel ve yöresel koşullar göz önünde bulundurularak organik tarım aktivitesi değişkenlik kazanabilmektedir. Bütün ilkeler birlikte değerlendirildiğinde, organik tarımın belirli kültürel ortamdaki sosyal, ekonomik ve organik faktörlerin dengeli gelişimini sağladığı öngörülmektedir. Kültürel yapı

içinde tüm faktörlerin birleştiği sistem organik tarım olarak ifade edilmektedir (Kırmacı, 2003) .

2.4. Organik Tarımın Avantajları

Türkiye'de sentetik kimyasallar çiftçilerin büyük bir kısmı tarafından ya çok az kullanılmakta, ya da hiç kullanılmamaktadır. Bu nedenle ekolojik tarıma geçişin kolay olması beklenebilir.

- Üretici geliri ürüne bağlı olarak artmaktadır. (Ortalama yüzde 10 artış olduğu tahmin edilmektedir).
- Fiyatı hızla artan kimyasal gübre, pestisit ve enerji girdilerinden tasarruf edilmektedir.
- Sözleşmeli tarımla üreticinin tüm ürününün alınması garanti edilmektedir. Ekolojik ürünlerin ihrac fiyatı diğer ürünlerden yüzde 10-20 oranında daha yüksektir.
- Organik ürünlerin ihracatı ile Türkiye tarım ürünleri için ilave bir kapasite yaratılmaktadır. Dolayısıyla ihrac edilen her ton daha önce ulaşamayan tüketici kitlesine gitmektedir.
- Özel bilgi isteyen organik tarım modeli ziraat mühendisleri için yeni istihdam sahaları yaratmaktadır (Organik Tarımda Biz, 2009).

Ayrıca, doğal ortamdaki biyolojik çeşitliğinin yok olmasının önlenmesi, dolayısıyla gıda güvenliğinin yanı sıra tat ve görünüş bakımından gıda kalitesinin sağlanması, küçük çiftçilerin desteklenmesi, pazar imkanlarının varlığı, ihracatı teşvik etmesi, büyük mali yük getiren tarımsal girdileri azaltması, kırsal kalkınma ve yaygın sosyal kalkınma sağlanması gibi pek çok avantajı barındırmaktadır (Bakırcı, 2005).

2.5. Organik Tarımın Dezavantajları

Türkiye’de tarımsal ürün arzında yıldan yıla önemli dalgalanmalar görülmektedir. Hızla artıp gençleşen nüfus, tüketim düzeyinin ve çeşitliliğinin sürekli artması ve çevredeki ülkelerin hemen hepsinin tarımsal ürün talep eden özellikleri sebebiyle organik tarımın kısa vadede gelişmesi zor görünmektedir.

- Organik tarım yöntemiyle bitkisel üretimde ortaya çıkan bir sorun, arazilerin çok küçük, parçalı ve birbirine yakın olmasıdır. Bu durum organik üretimi olumsuz yönde etkiliyor. Çünkü organik üretim yapan bir işletmenin çevrede üretim yapan diğer klasik işletmelerde kullanılan kimyasallardan etkilenmemesi mümkün değildir.
- Ekolojik tarım sisteminde yetiştirilen ürünlerin pazarlanması özellikle iç piyasa için yeni ve belirsiz bir konudur.
- Konunun yeni olması nedeniyle yeterli tarımsal yayım çalışmaları ve eleman bulunmaması da muhtemel dezavantajlardan birisidir (Organik Tarımda Biz, 2009).

2.6. Dünyada Organik Tarım

2.6.1. Dünyada organik tarımın benimsenmesinde etkili olan unsurlar

Neden çiftçilerin organik tarımı benimsedikleri birçok araştırmanın konusunu oluşturmuştur. Ancak belirlenen motivasyon kaynakları çalışmadan çalışmaya değişmektedir. Genel olarak konvansiyonel tarımdan organik tarıma geçişte etkili unsurlar beş kategoride sınıflandırılabilir.

1. Toprak erozyonu ve hayvanların sağlığının kötüye gitmesi gibi konvansiyonel tarımla ilgili geçmiş problemlere çare bulmaktır.
2. Mali nedenler, mevcut ekonomik problemlerin çözülmesi ve çiftliğin uzun dönemde varlığını sürdürebilmesidir.
3. Bazı kimyasal maddelerin uygulanması sonucu oluşabilecek sağlık problemlerinden kaçınma gibi kişisel nedenler olabilmektedir.
4. Felsefi, politik, dini veya çevrecilik gibi genel etmenlerdir.
5. Organik girdi satıcıları, aile üyeleri, arkadaşların teşvikleri ve organik tarım tanıtım toplantılarına katılım gibi sosyal çevreden gelen teşvikler de yapılan araştırma sonuçlarına göre önemli etkenler arasındadır (Demiryürek, 2004).

2.6.2. Dünyada organik tarım tarihi gelişimi

Organik tarımın tarihçesine ilişkin bilgiler 100 yıl öncesine kadar uzanmaktadır. Amerikalı bilim adamı F.H. King'in, 1900'li yıllarda Çin, Kore, Japonya gibi ülkelerde tarımı inceleyerek yazmış olduğu ve 1911'de yayımlanan "40. Yüzyılın Çiftçileri" adlı kitap, organik tarımla ilgili birçok çalışmaya kaynak teşkil etmiştir (Babaoğlu, 2006). Çevreye dost üretim tekniklerini içeren ve üreticiden tüketiciye dek tüm zincirde refahın arttırılmasını hedefleyen organik tarım sisteminin yıllar boyunca geçirdiği süreç incelendiğinde, tarımda kimyasal kullanımının başladığı 1900'li yılların ilk yarısında Avrupa'daki bazı öncülerin

toprak verimliliği kavramına farklı yaklaşımlar sergileyerek organik tarımın temelini oluşturdıkları görülmektedir (Aksoy, 2001).

Bu konudaki çalışmayı İngitere’de Albert Howard’ın ‘Tarımsal Vasiyetnamesi’nin 1940 yılında yayınlanması takip etmiştir. Diğer Avrupa ülkelerinde ise alternatif tarım arayışının öncüleri arasındaki Dr. Rudolf Steiner 1924 yılında Biyodinamik (Biyolojik-Dinamik) Tarım Yöntemini geliştirmiştir. Bir diğer alternatif arayış ise 1930’lu yıllarda İsviçre’de Müeller ve Rusch, ekolojik tarımın ilkelerinin bir bölümünü oluşturan Kapalı Sistem Tarımı (en az dış girdi gereksinimi olan tarım şekli)dir. Lemaire-Boucher Fransa’da aynı konuda bazı algilerin bitkilerde doğal dayanıklılığının arttırılması amacıyla kullanılabileceğini tespit etmişlerdir (Altındışli, 2007).

1. ve 2. Dünya Savaşları sırasında popüler olan organik tarım 1950 yılından sonra önemini yitirmiş, sağlanan ekonomik katkılar ve aşırı desteklemeler sonucu ekstansif tarım süratle yayılmış, makineleşme, kimyasal ilaçlar ve gübreler ile kimyasal katkı maddeleri kullanılmaya başlamıştır. Savaş sonrası dönemde insanlığın ana hedefi, ucuz gıda maddesi üretmek ve bulduğu gıda maddeleri ile sadece karnını doyurmak olmuştur. 60’lı yılların sonunda Avrupa Topluluğunun kurulması ve uyguladığı tarımsal destekleme politikaları, 1970’de pestisitlerin ve kimyasal gübrenin keşfi de bu gelişmeye katkıda bulunmuştur (Aksoy, 1999).

Tarımdaki değişim teknolojinin ve sanayinin gelişimi ile hız kazanmıştır. Özellikle hızlı nüfus artışı ile birlikte 1960-1970’li yıllarda tarımda Yeşil Devrim adı verilen değişim başlatılmıştır. Bu amaçla değişimde sadece verim artışı hedeflenmiş, sentetik kimyasal tarım ilaçları ve mineral gübrelerin kullanımı artmıştır. Bu girdilerin yarattığı olumsuz etkiler ilk önce yoğun olarak kullanıldığı gelişmiş ülkelerde görülmüş, buna bağlı olarak 20. yüzyılın başında konvansiyonel tarım yönetimine alternatif arayışları başlatılmıştır (Eşiyok vd., 2003).

“Yeşil Devrim” olarak adlandırılan bu tarımsal üretim artışının dünyadaki açlık sorununa bir çözüm getirmediğini, aksine doğal dengeyi ve insan sağlığını süratle bozduğunu gören kişi ve gruplar bu konuda araştırma yapmaya başlamışlardır. Bu araştırmaların sonucunda bilim çevreleri ve sivil toplum örgütlerinin baskısıyla 1979’dan itibaren DDT grubu pestisitlerin kullanımı ABD’den başlayarak tüm dünyada yasaklanmıştır. Bu durumda organik tarım tekrar gündeme gelmiş, 1980 yılından sonra da tüketicilerin baskısıyla aile işletmeciliğinden çıkarak ticari bir boyut kazanmıştır (Gök, 2008).

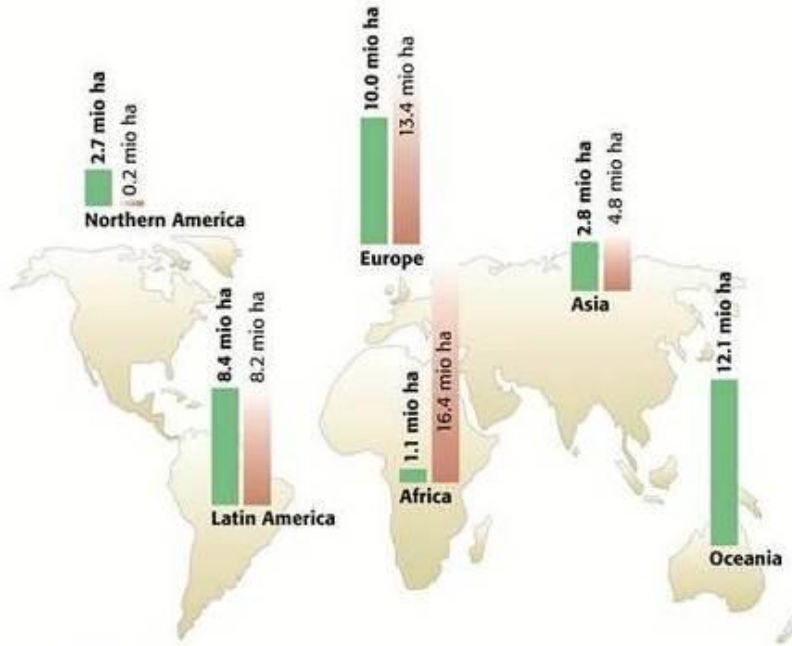
Bu yıllara kadar her ülke ekolojik tarım konusundaki çalışmalarını bağımsız olarak sürdürürken, 1972 yılında kurulan IFOAM’nun organizasyonu altında toplanmışlardır. Üç kıtadan 5 kurucu organizasyon tarafından oluşturulan IFOAM tüm dünyadaki organik tarım hareketlerini bir çatı altında toplamayı, hareketin gelişimini sağlıklı bir şekilde yönlendirmeyi, gerekli standart ve yönetmelikleri hazırlamayı, tüm gelişmeleri üyelerine ve çiftçilere aktarmayı amaçlamıştır. Bu kuruluşa bağlı birçok komite, çalışma ve etki grupları bulunmaktadır. IFOAM, tüm dünyada organik üretime ilişkin kuralları ilk olarak tanımlayan ve yazıya döken kuruluştur. Temel İlkeler olarak geliştirilen kurallar dizini 1998 yılında IFOAM Temel Standartları olarak modifiye edilmiş ve genel kurul tarafından kabul edilerek yürürlüğe girmiştir (Çakmakçı ve Erdoğan, 2005).

Avrupa Birliği 1991 yılında 2092/91 sayılı yönetmeliği çıkararak ekolojik tarımı desteklemiştir. Kuruluş AB Birleşmiş Milletler Tarım-Gıda Örgütü’ nün (FAO) uyguladığı politikalarda sürdürülebilirlik ve gıda güvenliği kavramlarını ön plana çıkararak ekolojik tarımı desteklediğini, buna paralel olarak Dünya Ticaret Organizasyonu (WTO) ve Uluslararası Doğa Koruma Birliği (IUCN) gibi uluslararası kuruluşlarında da aynı şekilde ekolojik üretimi alternatif bir üretim şekli olarak önerdiğini iletmiştir (Deniz, 2009).

2.6.3. Dünyada organik üretime ait istatistiki veriler

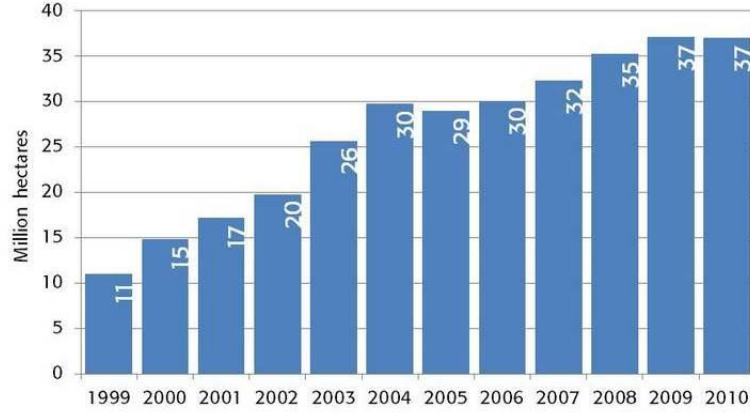
Dünyada organik tarım önce gelişmiş ülkelerde, daha sonra gelişmekte olan ülkelere başlamıştır. Dünyada yaklaşık 130 ülkede organik tarım ürünleri ticari boyutta yapılmakta ve organik tarım alanları hızlı bir şekilde artmaktadır. Bunlardan Türkiye'nin de içinde bulunduğu gelişmekte olan ülke sayısı 90, az gelişmiş ülkelerin sayısı ise 15'dir.

2012 yılında yapılan araştırmaya (FİBL, IFOAM Survey 2012) göre, dünya çapında yaklaşık 37,1 milyon hektar alanda 600.000'den fazla çiftlik tarafından organik tarım faaliyeti gerçekleştirilmektedir. Yaklaşık 12.1 milyon hektar alan ile Avustralya/Okyanusya en büyük organik tarım arazisine sahiptir. Onu sırasıyla 10.0 milyon hektar alan ile Avrupa, 8.4 milyon hektar ile Latin Amerika, 2.8 milyon hektar ile Asya, 2.7 milyon hektar alan ile Kuzey Amerika takip etmektedir. Son sırada ise 1.1 milyon hektar ile Afrika yer almaktadır. Kıtalar itibariyle, Avustralya'da, tarımsal araziler içinde organik tarıma ayrılan alanın payı % 2.6 ile en yüksek seviyededir (Şekil 2.1). Ayrıca yıllara göre organik tarımın artışı da Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Dünyadaki Organik Tarımın Alanlarının Kıtalar Göre Dağılımı (Hektar)

(FIBL-IFOAM , Survey 2012)



Şekil 2.2. Yıllara Göre Organik Tarımın Artışı

(FIBL-IFOAM ,Survey 2012)

2.7. Türkiye’de Organik Tarım

2.7.1. Türkiye’de organik tarımın benimsenmesinde etkili olan unsurlar

Çoğu Avrupa ülkesi ve ABD’de organik tarımın gelişimine çiftçiler öncülük etmesine karşın, Türkiye’de organik tarım Avrupalı özel organik tarım şirketlerinin elemanlarınca çiftçilere tanıtılmış ve benimsetilmiştir (Aksoy ve Altındişli, 1999). Başka bir anlatımla, Avrupa ve ABD’de organik tarımın yapılanması üreticiden başlayarak (arz kaynaklı) aşağıdan yukarıya doğru iken; Türkiye’de organik tarımla ilgilenen şirketlerden üreticiye doğru (talep kaynaklı) yukarıdan aşağıya bir yapılanma söz konusudur (Demiryürek, 2000). Bu durumda, Türkiye’de çiftçilerin organik tarımı benimsemelerinde etkili olan faktörler ve bunların öncelik sırasının, dünyadaki motivasyon unsurlarından farklı olması beklenebilir.

Türkiye’de bu konuda yapılan çalışmalar (Olhan, 1997; Demiryürek, 2001; Kenanoğlu ve Miran, 2002) incelendiğinde, yetiştiricilerin organik üretime geçmelerinde ekonomik faktörlerin (özellikle prim fiyat ve pazar garantisi) en etkili motivasyon unsuru olduğu belirlenmiştir.

2.7.2.Türkiye’de organik tarımın tarihi gelişimi

Türkiye’de organik tarım yabancı alıcıların talepleri ile 1984 yılında sözleşmeli yetiştiricilik şeklinde başlamıştır. Daha sonra ithalatçı işletmeler Türkiye’de irtibat büroları açarak, kendi organik tarım ağlarını oluşturmuştur. Organik tarım üretimi iç piyasadan çok ihracata yönelik olarak gelişmiştir. Kuru üzüm ve kuru incir üretilen ilk organik ürünler olurken, daha sonra kuru kayısı ve fındık üretimine geçilmiştir. Başlangıçta yalnızca ham ürün olarak değerlendirilen organik ürünler, günümüzde işlenerek katma değeri arttırılmış ürün şeklinde piyasaya sunulmaktadır.

Ekolojik tarımın sağlıklı ve dengeli gelişimini gerçekleştirmek, ilgili birimleri bir araya getirmek, eğitim ve araştırmaları desteklemek amacıyla 1992 yılında Ekolojik Tarım Organizasyonu (ETO) Derneği kurulmuştur. Dernek ekolojik tarımla ilgili tüm faaliyetlerde yer almakta ve destek vermektedir (Altındişli, 2002).

Ülkemizde ithalatçı firmaların istekleri doğrultusunda ihracata yönelik olarak başlayan ve önceleri ithalatçı ülkelerin bu konudaki mevzuatına uygun olarak yapılan üretim ve ihracata, 1991 yılından sonra Avrupa Topluluğu yönetmeliği doğrultusunda devam edilmiştir. Avrupa birliği 2092/91 sayılı yönetmeliği 14 Ocak 1992 tarihinde yayımlamıştır. İhracat için uyum zorunluluğu getirmektedir. Avrupa Birliğindeki bu gelişmelere uyum sağlamak üzere Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı çeşitli kurum ve kuruluşların işbirliği ile yönetmelik hazırlama çalışmalarına başlamış ve ‘Bitkisel ve Hayvansal Ürünlerin Ekolojik Metotlarla Üretilmesine İlişkin Yönetmelik’ 24 Aralık 1994 tarih ve 22145 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Daha sonra adı geçen yönetmeliğin bazı maddelerinde değişiklik yapılarak ekolojik tarım faaliyetleri sırasında yapılacak kusur ve hatalara karşı uygulanacak yaptırımların da yönetmelikte yer alması sağlanmıştır. Düzeltme metni 29 Haziran 1995 gün ve 22328 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir (Kirazlar, 2001).

‘Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik’ 11.07.2002 tarih ve 24812 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiş, önceki yönetmelik ise yürürlükten kaldırılmıştır.

Tarımda kullanılan organik, organomineral, özel mikrobiyal ve enzim içerikli organik gübreler ile toprak düzenleyicilerin üretimi, ihracatı, ithalatı, piyasaya arzı ve denetimine dair Tarım ve Köy işleri Bakanlığının 25452 sayılı yönetmeliği 04.05.2004 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bundan sonra ise ‘Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik’ hazırlanarak 10.06.2005 tarih ve 25841 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu Yönetmelikte AB mevzuatına uyum ve ülke koşulları dikkate alınarak üç kez değişiklik yapılmıştır (Zengin, 2007). AB’nin organik tarımla ilgili 2092/91 sayılı mevzuatı 1 Ocak 2009’dan itibaren yürürlükten kalkmış 234/2007 EC ve 289/2008 EC sayılı direktifleri yürürlüğe girmiştir. AB’nin yeni mevzuatına uyumlu “Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik” 18.08.2010 tarihli ve 27676 sayılı Resmi Gazete’de, Yönetmelik değişikliği de 06.10.2011 tarihli ve 28076 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Organik tarım kanun ve yönetmelik esaslarına göre üretilen bitki ve hayvansal ürünler organik olarak değerlendirilmekte ve yönetmelikte ayrıntıları verilen etiket ve özel organik tarım logosu ile pazarlanmaktadır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Organik Tarım Logoları

(Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, 2012)

2.7.3. Türkiye’de organik üretime ait istatistiki veriler

Ülkemizde sözleşmeli yetiştiricilik sistemi ile başlayan organik tarım ürünleri üretimi, konvansiyonel ürünlerde olduğu gibi talep yaratma çabalarının yoğunluk kazanması sonucu bağımsız projelerle gerçekleştirilen üretim biçimiyle de desteklenmeye başlamıştır. Dış pazarlarca talep edilen çeşitlerin, talep edilen miktarlarda üretilmesiyle başlayan organik tarım ürünleri üretimi, 2000’li yıllarda yeni bir boyut kazanmıştır. Kuru incir, kuru üzüm ve kuru kayısı ile başlayan organik tarım ürünleri üretimi; bitkisel ürünler, işlenmiş gıda ürünleri ve diğer tarım ve gıda ürünleri olarak sınıflandırabileceğimiz sektörel yelpazeye ulaşmıştır. 1990’lı yıllara kadar 8 adet olan organik ürün çeşidi, daha sonraki yıllarda yurt dışı taleplerine bağlı olarak artmıştır. Çizelge 2.2’de görüldüğü gibi 2010 gelindiğinde üretilen ürün çeşidi 216’a ulaşmış, 42.097 üretici 358.180 hektar alanda 1.343.737 ton organik tarım ürünü elde edilmiştir (TUGEM, 2010).

Çizelge 2.2. Genel Organik Tarımsal Üretim Verileri (Geçiş Süreci Dahil) (TUGEM, 2010)

Yıllar	Üretici	Ürün Çeşidi	Üretim Alanı(Ha.)	Toplam Alanı(Ha.)	Toplam Alan(Ha.)	Üretim Miktarı(Ton)
2002	12.428	150	57.365	32.462	89.827	310.125
2003	14.798	179	72.559	40.253	113.621	323.981
2004	12.806	174	106.127	100.975	209.572	378.803
2005	14.401	205	89.173	110.677	203.811	421.934
2006	14.256	203	91.122	92.514	192.788	458.095
2007	16.276	201	113.242	50.020	174.283	568.128
2008	14.926	247	102.755	57.496	166.883	530.225
2009	35.565	212	300.924	175.810	501.641	983.715
2010	42.097	216	358.180	126.251	510.033	1.343.737

2007 yılı itibariyle ülkemizde 10.553’ü sertifikalı ve 5.723’ü geçiş sürecinde olmak üzere toplam 16.276 üretici bulunmaktadır. Sertifikalı organik üreticilerin bölgelere göre organik üretim alanının dağılımı incelendiğinde; Ege Bölgesi birinci sıradadır, bunu İç Anadolu Bölgesi, Doğu Anadolu, Karadeniz Bölgesi takip etmektedir. Çizelge 2.3’te de görüldüğü gibi illere göre bakıldığında İzmir ili Organik Tarım Üretimi ve İhracatında ön sıradadır (TÜİK, 2010).

Çizelge 2.3. İzmir İli Organik Tarım Üretimi (TÜİK, 2010).

	İZMİR	TÜRKİYE	İZMİR'İN PAYI (%)
Çiftçi Sayısı	1 702	16 256	10
Üretim Alanı (ha)	355 640	1 742 840	20
Üretim (Ton)	25 376	568 128	4
Ürün Çeşidi	84	135	62

Organik tarım sektörü ülkemiz için gerek ekonomik gerekse sosyal bakımdan en önemli sektörlerden birisidir. Gelişmiş ülke toplumlarının gün geçtikçe organik tarım sektörüne, ürünlerine daha bir önem vermeleri ve bu konuda oldukça seçici davranmaları ülkemizde organik içerikli kompostların kullanımını gündeme getirmiştir.

2.8. Kompost ve Kompostlama

2.8.1. Kompost

Kompost birçok ülkede tarım toprakları için etkili bir organik şartlandırıcı olarak kullanılmakta olup, yüksek miktarda kararlı organik madde içermesinden ve besin elementlerinin varlığından dolayı tercih edilmektedir. Türkiye’de kompost ile ilgili yasal düzenlemeler Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilmiştir. Bu yönetmeliklerde “kompost: organik esaslı katı atıkların oksijenli ve oksijensiz ortamda ayrıştırılması suretiyle üretilen toprak iyileştirici madde” olarak tanımlanmıştır (Çevre Bakanlığı, 1998,). Bitkisel üretimde verimliliğin artırılması, toprakların fiziksel ve kimyasal yapısının iyileştirilmesi, insan sağlığının korunması ve çevre kirliliğinin önlenmesi amacıyla çok çeşitli organik kompostlar üretilmektedir. Bitkisel ve hayvansal kaynaklı kısmen parçalanmış, tarımsal, endüstriyel ve şehir atıkları kompost olabilmektedir.

2.8.1.1. Kompost materyalleri

Neler kompostlaştırılabilir sorusuna “Bir zamanlar bitki olan tüm materyaller” şeklinde cevap verilebilir. Bitkisel artıklar azot (N) ve karbon (C) içermektedir. Bu materyalleri “yeşil” ve “kahverengi” şeklinde iki gruba ayırmak mümkündür. İyi bir N kaynağı olan materyal “yeşil” diye adlandırılır ve düşük C/N oranına sahiptir (<25:1, 30:1). Taze olan ancak her zaman yeşil olmayan materyaller, mikroorganizmaların azot (N) ihtiyacını karşılarlar. Hayvan gübresi, inorganik azotlu gübreler, mutfaktaki sebze artıkları, yeşil yapraklar ve çim artığı, yumurta kabukları, kahve taveleri, çay yaprakları, biçilmiş çim (ilkbahar/yaz), saç, evcil hayvan tüyleri, bahçe atıkları, budanan yeşil dallar, temizlenen otlar bu gruba girmektedir.

Azota nazaran daha fazla C içeren (>25:1, 30:1) materyaller “kahverengi” olarak adlandırılır. Kahverengi atıklar kuru ve ölü materyaller olup, mikroorganizmaların karbon (C) ihtiyacını karşılarlar ve yavaş parçalanır. Kuru yaprak, dal, ot, ağaç kabukları, mukavva kutuları, gazete kağıtları, saman, bozulmamış saman balyası ve silaj, budama artığı, kağıt, hızar talaşı bu gruba örnek olarak verilebilir.

İyi bir kompost oluşumu için yeşil ve kahverengilerin bir denge içinde olması gerekmektedir. Hızlı bir parçalanma için optimum C/N oranı 30/1’dir. Azot parçalanmayı sağlayan mikroorganizmaların çoğalması için gerekli olan proteini, karbon ise enerji ihtiyacını karşılamaktadır.

1960’lı yıllarda bitkisel ve hayvansal kökenli atıkların yanı sıra endüstriyel atıkların da yetiştiricilikte değerlendirilmesi konusundaki çalışmalar hız kazanmış ve hem yabancı ülkelerde hem de ülkemizde çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Yapılan bu araştırmalarda olumsuz özellikler taşımayan veya çok az olumsuz özelliklere sahip atıkların yetiştiricilikte kullanılmaları sonucunda bitki gelişimi ve toprak özellikleri üzerine önemli etkiler yapabileceği bildirilmiştir (Kütük, 2000). Değişik organik atıklarla gerçekleştirilen çalışmalarda ürün miktarı ve toprak özellikleri üzerine atıkların olumlu etki yaptıkları saptanmıştır (Aydeniz ve

Danışman, 1983; Brohi, 1989; Kovancı vd., 1989; Ergene, 1991; Singh et al., 1991; Gök ve Oruç, 1993).

Komposta konulmaması gereken malzemeler ise plastik, metal, cam gibi organik olmayan malzemeler, hastalıklı bitkiler, çok yağlı gıdalar, et, balık, kemik, süt ürünleri, sigara külü, izmariti, kedi, köpek gibi et yiyen evcil hayvanların atıkları (dışkıları, kumları v.s.) dır.

2.8.1.2. Kompostun faydaları

Kompostun biyolojik faydaları, mantar öldürücü ilaçları ve hastalığa sebep olan mikroorganizmaları yok edici yararlı organizmaları içermesidir. Kompost toprağa uygun oranlarda karıştırılırsa bitkilerin çoğunu birkaç yıl boyunca sağlıklı tutar. Kompost, biyokimyasal olarak ayrışabilir çok çeşitli organik maddelerin organizmalar tarafından stabilize edilmiş, mineralize olmuş ürünleridir. Kompost önemli miktarda azot, fosfor, potasyum içeriği ile yavaş reaksiyon gösteren organik gübre olarak dikkate alınır. İçeriğinde mikroelementlerin hepsi vardır. Yüksek oranlardaki mineral gübrelemeye karşı tampon etkisi gösterir. Besin maddelerinin bitkilerce daha iyi kullanılmasını sağlar.

Kompost ile ticari gübre birbirinin alternatifi değil tamamlayıcısıdır. Kompost içerisine belli oranlarda azot, fosfor, potasyum ilavesi ile üstün kalitede gübre eldesi mümkün olabilmektedir. Biri tek başına tüm yeterli besin maddelerini içermeyeceği gibi, diğeri de tek başına tüm organik maddeyi içeremez ve toprağın organik madde ihtiyacını karşılayamaz. Kompostun birincil faydası toprak yapısını ve özelliğini iyileştirmesidir. Topraktaki boşluk hacmini arttırarak toprağın kolay havalanmasını ve kolay işlenmesini sağlar, toprağın su tutma kabiliyetini arttırarak kurak mevsimlerde tuzlanmayı önler. Kompost organik madde oluşturmak için mükemmel bir kaynaktır. Organik madde inşa etmekle kalmayıp aynı zamanda toprak pH'sını dengeler ve nemin tutulmasına yardımcı olur (Erdin, 1977). Kompostun bahçivanlıkta, saksı karışımlarında ve fide yataklarında kullanımı ile mantar öldürücü ilaçların kullanımı azalmıştır. Kompostun mikorizanın büyümesini destekleyerek yararlı olduğu görülmüştür. Saksı karışımlarında kompost, köklerin kolayca büyüebilmesi için gereken

maddelerin çoğunu sağlar. Kök büyümesi için gereken hava boşluğu miktarını artırır. Diğer maddeler ile beraber kullanıldığında, su ve besin tutma kapasitesini artırır (Öztürk ve Bildik, 2005).

2.8.1.3. Kompostun kullanım alanları

- Süs bitkileri alanında;
 - Tarla güllerinin yetiştirilmesinde,
 - Sera bitkilerinin yetiştirilmesinde,
- Peyzaj mimarlığı uygulamalarında;
 - Yeni yerleşim alanlarında yeşil alanların yapılmasında, eskilerin de bakım işlemlerinde,
 - Yeni park ve bahçelerin kurulmasında ve eskilerin de bakımında,
 - Spor sahalarının çevre yeşillendirilmelerinde ve yeni yeşil alan entegrasyonunda,
 - Dere, akarsu ve benzeri kıyıların stabilitesinin sağlanmasında,
 - Eğimli yamaçların, otoyol kenarlarının stabilize edilmesinde ve yeşillendirilmesinde,
 - Püskürtme sistemi ile yamaçların yeşillendirilmesinde,
- Fidancılıkta;
 - Çeşitli fidan yetiştirmede,
- Tekrar kültüre alma, yeşillendirme;
 - Sanayinin neden olduğu peyzaj bozulma alanlarının yeniden yeşillendirilmesinde;
 - Deponilerde, taş ocaklarında, maden ocaklarında kum ve çakıl ocaklarında peyzaj düzenleme çalışması yaparken, yeterince ana toprak bulunmaması halinde, toprak yedeği ve iyileştiricisi olarak kullanılması,
 - Toprak kamulaştırılan, birleştirilen yerlerde toprak ıslahında kullanılması,
- Ses ve gürültü önleme perdelerinin inşaatında;
 - Dolgu maddesi veya üst örtü tabakasının maddesi olarak kullanılması,
- Üzüm bağlarında;
 - Toprağın özelliklerini iyileştirmek ve erozyonu engellemek için,
- Ormancılıkta;
 - Orman toprağını rejenere etmek ve iyileştirmek için kompost karışımlarının kullanılması,
- Biyofiltre tesislerinde;

- Hayvan atıklarının değerlendirildiği tesislerden, arıtma tesislerinden, hayvancılık sanayiinden veya diğer sanayii işletmelerinden gelen rahatsız edici koku ve sorununu elimine etmek için yaygın bir şekilde kullanılabilir.

2.8.1.4. Kompost karakteristikleri

Biyolojik ayrışma düzeyine ve son duruma bağlı olarak kompost 4 sınıfa ayrılabilir.

1. **Ham kompost:** Kompostlama için mekanik olarak işleminden geçen fakat dezenfeksiyon veya çürümeye uğramayan çöp kapsamındadır.
2. **Taze kompost:** Biyolojik ayrışma ve dezenfeksiyonun ilk aşamalarındaki kompost materyalleri kısmına girer.
3. **Olgun kompost:** Tamamen kompostlanmış ve dezenfeksiyona uğramış kompostlama ürünüdür.
4. **Özel kompost:** Eleme, balistik ayırma veya hava ile sınıflandırma, minerallerin eklenmesi veya her ikisi ile birden işlem görmüş komposttur.

Çizelge 2.4'te olgunlaşmamış ve olgun kompost arasındaki fark gösterilmektedir.

Çizelge 2.4. Olgunlaşmış ve Olgunlaşmamış Kompostlarda Rastlanan Özellikler (Erdin, 1996)

Olgun Kompostlarda	Olgunlaşmamış Kompostlarda
Azot nitrat olarak bulunur	Azot amonyum olarak bulunur
Kükürt sülfat olarak bulunur	Kükürt kısmen sülfid olarak bulunur
Oksijen gereksinimi azdır	Oksijen gereksinimi fazladır
Çürüme tehlikesi yoktur	Çürüme tehlikesi vardır
İz besin elementleri tespit edilmiştir, bitki alabilir	İz besin elementleri tespit edilmemiştir, yıkanabilir
Fazla miktarda vitamin ve antibiyotikler vardır	Az miktarda vitamin ve antibiyotikler vardır
Toprakta konaklayan bakteri, mantar ve küçük hayvan sayısı fazladır (Devamlı Humus Konukçuları)	Organik madde ayrıştıran bakteriler ve mantarlar fazladır (Besin humusu konukçuları)
Genellikle devamlı humus vardır	Genellikle besin humusu vardır
Su tutma özelliği fazladır	Su tutma özelliği azdır
Kil-Humus kompleksi vardır	-Kil-Humus kompleksi yoktur



Şekil 2.4. Oluşumu Yeni Bitmiş Bir Kompost Örneği (Erdin, 1996)



Şekil 2.5. Depolanıp Kullanıma Hazır Hale Gelmiş Bir Kompost Örneği (Erdin, 1996)

2.8.2. Kompostlaştırma

Gerek ulusal yönetmelikler gerekse de uluslararası direktifler atıkların yeniden kullanım, geri dönüşüm ve geri kazanımlarını teşvik etmekte olup, özellikle biyolojik atıkların düzenli depolama sahalarına göndermelerine sınırlamalar getirmektedir. Bu sebeple katı atıkların alternatif teknolojiler kullanılarak bertaraf edilmesi zorunlu hale gelmektedir. Kompostlaştırma sistemleri yakma, piroliz, gazifikasyon gibi termal sistemlere nazaran daha çevre dostu bir teknoloji olup, dünya genelinde farklı sistemleriyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde üretilen atığın, atık karakteristiği açısından yaklaşık %50 sinin organik içerikli olduğu düşünülürse kompostlaştırmanın önemli ve etkin bir bertaraf yöntemi olduğu görülmektedir. Bu yöntem sonucu elde edilecek kompost, çöpün kaynağında ayrıştırılabilmesi durumunda hem daha kaliteli hem de verimli olmaktadır. Kompostlaştırma sonucu elde edilen kompost, gübreden farklı olarak toprağı ıslah edici, organik değeri ve su tutma kabiliyeti yüksek bir malzemedir. Toprağın boşluk hacmini arttırıp havalandırılmasını, besin maddelerinin daha iyi kullanılmasını sağlamakta ve toprağın işlenebilirliğini kolaylaştırmaktadır (Yıldız vd., 2009).

Dünyada gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde atık materyallerin değerlendirilmesi yönetimi özellikle son yıllarda oldukça önem kazanmaktadır. Bu bağlamda çevre koruma politikasının temel amacı, kirliliğin önlenmesi ve atıkların kimyasal yolla giderilmesi yerine doğal proseslerle geriye kazanım yolu ile değerlendirilmesidir. Bugün birçok ülke için en önemli masraflardan biri tarımsal, endüstriyel ve evsel atıkların değerlendirilmesidir. Bir geriye kazanım yöntemi olan kompostlama ile bu masrafların düşürülmesi, işlemin çevresel boyutu kadar aynı zamanda ekonomik boyutunu da gündeme getirmektedir.

Günümüzde Avusturya, Belçika, Danimarka, Almanya, Lüksemburg, Hollanda ve İsviçre organik atıkları değerlendirerek kompost haline getiren ülkelerin önde gelen temsilcileridir. Birçok ülke farklı yapıdaki sektörel atıkların değerlendirilmesi yanında azaltılmasını da teşvik etmek ve hızlandırmak amacıyla bir etiket programı geliştirmiştir. Örneğin, Avusturya'daki Graz kenti, farklı sektörlerin katı atıklarını %30, tehlikeli atıklarını da %50 oranında azaltması durumunda kente özgü ekoprofit (ekolojik kar) etiketini almaktadır. Endonezya'nın Bandung kentinde ise yetkililer yerel sivil toplum kuruluşları ile ortak çalışarak aileleri, geriye dönüştürülebilir maddeleri daha güvenli ve etkili bir biçimde ayırmak, organik atıkları kompost haline getirmek ve toplanan maddelerin hammadde olarak kullanılması yolunda teşvik ederek, yeni iş alanları oluşturulması amacıyla mali ve teknik destek sağlamaktadır.

Kompostlaştırma, 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 "Biyokatık Direktifi'nin Şubat 2001'de yayınlanan 2. taslak metninde de yer almaktadır.

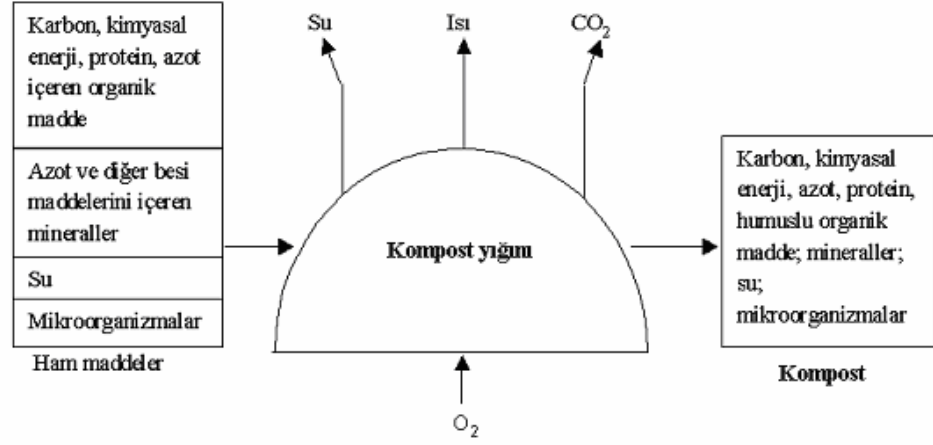
Kompost oluşturma, mikrobiyolojik faaliyetler ile katı atıkların içindeki organik maddelerin termofilik koşullarda biyolojik olarak bozuşturulmasını ve stabilizasyonunu sağlayan bir katı atık bertaraf yöntemidir. Organik atıkların havalı şartlarda mikrobiyal parçalanmaya tabii tutularak, bitki besin elementlerine ihtiva eden, organik madde bakımından zengin, sağlık yönünden zararsız olan, humus görünümünde stabil haldeki son ürününe kompost adı verilir (Erdim, 2003).

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).

2.8.2.1. Aerobik kompostlaştırma

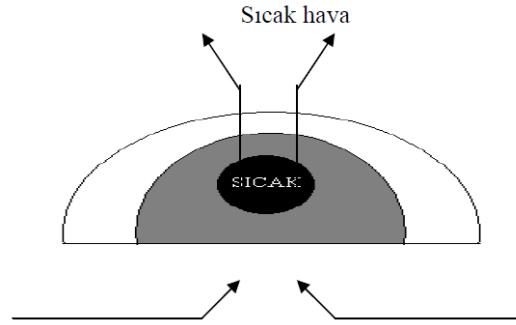
Katı ve sıvı atıklar içindeki organik maddeler çeşitli mikroorganizmalar vasıtasıyla daha basit bileşiklere, özellikle CO₂ ve H₂O'ya dönüşür. Mikroorganizmaların metabolizma olayları neticesinde açığa çıkan ısı ile materyal 60 - 65°C'ye kadar ısınır. Üretilen ısı enerjisi ortamdaki suyu buharlaştırarak uzaklaştırmakta ve kompost materyalinin yavaş yavaş kurumasını sağlamaktadır (Keener et al., 2000). Biyokimyasal ayrışma işlemi üç fazda gerçekteşir;

1. şeker, glikoz, nişasta gibi çabuk ayrışan organik maddelerin kuvvetli sıcaklık çıkışıyla birlikte kısa sürede parçalanması,
2. Zor ayrışan bileşiklerin (hemiselüloz, yağ, lignin, reçine vs.) nispeten uzun sürede parçalanması,
3. Mineralizasyon (şekil 2.6)



Şekil 2.6. Aerobik Kompostlaştırma (Keener et al., 2000)

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 2.7).



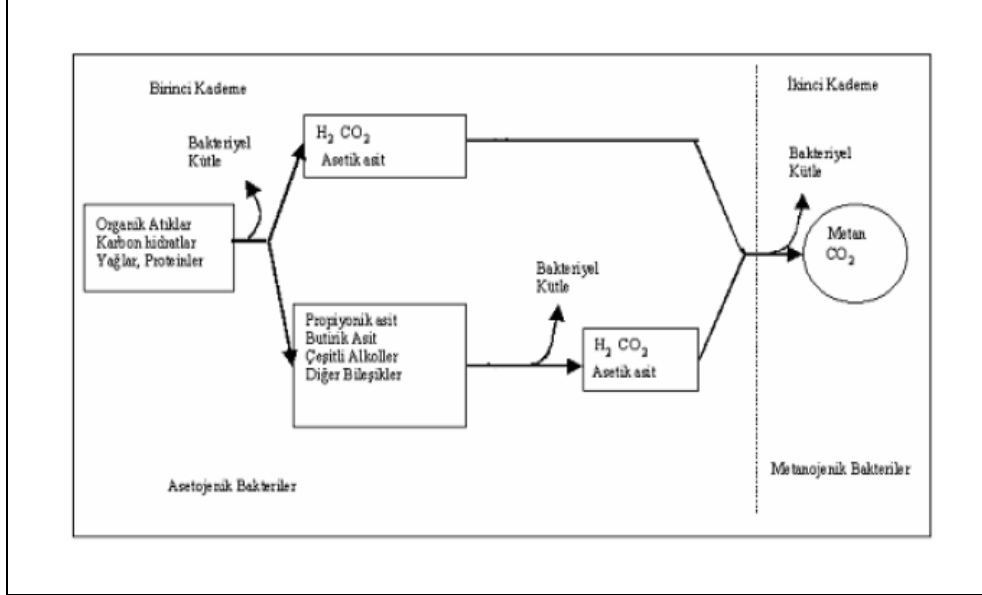
Şekil 2.7. Bir Kompost Sıralı Yığımında Veya Yığında Doğal(Pasif) Hava Hareketi (Keener et al., 2000)

Aerobik kompostlama proseslerinde fakültatif ve zorunlu mikroorganizmalar aktiftir. Kompostlama prosesinin başlangıç fazlarında, mezofilik bakteri daha baskındır. Sonra kompost sıcaklığının artışıyla termofilik bakteri baskın hale geçer. Final aşamasında ya da yanma periyodunda küfler ve aktinomisetler görülür. Bu mikroorganizmaların konsantrasyonları biyolojik

olarak ayrışabilen atığın bazı türlerinde mevcut olamadığından dolayı katkı ve aşı olarak kompostlama materyaline ilave edilmesi gerekli olabilmektedir.

2.8.2.2. Anaerobik kompostlaştırma

Anaerobik kompostlaştırma, organik maddelerin oksijensiz ortamda biyolojik ayrışmasıdır. Anaerobik ayrışmanın metabolik son ürünleri metan, karbondioksit ve düşük molekül ağırlıklı organik asitler gibi çok sayıda ara ürünlerdir. Aerobik ve anerobik kompost proseslerindeki komposta dönüşüm oranları sırasıyla %42 ve % 33 tür. Anaerobik kompost prosesinde, yaş ağırlık bazında reaktöre alınan organik katı atığın takriben % 12'lik kısmı % 55 - 60 CH_4 ihtiva eden biyogaza dönüşür (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Anaerobik Kompostlaştırma Prosesi (Keener et al., 2000)

Anaerobik kompostlaştırma işlemleri

- Sürecin uzun olması
- Dezenfeksiyon için yeterli ısı üretilmemesi
- Patojenik bakterilerin dezenfekte edilememesi
- Koku problemlerinden dolayı tercih edilmemektedir.

Aerobik ve anaerobik kompostlama işlemleri sonucunda oluşan kompostlar arasındaki farklar Çizelge 2.5'te verilmiştir.

Çizelge 2.5. Aerobik ve Anerobik Kompostlaştırma Sonucu Oluşan Kompostlar Arasındaki Fark (Keener et al., 2000)

Özellik	Aerobik kompost	Anaerobik kompost
Enerji kullanımı	Net enerji tüketimi	Net enerji tüketimi
Son ürün	Humus, CO ₂ , H ₂ O	Çamur, CO ₂ , CH ₄
Hacim azalması	%50'den fazla	%50'den fazla
Proses süresi	20-30 gün	20-40 gün
İlk hedef	Hacim azalması	Enerji üretimi
İkinci hedef	Kompost üretimi	Atık stabilizasyonu

Kompostlaştırma işleminde mikroorganizmalar yaşayabilecekleri sıcaklıklara göre dört gruba ayrılırlar.

1. Psikrofilik organizmalar (-30, -4°C)
2. Mezofilik mikroorganizmalar (10-45°C)
3. Termofilik mikroorganizmalar (50-75°C)
4. Ekstrem termofilik mikroorganizmaları (80°C)

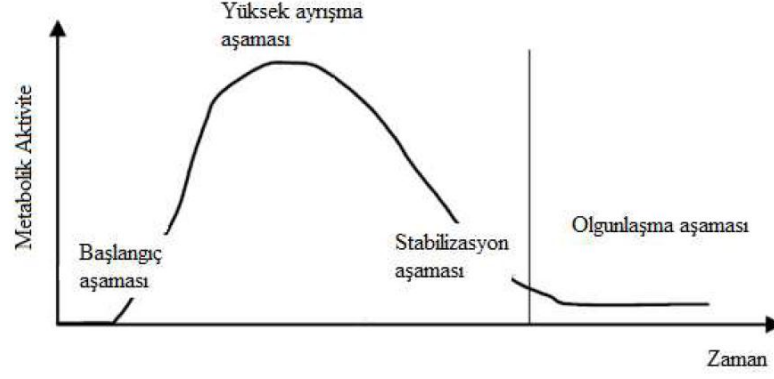
Kontrollü koşullarda kompost oluşturma işlemi dört aşamadan meydana gelmektedir (Şekil 2.9) (Chen ve Inbar, 1993).

1) Başlangıç aşaması: Bu aşama 1-3 gün sürmektedir. Basit şeker, nişasta ve protein gibi bileşikler mezofilik mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılmaktadır. Ortamda mikroorganizma aktivitesi başlayınca organik atıkların parçalanması sonucu üretilen enerji ile ortamın sıcaklığı zamanla yükselir. 30°C'a kadar küf mantarları, sporlu ve sporsuz mezofil bakteriler, protozoalar ve nematodlar aktif rol oynar. Bunlar, katı atıklar içerisinde zor parçalanabilir maddeleri ayrıştırmaktadır. Bu safhada *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Mucor sp.*, *Rhizopus sp.*, *Geotrichum sp.* cinslerine ait mantarlar özellikle selülozu parçalamakta etkili rol oynamaktadır. 30-40°C arasında aktinomisetler görev alır ve ortamdan topraksı kokular yayılmaya başlar. Aktinomisetler esas humuslaştırıcı mikroorganizmalar olarak bilinmekte ve oluşturdıkları hümin asidi ile parçalanmayı sağlamaktadır. Diğer taraftan ortamda antibiyotik üreterek patojen mikroorganizmaları yok etmektedirler.

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 CO₂ üretimi en yüksek noktaya çıkmaktadır. Bu safhanın ilk aşamasında sıcaklık 60-65°C'e çıkmakta bakteriler ortamda kalmakta ancak türleri azalmakta ve sporlu bakteriler hızla çoğalmaktadır. Bunun yanında küf mantarları da görev alarak atıkların parçalanmasında etkili olmaktadır. Bu safhanın ikinci aşamasında *Bacillus sp.* cinsine ait bakterilerin neden olduğu sıcaklık yükselmesiyle ortamın sıcaklığı 75°C'a kadar, bazı hallerde 85°C'a kadar çıkmaktadır. Bu aşamada 80°C'da 1-2 haftada ölmekte ve ortam dezenfekte edilmektedir. Patojen mikroorganizmalardan *Bacillus antrachis*'in 70°C'de 18 günde öldüğü bulunmuştur. Gerek sıcaklık artışı ve gerekse aktinomisetlerden *Streptomyces*'ler ile *Bacillus* cinsine ait bakteriler ile antibiyotik üreten mantarların etkisiyle dezenfeksiyon çok daha kısa sürede gerçekleşmektedir.

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

4) Olgunlaşma aşaması: Bu aşamada mezofilik mikroorganizmalar yeniden koloni oluşturmaktadır. Olgunlaşma aşaması en az 1 ay, genellikle 3-6 ay sürmektedir. Böylece kompostlama ile sağlığa zararsız, bitki besin maddelerince zengin, su tutma kapasitesi yüksek, her tür tarımsal faaliyette kullanılabilen kaliteli bir organik gübre çesidi elde edilmektedir. Herhangi bir aşamanın süresi, kompostlaştırılacak organik materyal, karbon/azot oranı, parçacık büyüklüğü, karıştırma sıklığı ve diğer birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir.



Şekil 2.9. Kompost Oluşturma İşleminin Aşamaları (Chen ve Inbar, 1993)

2.9. Kompost Oluşturma Metotları

Kompostlama temel olarak basit bir yöntem olmasına rağmen kullanımdan sanayi ihtiyacı için ciddi üretimlere kadar geniş bir üretim ve kullanım alanını kapsamaktadır. Bu yüzden ihtiyaçlara göre kompostun elde edilme yöntemleri de farklılık göstermektedir. Amerika Birleşik Devletleri Tarım Departmanı tarafından yayınlanan Ulusal Mühendislik El Kitabı'na (2000) göre kompostlaştırma teknolojileri pasif yığın, karıştırmalı yığın, havalandırılmalı yığın ve kapalı (reaktör) kompostlaştırma olmak üzere dört grupta incelenmektedir (United States Department of Agriculture, 2000).

2.9.1. Pasif yığın metodu

Pasif yığın metodunda, atık karışımı yığın halinde serilmektedir. Yığın, serbest hava boşluğunun artırılması 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 (Şekil 2.10).

Pasif havalandırma yapıldığı için bazen küçük bölgelerde anaerobik şartlar gözlemlenmekte ve buna bağlı olarak az da olsa koku problemleriyle karşılaşılabilir (Erdener, 2011).



Şekil 2.10. Pasif Yığın Metodu (Erdener, 2011).



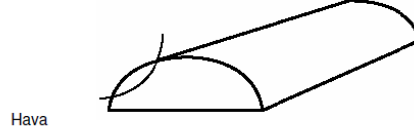
Şekil 2.11. Pasif Yığın Yapımı (Erdener, 2011).

2.9.2. Karıştırmalı yığın metodu

Karıştırmalı yığın metodunda atıklar, uzun kümeler halinde ve düzenli olarak çevrilerek havalandırılmaktadır. Çevirme işlemi yığın karıştırma makinesi yardımıyla gerçekleştirilmektedir (Şekil 2.12). Şekil 2.13’de İzmir Uzundere Kompost Tesisi’nde kullanılmakta olan yığın karıştırma makinesi görülmektedir. 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 sağlanmaktadır.

Havalandırma, mikrobiyal aktivitenin ve sıcaklık artışının oldukça yüksek olduğu prosesin başlangıcı safhasında daha sık tekrarlanmaktadır (Erdener, 2011).



Şekil 2.12. Karıştırılmalı Yığın Metodu (Erdener, 2011).

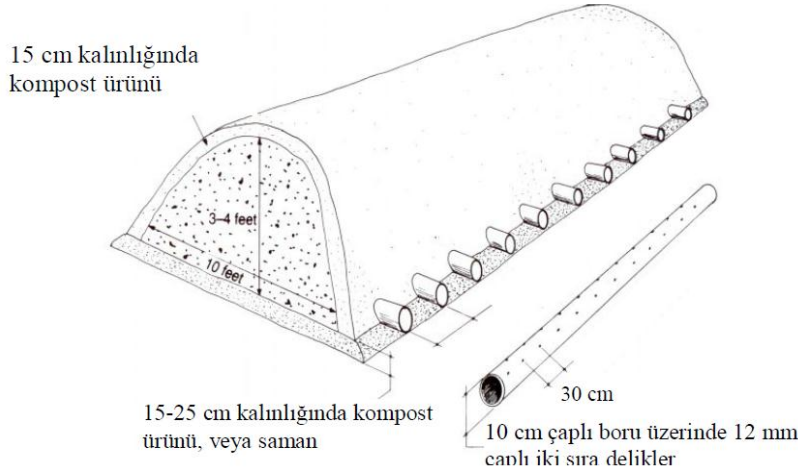


Şekil 2.13. İzmir Uzundere Kompost Tesisi'nde Kullanılmakta olan Yığın Karıştırma Makinesi (Karabulut, 2010)

2.9.3. 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 2.14).

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 karıştırılmalı yığın metodundakinden daha alçak olmalıdır.



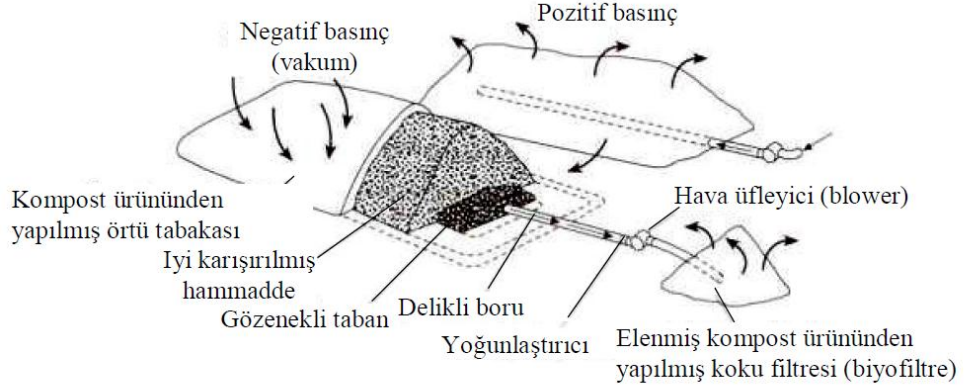
Şekil 2.14. Pasif Havalandırılmalı Statik Yığın (Karabulut, 2010)

2.9.4. Aktif havalandırılmalı statik yığın

Havalandırılmalı statik yığın ile pasif havalandırılmalı statik yığın arasındaki temel farklılık havalandırılmalı statik yığında pozitif basınçla yığının içine hava üfleyen ya da yığından havayı emen bir sistemin bulunmasıdır. Havalandırılmalı statik yığınlar dışarıda açıkta yapılan ya da bir yapıyla kapatılan kontrollü yığınlardır.

Pasif havalandırılmalı statik yığınlar, yığının içine gömülü bir ucu açık delikli borular vardır. Yığındaki sıcak gazlar yükselirken, tabandaki borulardan yığın içerisine taze hava girişi olur ve yığından yukarı doğru salınır. Basınçlı havalandırmada ise hava üfleyici (blower) ile yığının tabanından sağlanır (Şekil 2.15).

Alternatif olarak negatif basınç ya da emme ile havanın yığından geçmesi de sağlanabilir. Basınçlı havalandırma sistemleri genelde kompost prosesinin doğrudan kontrolünü sağlar ve daha büyük yığın oluşturulmasına izin verir. Negatif basınçlı sistemler, koku problemi varsa, çıkan havanın biyofiltreye yönlendirilmesini sağlarlar (Karabulut, 2010).



Şekil 2.15. Havalandırmalı Statik Yığın (Karabulut, 2010)

Havalandırmalı statik yığınların tabanı talaş, saman ya da diğer gözenekli maddelerden oluşur. Gözenekli taban maddeleri, delikli havalandırma borusunu da içerir. Hammaddenin seçimi ve ilk karışım çok önemlidir, zira oluşturulan yığının yapısı tüm kompost prosesi boyunca gözenekliliği devam ettirecek şekilde olmalıdır. Bu da genelde saman veya talaş gibi boşluk arttırıcı maddeleri gerektirir.

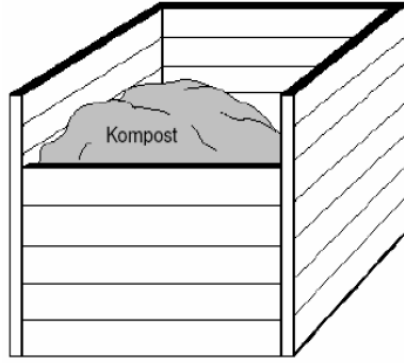
Havalandırmalı statik yığının ilk yüksekliği 1,5 - 2,5 metredir. Kışın daha büyük yığınlar sıcaklığın daha iyi kontrol altında tutulmasını sağlar. Yığının üstüne serilecek kompost veya bir boşluk arttırıcı madde tabakası, yığını izole eder. Böylece yığının dış kısmında da yüksek sıcaklığın korunması ve daha çok patojen mikroorganizma giderimi sağlanır. Bu örtü tabakası aynı zamanda yüzeyin kurumasını önler, amonyak ve diğer kokuların filtrelenmesini sağlar. Havalandırmalı statik yığının uzunluğu havalanma borularında hava dağıtımı sebebiyle kısıtlanmaktadır.

Kompostta kullanılan hammaddelerin üretimi günlük ise hücre eklemeli havalı statik yığının yapılması daha pratiktir. Hücreler yan yana birbirine yapışık şekilde oluşturularak diğer proseslere göre daha az yer kapladığı için kompost alanı daha verimli kullanılmaktadır. Genellikle bu tür sistemlerde işletme kolaylığı açısından her bir tekil hücrenin havalandırması için ayrı üfleyici (blower) kullanılmaktadır.

2.9.5. Kapalı (reaktör) kompost oluşturma

2.9.5.1 . Kutu (sandık)

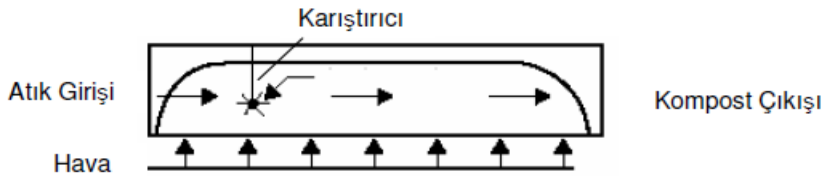
Kutuda kompostlaştırmada üstü açık olsun ya da olmasın ağaç sandıklar veya kutular kullanılabilir. Bazı kutular havalandırmalı statik yığın metodunda olduğu gibi havalandırılabilir. Havalandırmalı olmayan sistemlerde atığın belirli zamanlarda karıştırılması gerekmektedir (Şekil 2.16).



Şekil 2.16. Kutuda Kompostlaştırma (Karabulut, 2010)

2.9.5.2. Dikdörtgen karıştırılmalı yatak

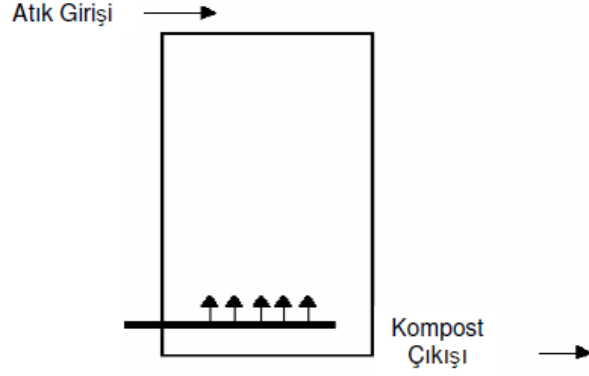
Bu yöntemde içinde periyodik karıştırma için bir karıştırıcı ve kompost kütlesinin bulunduğu uzun ve dar bir yatak bulunmaktadır. Karıştırıcı yatak boyunca her iki tarafta konuşlanmış olan raylarla desteklenmiştir. Karıştırıcı yatak boyunca hareket ederken kompost kütlesi de çevrilmiş ve karışmış olur. Bazı sürekli sistemlerde havalandırma da yapılmaktadır (Şekil 2.17) (Karabulut, 2010).



Şekil 2.17. Dikdörtgen Karıştırılmalı Yatak (Karabulut, 2010)

2.9.5.3. Silo

Silo metodu, prosesin hızlı ilerlemesi için uygun bir metottur. Atık beslemesi silonun üst kısmından yapılmakta, olgunlaşmış kompost ise reaktörün altından alınmaktadır. Ancak bu metotta, uzun bir olgunlaşma fazına ihtiyaç vardır (Şekil 2.18).



Şekil 2.18. Silo Kompostlaştırma (Karabulut, 2010)

2.9.5.4 . Döner tambur (davul)

Kapalı kompostlaştırma metotlarından biri olan döner davulda atık devamlı olarak karıştırılır. Davulun dönmesi ile, atık kaldırılır ve sonra düşer. Dönme, atığın davul girişinden çıkışa doğru sarmal hareketini sağlar (Şekil 2.19). Döner davullar, küçük, orta ve büyük çaplı kompostlaştırma faaliyetleri için kullanılabilirler (Çevre Bakanlığı, 2002).



Şekil 2.19. Döner Davul (Çevre Bakanlığı, 2002)

Kompostlaştırma metotlarının maliyet, proses kontrolü, arazi ihtiyacı ve iklim şartlarına duyarlılık kriterlerine göre karşılaştırılması Çizelge 2.6’da görülmektedir (Tosun, 2003).

Çizelge 2.6. Kompostlaştırma Metotlarının Maliyet, Proses Kontrolü, Arazi İhtiyacı Ve İklim Şartlarına Duyarlılık Kriterlerine Göre Karşılaştırılması (Tosun, 2003)

Karşılaştırma Kriteri	Yığın	Havalandırma statik yığın	Reaktörde,Basınçlı Havalandırma	
			Karıştırmalı (dinamik)	Karıştırmaz (piston akımlı)
Yatırım Maliyeti	Genellikle Düşük	Küçük sistemlerde genellikle düşük, büyük sistemlerde yüksek olabilir.	Genellikle yüksek	Genellikle yüksek
İşletme Maliyeti	Genellikle düşük	Yüksek	Genellikle düşük	Genellikle düşük
Arazi İhtiyacı	Yüksek	Yüksek	Düşük fakat yığında kurutma veya olgunlaştırma gerekirse yükselebilir	Düşük fakat yığında kurutma veya olgunlaştırma gerekirse yükselebilir
Havanın Kontrolü	Basınçlı havalandırma kullanılmadığında sınırlı	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
İşletme Kontrolü	Aktarma frekansı,aşı olarak kompost ilavesi	Hava akım hızı	Hava akım hızı, aşı olarak kompost ilavesi	Hava akım hızı, aşı olarak kompost ilavesi
Sıcak ve Soğuk İklim Duyarlılık	Kapalı olmadığında duyarlı	Sıcak soğuk iklimlerde uygulanabilir	Sıcak soğuk iklimlerde uygulanabilir	Sıcak soğuk iklimlerde uygulanabilir
Koku kontrolü	Beslenen atığa bağlı,koku kontrolü zor	Koku kontrolü zor,kontrol edilebilir	Potansiyel olarak iyi	Potansiyel olarak iyi
Potansiyel işletme problemleri	Kötü iklimden etkileniyor	Hava akımı hızının kontrolü kritik, hava temininde kısa devre potansiyeli var	Yüksek işletme esnekliği, mekanik olarak sistem kompleks olabilir	Hava temininde kısa devre potansiyeli var ,mekanik olarak sistem kompleks olabilir

2.10. Kompost Oluşturma İşlemine Etki Eden Parametreler

Organik atıkların mikroorganizmalar varlığında ayrışması sonucu stabil, toprak zenginleştirici madde eldesi prosesi olarak tanımlanan kompostlaştırmada önemli olan prosenin süresi ve son üründür. Kompostlaştırma süresi de sonuçta elde edilen son ürün özellikleri de bazı parametrelere göre değişmektedir. Başarılı bir kompostlaştırmada etkili olan başlıca parametreler sıcaklık, pH, oksijen miktarı, atığın C/N oranı, tane boyutu ve su miktarı olarak sıralanabilir.

2.10.1. 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 yakınsa, organik maddelerin bozunması esnasında açığa çıkan ısı ile 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. Literatürlerde 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.

2.10.2. Besin elementleri

Tüm biyolojik sistemlerde olduğu gibi kompostlaştırmada da besin elementleri, biyolojik bozunmada mikrobiyolojik sentezin sağlanabilmesi için gereklidir. Karbon, azot, fosfor ve potasyum makro besin elementi, kobalt, magnezyum, mangan ve bakır ise mikro besin elementi ya da eser element olarak adlandırılmaktadır. Kalsiyum ise makro besin elementi ile mikro besin elementi arasında yer almaktadır. Karbon, enerji üretilmek üzere oksitlenmekte ve hücresel 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). Dolayısıyla işlemin başarısı yeterli besin maddesinin bulunmasına bağlıdır.

2.10.3. C:N oranı

C:N oranı kompost karışımını formüle etmede yol gösterici olmasına rağmen karbon bileşiklerinin bozunma oranının dikkate alınması gerekir. Bu orandaki değişim 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 bağlı olabilmektedir. C/N oranının düşük olduğu durumlarda fazla miktardaki azot amonyağa dönüşerek ortamdan ayrılmaktadır. Bu durumda hem koku emisyonu artmakta hem de son ürünün besin madde içeriği 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.

Bazı atık türlerinin farklı kaynaklardan alınan C/N içerikleri Çizege 2.7’de verilmektedir.

Çizelge 2.7. Bazı Atıkların C/N Oranları

Atık türü	C/N Oranı	Kaynak
Çim Kırpıntıları	9-25	(Rynk, 1992)
	12-15	(Diaz et al.,1993)
	19	(Gotaas , 1956)
Yaprak(yeşil)	41	(Haug, 1993)
Yaprak(kuru)	40-80	(Rynk,1992)
	60	(Çetin vd.,2004)
Mutfak atığı	12-20	(Çevre Bakanlığı, 2002)
	14-16	(Rynk, 1992)
Karışık evsel atık	30-40	(Çevre Bakanlığı, 2002)
	13-31	(Epstein, 1997)
Talaş tozu	200-500	(Diaz et al.,1993)
	200-750	(Rynk,1992)
	100-750	(Dougherty,1995)
Kümes hayvanlarının atığı	15	(Diaz et al.,1993)
	12-15	(Rynk,1992)
	13-30	(Dougherty,1995)
	14	(Öztürk, 2005)

2.10.4. Nem içeriği

Nem içeriği, mikroorganizmaların aktivitesi açısından oldukça önemlidir ve kompost oluşturma sürecinin temelidir. Besin maddelerinin, asimile edilebilmeleri için öncelikle su içerisinde çözünmüş 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 çözünmüş 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.

Arıkan (2003), kompost oluşturma için optimum nem içeriğini % 50-60 (maksimum % 70) olarak ifade etmiştir. Hamoda et al., (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 (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2005).

2.10.5. 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).

2.10.6. 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.

2.10.7. pH

Her mikroorganizma türünün yüksek derecede büyüme ve aktivite gösterdiği bir sıcaklık aralığı olduğu gibi pH aralığı da vardır. Bu aralık pek çok bakteri için pH'ın 6-7.5, mantarlar için 5.5-8.0 olarak verilmektedir (Tchobanoglous and Kreith, 2002). Çok yüksek ve düşük pH değerleri, amin ve karboksil grupları içeren protein bileşenlerinin iyonizasyon safhasında proteinin fiziksel yapısını değiştirerek enzim aktivitesinin düşmesine sebep olmaktadır. Ancak kompostlaştırma prosesi, yüksek ve düşük pH değerlerini nötralize edebilecek tampon özelliğe sahiptir. Çünkü mikrobiyal bozunma sırasında hem CO₂ gibi asidik hem de NH₃ gibi bazik özellik gösteren bileşikler oluşmaktadır. Karbondioksit, organik bileşiklerin bozunmasının, amonyak ise protein bazlı bileşiklerin bozunmasının son ürünüdür. Karbondioksit fazla miktardaki hidroksil iyonunu, amonyak ise fazla miktardaki hidrojen iyonunu nötralize etmektedir. Bu nedenle genellikle kompostlaştırılacak atıkların pH'larının ayarlanmasına gerek yoktur (Haug, 1993). Ancak meyve-sebze atığı gibi asidik atık karışımı kompostlaştırılacaksa (pH < 5) pH'ı yükseltmek için kireç ilavesi yapılabilir (Dougherty, 1995).

2.10.8. Süre

Ham maddenin komposta 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.

2.10.9. Oksijen ve havalandırma

Oksijen, kompost oluşumunu havasız çürütme yönteminden farklı kılan parametredir. Oksijen, mikroorganizmaların solunum ve metabolik aktivitelerinin anahtar elementidir (Tchobanoglous and Kreith, 2002). Kompost oluşturmada kütledeki oksijen konsantrasyonun %5-15 aralığında olması gerekmektedir (Arıkan, 2003). Yüksek oksijen konsantrasyonunun prosese negatif etkisi yoktur. Ancak aşırı havalandırma kompost yığınının sıcaklığının düşmesine ve işletme maliyetinin yükselmesine neden olmaktadır.

2.10.10. Kompost Kalitesi

Kompost kalitesinin ile ilgili parametreler; ağır metal içeriği, besin madde içeriği ve bitki gelişim kapasitesi, patojen mikroorganizma varlığı, fiziksel ve kimyasal kompozisyonu 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 komposta 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 (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2005).

4.Haziran.2010 tarih ve 27601 sayı ile çıkartılan ‘Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler İle Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik’in ekinde organik gübreler hakkında Çizelge 2.8. ‘de bilgi verilmiştir (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı , 2010).

Çizelge 2.8. Organik Gübreler

NO	Tip İsmi.	Organik ürünün elde ediliş şekli ve ana bileşenlerine ait bilgiler	Ürünün hammadde muhtevası, miktarı ile bünyesinde bulunması gereken bitki besin maddesi içeriği ve diğer kriterler
1	Katı Organik Gübre	Bitkisel ve/veya hayvansal kaynaklı materyallerin (dışkı esaslılar hariç) fiziksel ve/veya kimyasal işleme tabi tutulması sonucu elde edilen ürünler. (Sentez yoluyla elde edilen veya bu yolla elde edilerek gübreye dışarıdan katılmak suretiyle üretilen aminoasit içeren organik gübreler hariç.)	Organik madde en az : % 40 Toplam (N + P ₂ O ₅ + K ₂ O) en az : % 3 Maksimum nem : % 20 Üründe kullanılan hammaddeler proses de belirtilecektir. 10 mm' lik elekten ürünün % 90'ı geçecektir.
2	Sıvı Organik Gübre	Bitkisel ve/veya hayvansal kaynaklı (dışkı esaslılar hariç) materyallerin fiziksel ve/veya kimyasal işleme tabi tutulması sonucu elde edilen çözelti ya da süspansiyon haldeki ürün. (Sentez yoluyla elde edilen veya bu yolla elde edilerek gübreye dışarıdan katılmak suretiyle üretilen aminoasit içeren organik gübreler hariç.)	Toplam organik madde en az : % 20 Toplam (N + P ₂ O ₅ + K ₂ O) en az : % 1 Üründe kullanılan hammaddeler proses de belirtilecektir.
3	Katı Çiftlik Gübresi	Döşemelerdeki altlıklı veya altlıksız hayvan dışkılarının ihtimarı (olgunlaştırılması/ kompostlaştırılması neminin uzaklaştırılması/ azaltılması) sonucu elde edilen ürün.	Organik madde en az % 40 Toplam azot en az : % 1 Maksimum nem : % 20
4	Sıvı Çiftlik Gübresi	Katı çiftlik gübresinin suda çözündürülmesiyle elde edilen sıvı haldeki ürün.	Organik madde en az : % 20 Toplam azot en az : % 1
5	Kanatlı Katı Hayvan Gübresi	Kümes hayvanlarının altlıklı veya altlıksız dışkılarının aerobik kompostlaştırılması ve neminin uzaklaştırılması/azaltılması sonucu elde edilen ürünler veya diğer kanatlı hayvan dışkılarının doğal ortamlarında ihtimarı (olgunlaşması) veya aerobik kompostlaştırılması ve neminin uzaklaştırılması/azaltılması sonucu elde edilen ürünler.	Organik madde en az : % 40 Azot ve fosfor pentaoksit (P ₂ O ₅) toplamı en az : % 2 Maksimum nem : %20 C/N=15-25 (yarasa gübresi hariç)
6	Kanatlı Sıvı Hayvan Gübresi	Kanatlı katı hayvan gübresinin suda çözündürülmesiyle elde edilen sıvı haldeki ürün.	-Organik madde en az : % 20 -Azot ve fosfor pentaoksit (P ₂ O ₅) toplamı en az : % 1
7	Bitkisel Menşeli Kompost	Bitkisel menşeli organik atıkların fermentasyonu ile elde edilen ürün.	Organik madde en az : % 35
8	Evsel Kaynaklı Kompost	Evsel atıklarındaki organik atıkların fermentasyonu ile elde edilen ürün. İçinde cam, cüruf, metal, plastik, lastik deri gibi seçilebilir maddelerin toplamı, ağırlığın % 2 sini geçemez	Organik madde en az : % 35

2.11. Kompostun Mikrobiyolojik Kalitesi

Kompostun kalitesini tanımlamak zordur ve ulusal yasalar ve mesleki tecrübelerle göre anlaşılması oldukça zordur. Buna rağmen, kompostun kalitesi genel olarak, biyolojik muameleye ve kompost mikrobiyolojik özelliğine dayanır. Bir çok durumda kompost, pazarlama potansiyeli, ürünlerin çıkış noktası ve arıtma tesislerinin yaşama yeteneği olarak tanımlanır fakat biyolojik arıtımın uzun süreli geçerliliği, atık aşama sırasında değerli bir seçenek olarak da bilinmektedir (Lasaridi, 1998).

Bitki hastalıklarına karşı direnç sağladığı bilinen ve kompostta bulunması ve asla bulunmaması gereken tüm mikroorganizma gruplarının gerekçeleri ile birlikte ve sırasıyla aranma nedenleri aşağıda verilmektedir.

Aerobik mezofilik bakteriler (heterotrofik bakteriler): $1,0 \times 10^8 - 1,0 \times 10^{10}$ kob/ml aerobik mezofilik bakteri bitkinin fungal hastalıklara karşı direncini sağlamakta, dekompozisyonu zor molekülleri bitkinin absorbe ve asimile edebileceği formlara dönüştürebilmektedir (BBC laboratories, 2011; Woods End Research Lab, 2011). Organik materyal biyodegradasyonu için gerekli olan mikrobiyal aktivite öncelikle mezofilik bakteri komünitesine bağlıdır.

Anaerobik Bakteriler: Kompostta aerobik bakterilerin anaerobik bakterilere oranının minimum 5:1 olması gerektiği, daha fazla sayıda anaerobik bakteri olması durumunda yetersiz havalandırmanın söz konusu olduğu vurgulanmaktadır (BBC laboratories, 2011).

Funguslar: $1,0 \times 10^3 - 1,0 \times 10^4$ kob/ml arasında bulunan fungus miktarı bitki patojeni bazı fungusların gelişimini engellemektedir, aynı zamanda çeşitli organik bileşikler yararlı bakterilerin kullanabileceği formlara çevirmektedirler (Brinton, 2004; BBC laboratories, 2011; Woods End Research Lab, 2011).

Sporlu bakteriler: Burada ifade edilmek istenen bakteri popülasyonu *Bacillus spp.* türlerini kapsamaktadır. *Bacillus spp.* türleri bitki hastalıklarına sebep olan patojen fungusların gelişimini baskılamaktadır. Nitelikli bir kompost $1,0 \times 10^6$ kob/ml sporlu bakteri içermelidir (Woods End Research Lab, 2011)

Fekal koliform bakteriler: Fekal koliform bakterileri sıklıkla kompostların hijyen kalitesinin bir belirteci olarak kullanılmaktadır.

***Pseudomonas spp.*:** Kompostun 1 gramında veya 1 ml'sinde bitki patojenlerinin kontrolünde önemli bir role sahip olan $1,0 \times 10^3$ - $1,0 \times 10^6$ arasında *Pseudomonas spp.* olması arzu edilir (BBC laboratories, 2011; Woods End Research Lab, 2011).

***Actinomyces spp.*:** Kompostun önemli bir partneri olmakla beraber kompost çayında gelişmemektedir (BBC laboratories, 2011).

Azot Fikse Eden Bakteriler (*Azotobacter spp.*): Kompost içerisinde hazır N miktarı düştükçe N fikse edici bakteri sayısı azalır (BBC laboratories, 2011).

Pseudomonas spp., *Actinomyces spp.* ve Azot Fikse Eden Bakteriler (*Azotobacter spp.*), Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın çıkardığı 4.Haziran.2010 tarih ve 27601 sayı ile çıkartılan "Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler İle Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik"te nedenleri açıklanmaksızın bulunmamakta ancak uluslararası standartlarda önemle yer almaktadır.

Kompostun mikrobiyolojik analizinin diğer bir amacı kompostta olması istenmeyen patojen mikroorganizmaların araştırılmasıdır. Kompost patojen mikroorganizmaları ve patojen indikatörü mikroorganizmaları içermemesi gerekmektedir. Bu çalışmada bu amaçla Fekal koliform, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella spp.*, analizleri ve sayımları yapılması gerekmektedir. (Hassen et al., 2002; Lasaridi et al., 2006; Shepherd et al., 2009; Woods End Research Lab, 2011). Bu patojen mikroorganizmaların yanı sıra *Staphylococcus aureus*, (Hassen et al., 2002; Lasaridi et al., 2006; Shepherd et al., 2009), *Bacillus anthracis* ve *Mycobacterium spp.* analizleri ve sayımları yapılması gerekmektedir.

2.11.1. Kompostta bulunması gereken mikroorganizmaların Uluslararası standartları

Kompost kalitesi, kompostun tüm durumlarda, fiziksel, kimyasal ve biyolojik karakteristikleri olarak tanımlanır. Özellikler genellikle istenen örnekler için kabul edilebilir limitlerdir veya, istenmeyenler için maksimum tolere edilebilir limitler olarak değerlendirilebilir (de Bertoldi, 1993; Hogg et al., 2002).

Günümüzde, farklı ülkelerdeki zorunlu ve kendiliğinden yapılan kompost standartları, yüksek derecede heterojenite (çok kökenlilik) ile karakterize edilir, sıklıkla çelişen iki amacı birleştirmek için türevlenir; bir yandan maksimum çevre ve halk sağlığını korumak diğer taraftan organik maddeyi yeniden kullanmaktır. Dahası Avrupa’da benimsenen tedbirli yaklaşımlar ve Amerika’daki risk değerlendirme yaklaşımları, ağır metaller gibi kritik parametrelerin sayısı için kabul edilebilir limit değerlerinde geniş farklılıklara neden olabilmektedir (Hogg et al., 2002).

Tüm ulusal kompost standartları, insan patojenleri ve zaman zaman bitki patojenleri için kompost sanitasyon kriterlerini içerir. Bu kriterler *Salmonella*’nın yokluğu, Fekal Koliformların ve Fekal Streptokokların düşük seviyeleri veya yoklukları, kompostun belirlenen düzeylerden daha yüksek sıcaklıklarda kalması için minimum periyodu ayarlaması olarak tanımlanabilir.

California Entegre Atık Yönetim Kurulu (CIWMB) Kompost Kalite Standartı, Wood Send Laboratuvarında kompostta bulunması ve bulunmaması gereken tüm mikroorganizma gruplarının sayıları, İngiltere Kompost Kalitesi Standartı Bsi Pas 100:2010, Fransız Kompost Standartı (Nfu 44 051), İrlanda ve Canada Kompost Standartı göre komposttaki patojen mikroorganizmaların belirli sayılarda bulunması ve bulunmaması gereken mikroorganizma gruplarının sayıları Çizelge 2.9’da verilmiştir.

Çizelge 2.9. Farklı Avrupa Ülkeleri ve Canada'daki Kompost Kalite Standartlarına Göre Kompostta Bulunması Gereken Mikroorganizmalar, Bunların Miktarları (CCQC, 2002; USDA-GOV, 2004; AFNOR, 2006; GCST, 2006 ; BSI, PAS 110, 2010; European Compost Network, 2010, BBC laboratories, 2011; Woods End Research Lab, 2011)

Uluslararası Literatürde İncelenen Parametreler	Uluslararası Literatürde İncelenen Parametrelerin Bulunması İstenen Miktarları					
	BBC laboratories 2011; Woods End Research Lab, 2011	California Entegre Atık Yönetim Kurulu (Ciwmb) (2002)	Fransız Kompost Standartı (Nfu 44 051,2006)	İrlanda Kompost Standartı	İngiltere Kompost Kalitesi Standartı Bsi Pas 100:2010	Canada Kompost Standartı 2006
Aerobik mezofilik	1.10^8 - 1.10^{10} cfu/ml	1.10^8 - 1.10^{10} cfu/g	-	-	-	-
Anaerobik bakteri sayısı	Aerob: anaerob'a oranı 5:1	Aerob: anaerob'a oranı 10:1 ya da büyük	-	-	-	-
Sporlu bakteriler (<i>Bacillus spp.</i>)	1×10^6 cfu/ml	-	-	-	-	-
Toplam flaman fungus ve mayalar	1×10^3 - 1×10^4 cfu/ml	1×10^3 - 1×10^5 cfu/g	-	-	-	-
<i>Pseudomonas spp.</i>	1×10^3 - 1×10^6 cfu/ml	1×10^3 - 1×10^6 cfu/ml	-	-	-	-
<i>Azotobakter spp.</i>	$>1 \times 10^5$ cfu/ml	1×10^3 - 1×10^6 cfu/g	-	-	-	-
Fekal <i>Streptococcus</i>	Yok	-	-	-	-	-
<i>Actinomycetes spp.</i>	$>1 \times 10^2$ cfu/ml	1×10^6 - 1×10^8 cfu/g	-	-	-	-
<i>Listeria spp.</i>	Yok	-	0 /25 g	-	-	-
<i>Campylobacter spp.</i>	Yok	-	-	-	-	-
<i>E.coli</i> O157/H7	Yok	-	-	-	-	-
Fekal koliform	-	<1000 MPN/g	-	<1000 MPN/g	-	<1000 MPN/g
<i>Salmonella spp.</i>	-	< 3 MPN/4g	0 /25 g	0 /25 g	0 /25 g	< 3 MPN / 4g
<i>E.coli</i>		< 3 <i>E. coli</i> /g	10^2 cfu/g	< 10^2 cfu/g	< 10^3 cfu/g	-
<i>Clostridium perfringens</i>	-	-	10^{-10^3} kob/g	<3 cfu/g	-	-

E.coli memelilerin ve tüm kuşların intestinal sisteminin normal flora üyesi olduğundan gıdalarda, suda veya kompostta bulunması fekal materyal ile kontakt olduğunu göstermektedir. İntestinal sistemde bulunan mikroorganizmalar insan hastalıklarına neden olduğundan *E.coli*'lerin varlığı diğer patojen mikroorganizmaların bulunabileceğini de göstermektedir. USDA-NOP standartlarına göre kompostta 126 cfu/ml'den fazla *E.coli* içermemelidir. *E.coli* varlığı *Clostridium perfringens* , *Salmonella spp.* gibi patojen mikroorganizmaların bulunması ile de ilgilidir (USDA-GOV, 2004).

2.11.2. Kompostta bulunması gereken mikroorganizmaların Türkiye standartları

Kompostta Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı 4.Haziran.2010 tarih ve 27601 sayı ile çıkartılan “Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler İle Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik” in 6.maddesinde (6.1 ve 6. 2) “Hayvansal orijinli hammaddeler kullanılarak elde edilen organik gübrelerdeki zararlı mikroorganizma seviyeleri aşağıdaki değerleri geçemez” denilerek sınır değerleri ilan edilmiştir (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2010). Bu değerler Çizelge 2.10’da gösterilmiştir ve bu yönetmelikte önerilen toplam bakteri (anaerob), maya-küf, toplam koliform, fekal koliform, *Escherichia coli*, *Clostridium spp.*, *Salmonella spp.*, Enterobacteriaceae, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus anthracis*, *Bacillus cereus* ve *Mycobacterium spp.* analizleri ve sayımları yapılmıştır. Organik gübreler herhangi bir zararlı mikroorganizma içermemeli ve bu durum mikrobiyolojik analizlerle belgelenmelidir. Hayvansal orijinli organik gübrelerde mikrobiyolojik analizler yapılırken 6'ncı maddedeki parametreler esas alınmalıdır. Organik ve mikrobiyal gübrelerde simbiyotik (*Rhizobium spp.*) ve zararlı olmayan asimbiyotik (serbest yaşayan bakteriler, mavi yeşil algler, mikoriza mantarları vb.) bulunabilir.

Kompost ister bitkisel ister hayvansal kaynaklı olsun, fermentasyon sürecinde mikrobiyolojik aktivite ile parçalanması ve olgunlaşması söz konusudur. Aerobik açık yığın yöntemi ile elde edilmiş kompostun fermentasyonu esnasında zararlı mikroorganizmaların yığından uzaklaşması kompostun kalitesini belirlemektedir. Bu sayede kullanılması mümkün olmaktadır. Bitkisel atıkların kompostlaştırılması sırasında gereken hacimsel oranda hayvan gübrelerinin ilavesi yaygın bir işlemdir. Bu nedenle, kompostun bitkisel ya da hayvansal kaynaklı olması, minimum miktarda bulunması gereken patojen mikroorganizmalar açısından farklılık oluşturmamaktadır.

Çizelge 2.10. Mevcut Yönetmeliğimizdeki Kompostta Bulunması Gereken Mikroorganizma Sayımları (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2010).

Mikroorganizmalar	Kompostta Bulunma Oranları
Toplam bakteri (anaerop,mikroaerofil)	1.0×10^3 kob/g veya kob/ml
Enterobacteriaceae grubu bakteriler	<3 cfu/ml
Toplam maya ve fungus	<3kob/g veya kob/ml
<i>Escherichia coli</i>	Yok (25 g veya ml)
<i>Clostridium spp.</i>	<2 kob/g veya kob/ml
<i>Salmonella spp.</i>	Yok (25 g veya ml)
<i>Mycobacterium spp.</i>	Yok (25 g veya ml)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Yok (25 g veya ml)
<i>Bacillus anthracis</i>	Yok (25 g veya ml)
<i>Bacillus cereus</i>	Yok (25 g veya ml)
Fekal koliform	1.0×10^3 kob/g veya kob/ml
Toplam koliform	1.0×10^5 kob/g veya kob/ml

2.12. Kompostun Bitki Hastalıklarının Kontrolünde Kullanılması

Kompost yüzlerce yıldır topraktaki bitki patojenlerinin neden olduğu hastalıkları kontrol etmek için kullanılmıştır. Kompost besin elementi ve mikroorganizma içeriği açısından zengindir, büyümeyi teşvik edebilmektedir, bitkileri hastalıklardan korumakta ve toprak kaynaklı patojenleri baskılamaya yardımcı olmaktadır. Kompostun hastalık kontrol etme kalitesi, yapısındaki zararlı bitki patojenleri yok eden mikroorganizmaların varlığından kaynaklanır. Bununla beraber, kompostlama esnasında bitki patojenlerindeki azalma büyük role sahiptir. Ayrıca kompostun bazı fiziksel ve kimyasal faktörleri hastalık kontrolüne yardım eder (Boulter et al., 2002).

Kompostlama işlemdeki aktif mikroorganizmaların ısı üretimi ile meydana gelir. Kompostlama sırasında sıcaklık 45-65°C arasındadır. Zamanla bu yüksek sıcaklıklar sayesinde patojenler ve zararlı ot kaynakları yok edilir. Sıralı yığınlar ve statik yığınların üzerindeki kompostun izolasyon tabakasının sıkça döndürülmesi, yüksek sıcaklıklara üniform maruz kalmaya ve böylece patojenlerin ölmesine neden olur. Bitki için zararlı patojenlerin oluşmaması bakımından komposttaki organik maddelerin iyice stabilize olması önemlidir. Taze mahsul atıkları bir çok patojenin aktivitesini artırır. Bu yüzden kompostun hastalık önleyici olması için uygun derecede kompostlanması ve olgunlaşması gereklidir (Hoitink et al., 1993).

Kompost sıklıkla, toprak kaynaklı bitki patojenlerini baskılayabilen bir substrat olarak bildirilmektedir fakat baskılanma, kompost ve patosistemin türüne göre değişkenlik göstermektedir. Kompost bitki hastalıklarına karşı biyolojik kontrolü sağlamak için potansiyele sahip olduğunu kanıtlamışlar (Hoitink and Grebus, 1994). Kompost uygulaması ile yapılan araştırmalar hastalığın çeşitli baskılayıcı etkilerinin olduğunu göstermiştir. Elde edilen sonuçlar baskılayıcı etkilerinin fizikokimyasal ve biyolojik özelliklerinin bir kombinasyonu sonucu olduğu belirtilmiştir (Boulter et al., 2002; Hoitink et al., 1993). *Bacillus spp.*, *Enterbacter spp.*, *Flavobacterium balustinum*, *Pseudomonas spp.* ve diğer bakteriler; *Streptomyces spp.*, *Pencillium spp.*, *Trichoderma spp.*, *Gliocladium virens* ve diğer funguslar kompostun içinde biyolojik kontrol ajanları olarak tespit

edilmiştir. Ayrıca *Fusarium spp.*, patojenik *Fusarium oxysporum* ve floresan *Pseudomonas spp.* (Duijff et al., 1999; Kannangara et al., 2000; Larkin et al., 1996); *Bacillus subtilis* (Phae et al., 1990); *Trichoderma* and *Flavobacterium* (Hoitink and Fahy, 1986; Trillas-Gay et al., 1986) gibi biyolojik kontrol ajanı olarak adlandırılan mikroorganizmalar komposttan izole edilmiş ve hastalığın bastırılmasında katkıda bulunduğu bildirilmiştir. Kompost ekstraktları fungusların baskılanmasında bir rol oynadığı düşünülen tanımlanmamış kimyasal faktörlerin yanı sıra biyokontrol ajanlarını içermektedir (Yohalem et al., 1994; Cronin et al., 1996; Shen, 2000), ancak bu ekstraktların kontrolü nasıl sağladığına ilişkin mekanizmalar hala açıklanamamıştır (Boulter et al., 2000).

Patojenlere karşı kompost ekstraktlarının etki mekanizmasını çözmek basit değildir. Günümüze kadar, bu etkiler farklı kategorilere ayrılmıştır:

Patojenlere karşı indüklenmiş direnç

- Enfeksiyon öncesi direnç
- Enfeksiyon sonrası direnç

Spor çimlenmesinin inhibisyonu

Patojenlerle rekabet ve antagonizm

- Antibiyotik etkileri;
- Parazitizm ve hiperparasitizm;
- Besin elementi rekabeti;
- Taşınmış, sistematik etkilerdir

Pseudomonas spp. tarafından üretilen pseudomisinler, pseudobaktibler ve siderofor olarak adlandırılan kimyasalların diğer organizmalar üzerine güçlü bir baskılayıcı etki gösterdiğine dair kanıtlar mevcuttur (Kloepper, 1980; Potera, 1994). Çoğu faktör ekstraktların etkinliğini etkilemektedir. Bunlar; patojenin tipi, kompostun türü ve yaşı, ekstraktların hazırlanma yöntemi, uygulama sıklığı ve biçimi ve uygulama süresince meteorolojik koşullardır. Etkiler ortaya çıkarıldığında, etki patojenin azalmasına neden olmakla kalmaz aynı zamanda ürün verimini de artırmaktadır (Ketterer, 1990).

2.13. Kompost ve Kompost Çayının Mikroflorası Ve Antimikrobiyal Aktivitesi İle İlgili Önceki Çalışmalar

Ülkemizde uzun zamandır organik tarım ve iyi tarım uygulamalarına kaynak oluşturabilecek pek çok temel araştırma yapılmış olmakla birlikte gerek kompost gerekse sıvı/kompost çayı ile ilgili araştırmalar oldukça sınırlıdır. Özellikle kompostun mikroflorası üzerine yapılan çalışma bulunmamaktadır. Uluslararası literatürlerde ise bu konuda sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.

Welke (2001) yaptığı bir çalışmada özel olarak hazırladığı kompost çayının biyolojik özelliklerini incelemiştir. Arizona'da (2002) sustane kompost örneklerinin mikrobiyolojik analizi üzerine yapılan çalışmada aerobik heterotrofik bakteri, anaerobik bakteri, maya ve küf, *Actinomyces spp.*, *Pseudomonas spp.*, azot-bağlayıcı bakteri sayısının tespit etmiştir. Varese et al. (2005)'un kompost ve vermikompostta fungal komünitesinin izolasyonu ve identifikasyonu üzerine bir çalışma yapmıştır.

Lasaridi et al. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, Yunanistan'daki marketlerden temin edilen kompostların kalitesi değerlendirilmiştir. Yunan pazarında tanımlanmış 28 kompostun analizi, incelenen tüm parametreler için aynı ürün grupları içinde bile büyük bir çeşitliliği açığa çıkarmıştır. *Salmonella spp.* kompostların herhangi birinde tespit edilmezken *S. aureus* ve *C. perfringens* sırasıyla kompostların %17 ve %96'sında bulunmuştur.

Vaz-Moreira et al. (2008) tarafından yapılan çalışmada, ev yapımı ve ticari kompostlardan bakteriyal izolatların çeşitliliği incelenmiştir. Gübre-türevli substratların kullanıldığı analizlenmiş ticari kompostlarda bağıl koliform (koliformlar/total heterotroflar) miktarı daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Diğerleri ile karşılaştırıldığında, ticari kompostların birinde belirgin bir mikrobiyal grup içermektedir ki bu olgu aktinomiset ve enterokoklara karşı total heterotroflar ve fungusların oranının yüksek olmasıyla karakterize edildiği bildirilmiştir.

Al-Turki et al. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, lokal kompost kalitesi için kapsamlı örnek elde etmek ve bunun lokal ve uluslararası kompost standartlarına uygunluğunu belirlemek için Suudi Arabistan'da ticari olarak üretilen 14 kompostun stabilite ve olgunluk indekslerinin çeşitliliği değerlendirilmiştir. Bu indeksler elektrik iletkenliği, amonyum ve nitrat konsantrasyonu, çimlenme indeksi gibi biyolojik parametreleri ve ağır metalleri, patojen indikatörünü ve seçilmiş patojenleri içermektedir. Diğer önemli kompost özellikleri de analizlenmiştir. Sonuçlara bakıldığında bu çalışmadaki kompostların mikrobiyolojik analiz 11 kompost örneğinin (%79) hem fekal koliform ve Salmonella hem de Staphylococcus ile kontamine olduğunu, bu kompostların alan uygulaması için uygun olmadığını ve pazarlamasının yapılmaması gerektiğini göstermiştir.

El-Nagerabi et al. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, Umman'da yerel olarak üretilen yeşil atık ve ithal kompostların mikrobiyal kalitesi incelenmiştir. Kompostlar değişken düzeylerde saprofit fungus ve koliform bakteri ile kontamine edildiği bulunmuştur. Bu durum, ithal edilmiş kompostların yerli üretim kompostlardan daha iyi olduğunun kanıtı olduğunu ancak bunların herhangi biri istenilen özellikleri karşılamadığını bildirmiştir.

Brochier et al. (2012) uzun zamanlı bir alan çalışmasında toprak ve bitkilerdeki patojenlerin varlığının, farklı kompostlar ve gübreler ile düzenli bir şekilde değişmesi ile ilgili yapılan çalışmada kompost ve çiftlik gübresindeki mikroorganizmaların içeriği incelenmiştir. Ayrıca bu çalışmada, bir İtalyan firması tarafından pazarlanan iki kompostun mikroflora yükü ve tür kompozisyonu üzerine odaklanmıştır. Bu kompostlardan biri tarlalarda biyoaktivatör olarak kullanılmaktadır, diğeri de tarımsal üretimde kullanılmaktadır. Bu araştırma, kompost mikroflorasının kalitatif ve kantitatif kompozisyonunu açıklamaktadır.

Kompostun antimikrobiyal aktivitesine bakıldığında ülkemizde bu konu ile ilgili çalışma bulunmamaktadır, aynı zamanda uluslararası literatürlerde ise sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.

El-Masry et al. (2002) tarafından yapılan çalışmada hem in vitro hem de in situ koşullarda bazı toprak-kökenli fungal bitki patojenlerini baskılamak için kompostların ve kompost su ekstraktlarının (CWE) kullanım etkinliğini ve faydası araştırılmıştır. Kompost ekstraktlarının *Pythium debaryanum*, *Sclerotium bataticola*'ya karşı in vitro antagonistik etki oluşturduğunu göstermektedir. Fakat *F. oxysporum* fungal diskin etrafında herhangi bir büyüme gözlenmemiştir

Pane et al. (2012) kompost çaylarının *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata* ve *Pyrenochaeta lycopersici* antimikrobiyal aktivitesi incelenmiştir. Bu çalışmada üretilen kompost çayı oldukça baskılayıcı olduğu bulunmuştur. Bu çaylar *B. cinerea* ve *A. alternata* büyümesini inhibe etmiştir.

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Kullanılan örnekler

Bu çalışmada Türkiye’de organik tarım için satışa sunulan çeşitli firmaların ürettiği bitkisel ve hayvansal kaynaklı katı-sıvı organik kompostlar illerde (İzmir, Mersin, Ankara) bulunan fabrika ve hipermarketlerden temin edilmiş olup; 20 adet farklı kompost (Kom) örneğinin mikroflorası ve antimikrobiyal aktivitesi incelenmiştir.

3.1.2. Kullanılan besiyerleri, katkılar ve malzemelerin hazırlanması

3.1.2.1. Wilkins-Chalgren Anaerob Agar (Oxoid, Hampshire, İngiltere)

Tripton	10.0 g/L
Jelatin pepton	10.0 g/L
Maya ekstraktı	5.0 g/L
Glukoz	1.0 g/ L
Sodyum klorid	5.0 g/L
L-Arjinin	1.0 g/L
Sodyum piruvat	1.0 g/L
Menadion	0.0005 g/L
Hemin	0.005 g/L
Agar	10.0 g/L

Hazırlanması: Distile suyun bir litresinde 43 gr olacak şekilde yukarıda belirtilen formül karışımının süspansiyonu hazırlanır. Çözünme tamamlanıncaya kadar süspansiyon kaynatılır. Otoklavda 121°C’de 15 dakikada sterilizasyon yapılır. Sıcaklık 45°C’ye geldiğinde 0,05 µg/ml olacak şekilde K1 (Sigma, Steinleim, Almanya) vitamini ve %5 miktarında olacak şekilde defibrine edilmiş koyun kanı eklenir ve petri kutularına 12,5’er mL aktarılır. Besiyerinin 25°C ‘de

pH'sı $7,1 \pm 0,2$ 'dir. Bu besiyeri, anaerobik bakterilerin izolasyonu amacıyla izolasyon besiyeri olarak kullanılmaktadır (Wilkins and Chalgren, 1976).

3.1.2.2. Anaerobic Jar

In vitro yapılan standart mikrobiyolojik analizlerde, anaerob ortam sağlamak için standart boydaki 12 Petri kutusu alacak 2,5 L hacimdeki kavanozdur. Anaerotest şeritleri için özel bölmesi vardır. Sadece kavanoz gövdesi ve kapaktan ibaret olması kolay kullanım özelliği sağlar. Oksijen mekanik olarak değil, kimyasal olarak uzaklaştırıldığı için sistemde manometre ve gaz muslukları kullanımına gerek duyulmamıştır. Yüksek kaliteli materyalden imal edilmiş olması kavanozda sızdırmazlığı tam olarak sağlar. 2,5 lt hacminde ve kullanımı kolay, anaerobik ortam oluşturmak için sepet, Anaerocult A ve Anaerotest çubuğu gerekmektedir.

3.1.2.3. Anaerocult A

In vitro yapılan standart mikrobiyolojik analizlerde, standart boydaki 12 Petri kutusu alacak 2,5 L hacimdeki kavanozda anaerob ortam sağlamak için kullanılan kâğıt poşet içinde kimyasal madde karışımıdır.

Hazırlanması ve uygulanması: Anaerobik kavanoza Petri kutuları yerleştirildikten sonra Anaerotest şeridine 1 damla su damlatılır ve şerit, kavanozdaki özel bölmeye koyulur. Reaksiyonun başlaması için sadece su ilavesi yeterlidir. Anaerocult A poşeti, olabildiğince yatay tutulurken 15-20 saniye süre içinde poşetin her yanını ıslatacak şekilde 35 mL su ilave edilip, süzülmeden kavanoza yerleştirilir. Poşetin yazılı kısmı Petri kutularına doğru olmalıdır. Kavanoz, hızla ve tam olarak kapatılıp istenilen sıcaklıkta inkübasyona bırakılır. Anaerobik ortamın sağlanıp sağlanmadığı Anaerotest şeridi ile kontrol edilir. Yaklaşık 4 saat sonunda şeridin mavi renginin renksiz olması anaerobik ortamın sağlandığını gösterir (Jousimies-Somer, 2002).

3.1.2.4. Anaerotest

In vitro yapılan standart mikrobiyolojik analizlerde, anaerob ortamın sağlanıp sağlanamadığını gösteren test şeritleridir.

Hazırlanması ve uygulanması: Reaksiyon, şeridin mavi kısmına 1 damla su damlatılması ile başlar. Mavi zon anaerobik atmosfer kontrolü yapılacak inkübasyon kabına (anaerobik kavanoz ya da torba) serbest atmosfere temas edecek şekilde yerleştirilmeli, Petri kutusu ya da diğer yüzeylere değmemelidir (Jousimies-Somer, 2002).

3.1.2.5. Rose-Bengal Chloramphenicol Agar (RBCA)

Mikolojik Pepton	5.0 g/L
D-Glukoz	10.0 g/L
Potasyum Dihidrojen Fosfat	1.0 g/L
MgSO ₄ .7H ₂ O	0.5 g/L
Rose Bengal	0.05 g/L
Kloramfenikol	0.1 g/L
Agar	15.5 g/L

Hazırlanması: Besiyerinden 32.2 g tartılarak 1000 ml su içinde çözülür ve kaynayıp tamamen çözülene kadar ısıtılır. Ortam 121°C’de 15 dakika otoklavda steril edilir, yaklaşık 50°C’ye kadar soğutulur, iyice karıştırılarak steril petrilere paylaştırılır. Hazırlanan ortamın rengi pembe-kırmızı olup, 25 °C’de pH’sı 7,2 ± 0,2’dir. Bu besiyeri, maya-küflerin izolasyonunda kullanılmaktadır (Pitt and Hocking, 1985).

3.1.2.6. *Cereus selective agar* acc. to Mossel

Bu besiyeri Mannitol Egg-yolk Polymyxin (MYP) adları ile de bilinir.

Pepton from casein	10,0 g/L
Et ekstratı	1,0 g/L
D(-) mannitol	10,0 g/L
NaCl	10,0 g/L
Phenol red	0,025 g/L
Agar	12,0 g/L

Hazırlanması: Bu besiyerinin hazırlanması diğer pek çok besiyeri hazırlanmasına göre katkıların ilavesi açısından farklılık gösterir. Bu besiyeri hazırlandıktan sonra 3-4 gün depolanabilir. Bu nedenle 1 litre değil genellikle 500 ml olarak hazırlanır. 450 mL damıtık su içinde 21.5 g dehidre besiyeri ısıtılarak eritilir ve otoklavda 121°C’da 15 dakika sterilize edilir. Su banyosunda 45-50°C’a soğutulup üzerine 50 mL steril yumurta sarısı emülsiyonu ile 1 şişe *B.cereus* selektif katkısı ilave edilir ve karıştırılarak standart petri kutularına 12,5 mL dökülür. Hazırlanmış besiyeri yumurta sarısı nedeni bulanık ve hafif portakal renkli olup, 25 °C’de pH’sı $7,2 \pm 0,2$ ’dır. Bu besiyeri, *B.cereus* izolasyonu amacıyla izolasyon besiyeri olarak kullanılmaktadır (Mossel et al., 1967)

3.1.2.7. *Bacillus cereus* Selective Supplement

Polymyxin supplement adı ile de bilinir. *Bacillus cereus* analizinde kullanılan *Cereus Selective Agar* besiyerine katkı olarak kullanılır. 1 şişe içinde 50.000 IU polymyxin B sulfate vardır. Steril 1 mL damıtık su ile çözülüp otoklavda sterilize edilmiş ve 45°C soğutulmuş 450 mL *Cereus Selective agar* bazal besiyerine ilave edilir.

3.1.2.8. Egg-yolk Emulsion

Bacillus cereus analizinde kullanılan *Cereus Selective Agar* besiyerine katkı olarak kullanılır. 50 mL ambalaj ve 45°C soğutulmuş 450 mL *Cereus Selective agar* bazal besiyerine ilave edilir (Donavan, 1958).

3.1.2.9. Nutrient agar

Peptone from meat	5,0 g/L
Meat extract	3,0 g/L
Agar	12,0 g/L

Hazırlanması

Dehidre besiyeri 20,0 g/L olacak şekilde damıtık su içinde ısıtılarak eritilip, otoklavda 121°C'da 15 dakika sterilize edilir ve 45-50°C'a soğutulup steril Petri kutularına 12,5'er mL dökülür. Hazırlanmış besiyeri berrak ve sarımsı kahve renkte olup, 25°C'da pH'sı $7,0 \pm 0,2$ 'dir. *B.cereus*'un stoklanması amacıyla kullanılmıştır (American Public Health Association, 1985).

3.1.2.10. Dextrose Caseine Peptone Agar

Peptone from casein	10,0 g/L
D(+) Glucose	5,0 g/L
Bromocresol purple	0,04 g/L
Agar	12,0 g/L

Hazırlanması: Dehidre besiyeri, 27,0 g/L olacak şekilde damıtık su içinde kaynatılarak eritilip, otoklavda 121°C'da 15 dakika sterilize edilir. Otoklav sonrası 45-50°C'a soğutulup, steril Petri kutularına 12,5'er mL dökülür. Hazırlanmış besiyeri berrak ve menekşe renklidir, 25°C'da pH'sı $6,8 \pm 0,2$ 'dir. *B.cereus*'un biyokimyasal olarak tanımlanmasında kullanılır.

3.1.2.11. Nitrat broth

Peptone (meat)	8,6 g/L
NaCl	6,4 g/L
KNO ₃	1,5 g/L

Hazırlanması: Dehidre besiyeri 16,5 g/L olacak şekilde gerekirse ısıtılarak damıtık su içinde çözülür, tüplere 5' er mL dağıtılıp otoklavda 121°C' da 15 dakika sterilize edilir. Hazırlanmış besiyeri berrak ve sarı renkli olup, 25°C 'da pH 'sı $7,2 \pm 0,2$ ' dir. *B.cereus*'un biyokimyasal olarak tanımlanmasında kullanılır.

3.1.2.12. Baird-Parker Agar Base

Peptone from casein	10,0 g/L
Meat extract	5,0 g/L
Yeast extract	1,0 g/L
Sodium pyruvate	10,0 g/L
Glycine	12,0 g/L
Lithium chloride	5,0 g/L
Agar	15,0 g/L

Hazırlanması: 58,0 g dehidre besiyeri 950 mL damıtık su içinde 1-2 dakika kaynatılarak tümüyle çözündürülür ve otoklavda 121°C’da 15 dakika sterilize edilir. Bazal besiyeri 45°C’a soğutulur ve manyetik karıştırıcıda yavaşça karıştırılırken üzerine önceden oda sıcaklığına getirilmiş 50 mL yumurta sarısı-tellurit emülsiyonu ilave edilip, petri kutularına 12,5 mL dökülür. Hazırlanmış besiyeri sarımsı-kahverengi renkte olup, 25°C’de pH’sı $6,8 \pm 0,2$ ’dır. Bu besiyeri, *Staphylococcus aureus* izolasyonu amacıyla izolasyon besiyeri olarak kullanılmaktadır (Baird-Parker, 1962).

3.1.2.13. Yumurta Sarısı-Tellurit Emülsiyonu

Staphylococcus aureus analizinde kullanılan Baird Parker Agar besiyerine katkı olarak kullanılır. Egg-yolk tellurit ticari adı ile de bilinir. Bileşimi, 200 Ml steril yumurta sarısı, 4,25 NaCl ve 2,1 G potasyum tellurit ile 1 litreye tamamlayacak steril damıtık sudur. Steril bir çözeltidir. 50 Ml şişe içeriği doğrudan 950 ml olarak hazırlanan Baird Parker Agar besiyerine ilave edilir (ISO/FDIS, 2003).

3.1.2.14. Tamponlanmış Peptonlu Su

Peptone	10,0 g/L
NaCl	5,0 g/L
Na ₂ HPO ₄ .12H ₂ O	9,0g/L
K ₂ HPO ₄	1,5 g/L

Hazırlanması: Dehidre besiyeri 25,5 g/L olacak şekilde su içinde gerekirse hafifçe ısıtılarak eritilir, 500 mL erlene 225'er mL olacak şekilde uygun cam malzemeye dağıtılır ve otoklavda 121°C'da 15 dakika sterilize edilir. Hazırlanmış besiyeri berrak ve sarı renkte olup, 25°C'de pH'sı $7,0 \pm 0,2$ 'dir. *Salmonella* analizinde ön zenginleştirme olarak kullanılır.

3.1.2.15. Selenite Cystine Broth

Peptone from casein	5,0 g/L
L(-) cystine	0,01 g/L
Lactose	4,0 g/L
Phosphate buffer	10,0 g/L
Sodium hydrogen selenite	4,0 g/L

Hazırlanması: 100 mL damıtık su içinde 2,3 g dehidre besiyeri gerekirse en çok 60°C'a kadar ısıtılarak çözülür. Bu besiyeri otoklavlanmaz. Aşırı ısıtılmadan kaçınılmalıdır. Hazırlanmış besiyeri berrak ve açık sarı renkli olup, 25°C'da pH'sı $7,0 \pm 0,2$ 'dir. *Salmonella* izolasyonunda kullanılan bir besiyeridir.

3.1.2.16. Brilliant Green Phenol Red Lactose Sucrose Agar

Peptone from meat	10,0 g/L
Meat extract	5,0 g/L
Yeast extract	3,0 g/L
Na ₂ HPO ₄	1,0 g/L
NaH ₂ PO ₄	0,6 g/L
Lactose	10 g/L
Sucrose	10 g/L
Phenol red	0,09 g/L
Brilliant Green	0,0047 g/L
Agar	12 g/L

Hazırlanması: Dehidre besiyeri 51,5 g/L olacak şekilde damıtık su içinde tümüyle çözülünceye kadar kaynar su banyosunda karıştırılarak eritilir ve steril petri kutularına 12,5'er mL dökülür. Bu besiyeri otoklavlanmaz. Sterilizasyon kaynar su banyosunda besiyerini eritirken yapılmış olur. Aşırı ısıtılmadan

kaçınılmalıdır. Hazırlanmış besiyeri parlak ve kırmızı renkli olup, 25 °C'da pH'sı $6,9 \pm 0,2$ 'dir (International Standard Organisation, 2002).

3.1.2.17. Tryptose Sülfite Cycloserine (TSC) Agar

Tryptose	15,0 g/L
Peptone from soymeal	5,0 g/L
Yeast extract	5,0 g/L
Sodium disulfite	1,0 g/L
Ammonium iron(III) citrate	1,0 g/L
Agar	15,0 g/L

Hazırlanması: Dehidre besiyeri 42 g/L olacak şekilde damıtık su içinde ısıtılarak eritilir ve manyetik taş ile birlikte otoklavda 121⁰C'da 15 dakika sterilize edilir. Hazırlanmış besiyeri berrak ve açık kahverengi renklidir, 25°C'da pH'sı $7,6 \pm 0,2$ 'dir. TSC Agar besiyeri özel bir katkı ile kullanılır. *Clostridium* izolasyonunda kullanılan bir besiyeridir.

3.1.2.18. TSC Agar Katkısı

Bu katkı MUP olarak da bilinir. Şişeye 5 mL damıtık su ilave edilir ve otoklavda sterilize edilip 50⁰C'a soğutulmuş 500 mL TSC Agar besiyerine ilave edilir. Bileşimi 200 mg D-Cycloserine; 50 mg 4-methylumbelliferyl-phosphate disodium tuzudur (Hauschild et al., 1974).

3.1.2.19. Kanlı Agar

Nutrient substrate (kalp ekstraktı ve peptonlar)	20,0 g/L
NaCl	5,0 g/L
Agar	5,0 g/L

Hazırlanması: Dehidre besiyeri 40,0 g/L konsantrasyonda olacak şekilde ısıtılarak damıtık su içinde eritilir ve otoklavda 121⁰C'da 15 dakika sterilize edilir. Otoklav çıkışında 45-50⁰C'a soğutulur, %5 oranında defibrine koyun kanı ilave edilir, karıştırılır ve petri kutularına 12,5'er mL dökülür. Bazal besiyeri berrak, sarımsı kahverengindedir ve 25°C'da pH'sı $6,8 \pm 0,2$ 'dir. *Bacillus anthracis* izolasyonunda kullanılan besiyeridir (Sondag, 1977).

3.1.2.20. Löwenstein-Jensen Besiyeri

KH ₂ PO ₄	2,5 g/L
MgSO ₄ 7H ₂ O	0,24 g/L
Tri-Magnesium dicitrate 14-hydrate	0,6 g/L
L-Asparagine	3,6 g/L
Potato meal	30,0 g/L
Malachite green	0,4 g/L

Hazırlanması: Dehidre besiyeri 37,5 g/600 mL olacak şekilde damıtık su içinde çözülür, gerekirse 600 mL bazal besiyeri için 12 mL gliserol ilave edilip, otoklavda 121°C'da 15 dakika sterilize edilir. 50°C'a soğutulup üzerine 1 litre taze yumurtadan hazırlanmış tam yumurta (sarı ve beyaz karışık) homejenizatı ilave edilir. Bu homejenizatın hazırlanmasında gereken asepsi kurallarına uyulmalıdır. Homejenizat ilave edilmeden önce 25 °C'da pH'sı 4,8±0,2 olmalıdır. Yumurta ilavesinden sonra hava kabarcıkları oluşmayacak şekilde iyice karıştırılır ve steril tüplere 7'er mL olacak şekilde dağıtılır. Tüpler yatık olarak 85°C'da 45 dakika doymuş su buharında tutularak koagülasyon sağlanır. Hazırlanmış besiyeri bulanık ve yeşildir. *Mycobacterium spp.* izolasyonunda kullanılan besiyeridir (Bilgehan, 2000).

3.1.2.20. Violet Red Bile Dextrose Agar (VRBD)

Peptone	7,0 g/L
Yeast extract	3,0 g/L
D(+) Glucose	10,0 g/L
NaCl	5 g/L
Ox Bile	1,5 g/L
Neutral Red	0,03 g/L
Crystal Violet	0,002 g/L
Agar	13 g/L

Hazırlanması: Dehidre besiyeri, 39,5 g/L olacak şekilde damıtık su içinde karıştırılarak kaynatılır ve kaynama başladıktan sonra en çok 2 dakika daha kaynama sıcaklığında tutulup, 45-50°C'a soğuyunca steril Petri kutularına 12,5'er mL dökülür. Bu besiyeri otoklavlanmaz. Sterilizasyon, kaynar su banyosunda

besiyerini eritirken yapılmış olur. VRBD Agar besiyerinin aşırı ısıtılmasından kaçınılmalıdır. Aşırı ısıtma selektiviteyi azaltır. Kaynar su banyosundaki ısı işlem etkinliğinin sağlanması için besiyerinin 250 mL'den fazla hacimlerde hazırlanmaması önerilir. Önceden 0,5 litre erlen içine 250 mL damıtık su konulup ağzı kapatılarak otoklavda sterilize edilmesi ve besiyerinin bu erlende hazırlanıp eritilmesi önerilir. Hazırlanmış besiyeri parlak ve koyu kırmızı-kahve renklidir, pH'sı 25°C'da $7,3 \pm 0,2$ 'dir. Genel olarak ekimden sonra 15 dakika oda sıcaklığında kendi halinde bekletilen Petri kutularına ikinci kat olarak yine VRBD besiyerinden 5-6 mL kadar dökülüp, katılaştıktan sonra inkübasyona bırakılır. Bu besiyeri Enterobacteriaceae'nin izolasyonunda kullanılan besiyeridir (International Organization for Standardization, 1977).

3.1.2.21. Violet Red Bile Lactose

Peptone from meat	7,0 g/L
Yeast Extract	3,0 g/L
Lactose	10,0 g/L
NaCl	5 g/L
Ox Bile (Bile Salt Mixture)	1,5 g/L
Neutral Red	0,03 g/L
Crystal Violet	0,002 g/L
Agar	13,0 g/L

Hazırlanması: Dehidre besiyeri, 39,5 g/L olacak şekilde damıtık su içinde karıştırılarak kaynatılır ve kaynama başladıktan sonra en çok 2 dakika daha kaynama sıcaklığında tutulup, soğuyunca steril petri kutularına 12,5'er mL dökülür. Bazı standartlarda dökme kültür ve/ veya 2. kat ilavesi önerilmektedir. Bu besiyeri otoklavlanmaz. Sterilizasyon, kaynar su banyosunda besiyerini eritirken yapılmış olur. Mikrodalga fırında kaynatılarak sterilize edilebilir. Sterilizasyon sonrası 25°C'da pH'sı $7,4 \pm 0,2$ 'dir. VRB Agar besiyerinin aşırı ısıtılmasından kaçınılmalıdır. Aşırı ısıtma selektiviteyi azaltır. Kaynar su banyosundaki ısı işlem etkinliğinin sağlanması için besiyerinin 250 mL'den fazla hacimlerde hazırlanmaması önerilir. Hazırlanmış besiyeri parlak ve karanlık kırmızı renklidir. Bu besiyeri koliformların izolasyonunda kullanılmaktadır.

3.1.2.22. Eosin Methylene-blue Lactose Sucrose Agar

Peptone	10,0 g/L
K ₂ HPO ₄	2,0 g/L
Lactose	5,0 g/L
Sucrose	5,0 g/L
Eosin Y yellowish	0,4 g/L
Methylene Blue	0,07 g/L
Agar	13,5 g/L.

Hazırlanması: Dehidre besiyeri 36,0 g/L olacak şekilde damıtık su içinde ısıtılarak eritilir, otoklavda 121°C'da 15 dakika sterilize edilir ve 45-50°C'a soğuduğunda steril Petri kutularına 12,5'er mL dökülür. Hazırlanmış besiyeri berrak ve kırmızımsı-kahve, menekşe-kahverenginde olup, 25 °C'da pH'sı 7,1±0,2'dir (Doğan vd., 2001).

3.1.2.23. Potato Dextrose Agar (PDA)

Patates İnfüzyonu	4,0 g/L
D(+)-Glukoz	20,0 g/L
Agar	15,0 g/L

Hazırlanması: Hazır besiyerinden 39 gr tartılarak 1000 ml su içinde çözülür ve kaynayıp tamamen çözülene kadar ısıtılır. 121°C'de 15 dakika otoklavlanarak steril edilir; yaklaşık 50°C'ye kadar soğutulduktan sonra eğer gerekli ise 14 ml steril tartarik asit aseptik koşullarda eklenerek ortam pH'sının 3.5'e düşmesi sağlanır. Ortam iyice karıştırıldıktan sonra steril petrilere petri başına yaklaşık 15–20 mL gelecek şekilde paylaştırılır ve ortamın katılaşması için en az 30 dakika beklenir. Hazırlanan ortamın rengi kahverengimsi-sarıdır (Beever and Bollard, 1995). Bu besiyeri antimikrobiyal aktivite için kullanılacak olan funguslar için kullanılmıştır.

3.1.2.24. Müller-Hinton Agar (MHA)

Meat infusion	2,0 g/L
Casein hydrolysate	17,5 g/L
Starch	1,5 g/L
Agar	13,0 g/L.

Hazırlanması: Dehidre besiyeri, 34,0 g/L konsantrasyonda damıtık su içinde ısıtılarak eritilir, otoklavda 115 °C'da 10 dakika sterilize edilip, steril Petri kutularına 12,5'er mL dökülür. Hazırlanmış besiyeri berrak, menevişli (yanar-döner) ve sarımsı kahverengindedir. Sterilizasyon sonrası 25°C'da pH'sı $7,3\pm0,2$ 'dir. Bu besiyeri antimikrobiyal aktivite için kullanılacak olan bakteriler için kullanılmıştır.

3.2. Metod

3.2.1. Kompostun içinde bulunan mikroorganizmaların izolasyonu ve izolatların tanımlanması

3.2.1.1. Anaerob bakterilerin analizi

Anaerob bakteri kültürü için kullanılacak besiyeri günlük olarak, taze hazırlanmalıdır ve kullanıncaya kadar oda ısısında, oksijenden korunmuş olarak bekletilmelidir. Buzdolabında bekletilen besiyerlerinde anaerob bakterilerin izole edilebilmesi mümkün değildir. Bekletilen besiyeri okside olacağından anaerob bakterilerin üremesi zorlaşacaktır. Anaerob besiyerlerine, redükleyici maddeler olarak, glikoz, sistein, tiyoglikolik asit, sodyum sülfid, askorbik asit, doku parçaları, demir gibi bazı oksidan metallerin parçaları gibi maddeler ilave edilebilir. Zenginleştirici maddeler olarak ise, %5 kan (koyun, at veya tavşan kanı), maya özeti, hemin (5 µg/ml) ve K1 vitamini (1 µg/ml) ilave edilmelidir (Kıyan, 1999). Wilkins ve Chalgren kendi geliştirdikleri besiyerine Wilkins-Chalgren besiyeri adını vermişlerdir (Wilkins and Chalgren, 1976).

25 gr katı kompost veya 25 ml sıvı kompost örneği 225 ml. seyreltme suyu içerisinde homojenize edilir. Homojenize edilen örneklerden 10^{-1} 'lik seyreltmeden 10^{-4} 'ya kadar seyreltme işlemi yapılır. Her bir seyreltmeden, önceden dökülmüş olan %5 koyun kanlı Wilkins Chalgren agar yayma plaka tekniği ile ekim yapılır.

Anaerob bakterilerin izolasyon ve sayımında anaerob ortam oluşturulması gereklidir. Anaerob atmosfer oluşturmak için en yaygın olarak kullanılan sistem anaerob jar'dır. 2,5 lt'lik jarda anaerob ortam oluşturabilecek özellikte olan Microbiology Anaerocult A (Merck, Darmstadt, Almanya) paketleri kullanılır. Bu paketlerin üzerine 35 ml su ilave edilir ve jarın içine hemen yerleştirilip vakit kaybetmeden jarın ağzı kapatılır. Anaerobik ortamı denetlenmesi için jarda ısı artışı olması, jar içinde buhar oluşması, dinlemekle kabarcıkların oluşmasına bağlı çıkırtı seslerinin duyulması ve resazurin emdirilmiş kağıt strinin renginin maviden beyaza dönüşmesi durumunda anaerob ortamın oluştuğu düşünülmüştür. Eğer stripte renk değişikliği 1-2 saat içinde oluşmamışsa anaerob ortamı sağlamak için işlemler tekrarlanır. Anaerob ortam hazırlandıktan sonra ekimleri yapılan örnekler

hemen jara yerleştirilir ve petriler 35–37°C 'da 24–48 saat anaerobik etüvde inkübe edilir. Anaerob ortam oluşumu Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Anaerob ortam oluşumu: Sağda anaerob ortamın için gerekli malzemeler, solda anaerob ortamın oluştuğu gözlenmektedir. (Çalışmamdan).

Ekim yapıldıktan ve anaerob ortam sağlandıktan 48 sonra jar açılarak üremenin olup olmadığı gözlemlenir. Oluşan koloniler sayılıp seyreltme faktörü ile çarpılarak gramdaki sayıları bulunur.

3.2.1.2. Maya- Küf Analizi

25 gr katı kompost veya 25 ml sıvı kompost örneği 225 ml. seyreltme suyu içerisinde homojenize edilir. Homojenize edilen örneklerden 1 ml alınarak, 9 ml seyreltme suyu içeren tüp serisinin ilkinde aktarılır. Daha sonra her bir tüpten diğerine 1'er ml. aktararak 10^{-6} 'ya kadar seyreltme işlemi yapılır. Her bir seyreltmeden boş petrilere 1'er ml aktarılır. Petrilerin üzerine Rose-Bengal Chloramphenicol Agar (RBCA) dökülüp, homojen olarak karışması sağlanır. Katılaştıran besiyeri, 27°C' de 5-7 gün saat inkübasyona bırakılır. Oluşan koloniler sayılıp seyreltme faktörü ile çarpılarak gramdaki sayıları bulunur (Karaboz vd., 2002; Temelli et al., 2004).

3.2.1.3. *Bacillus cereus* Analizi

25 gr katı kompost veya 25 ml sıvı kompost örneği 225 ml. seyreltme suyu içerisinde homojenize edilir. Homojenize edilen örneklerden 10^{-1} 'lik seyreltmeden 10^{-3} 'ya kadar seyreltme işlemi yapılır. Her bir seyreltmeden, önceden dökülmüş olan, Cereus selective agara yayma plaka tekniği ile ekim yapılır. 35 °C 'de 24–48 saat inkübe edildikten sonra etrafı saydam zonlu, pembe menekşe merkezli, yaygın koloniler *B. cereus* olarak değerlendirilir. Burada oluşan tipik koloniler *B. cereus* doğrulaması için Nutrient Yatık Agar besiyerine alınarak biyokimyasal testlere geçilir (Kaleli ve Özkaya, 2000).

Daha ileri identifikasyon için, Glikoz, Nitrat indirgenmesi testleri yapılır.

Glikoz testi

Bu test için Dextrose Casein-Peptide Agar besiyeri kullanılır. Tüplerde sterilize edilen besiyeri standart analiz yöntemine göre kullanılmadan önce kaynar su banyosunda tutularak eritilir ve tekrar hızla dik pozisyonda 30°C'a soğutulur. Bu işlemde amaç besiyeri içinde bulunan oksijenin uzaklaştırılmasıdır. *B.cereus* olduğundan kuşku duyulan kolonilerden elde edilen saf agar kültüründen 1 koloni alınarak aşı iğnesi ile 1 defada Dextrose Casein-Peptide Agar besiyerine daldırma yapılır. 30°C'da 24 saat inkübasyona bırakılır. *B.cereus*'un bu teste pozitif sonuç vermesine bakılır.

Nitrat testi

Nitrat testi için Nitrat broth besiyeri kullanılabilir. *B.cereus* olduğundan kuşku duyulan kolonilerden elde edilen saf agar kültüründen 1 koloni alınarak aşı özesi ile besiyerine inoküle edilip 30°C'da 24 saat inkübasyona bırakılır. Bu sürenin sonunda tüpe 0,2-0,5 ml olacak şekilde birkaç damla Griess-Ilosvay's nitrit çözeltisi ilave edilir ve sonuç gözlemlenir.

3.2.1.4. *Staphylococcus aureus* Analizi

25 gr katı kompost veya 25 ml sıvı kompost örneği 225 ml. seyreltme suyu içerisinde homojenize edilir. Homojenize edilen örneklerden 10^{-1} 'lik seyreltmeden 10^{-3} 'e kadar seyreltme işlemi yapılır. Her bir seyreltmeden, önceden dökülmüş olan, Baird Parker Agar'a yayma plaka tekniği ile ekim yapılır. 35 °C 'de 24 saat inkübe edilir. Etrafı saydam zonlu, 1-1,5 çaplı siyah, parlak koloniler *S.aureus* olarak değerlendirilir. Gram (+) üzüm salkımı şeklinde kok, katalaz (+) ve koagulaz (+) olan koloniler *S. aureus* olarak doğrulanır. Oluşan koloniler sayılıp seyreltme faktörü ile çarpılarak gramdaki sayıları bulunur (Karaboz vd., 2002).

Katalaz test

Stafilokokları, streptokoklardan ayırt edebilmek için besiyerinde oluşan hemoliz, koloni ve gram boyamanın özellikleri yeterli değildir. Bu ayrımı yapabilmek için katalaz testi kullanılır. Katalaz, streptokokların dışında birçok aerobik ve fakultatif bakteri tarafından üretilen bir enzimdir. Katalaz enzimi, eritrositlerde de bulunduğu için dolayı; test edilecek bakteri kolonisi, kan içermeyen bir besiyerinden alınır. Test yapılışında kullanılan besiyeri Nutrient agardır. Petri kutusundaki agara öze ile sürme yapılır. 18-24 saat inkübasyondan sonra doğrudan koloni üzerine mikropipetle %3 konsantrasyonlu hidrojen peroksit çözeltisi damlatılır. Bu uygulamadan en geç 1 dakika içinde gaz çıkışı gözlemlenir.

Koagülaz testi

Koagülaz, özellikle patojen Stafilokoklar tarafından üretilen ve fibrinojeni fibrine dönüştürerek plazmayı pıhtılaştıran bir enzimdir. Koagülaz testi, *Staphylococcus aureus*un diğer stafilokoklardan ayırt edilmesinde kullanılan en önemli testtir. İki farklı yöntemle koagülaz testi yapılabilir. Birincisi stafilokokların besiyerine saldıkları serbest koagülazın araştırıldığı tüp testidir. İkincisi ise kümeleştirme faktörü olarak da bilinen bağlı koagülazın araştırıldığı lam deneyidir. Lam deneyi hızlı sonuç vermekle birlikte, *S. aureus* suşlarının %10-15'i bu yöntemle negatif sonuç verebilir. Mannitolu yalnız *S. aureus* parçaladığı halde koagülaz negatif olanlar parçalamazlar.

3.2.1.5. *Salmonella* spp. Analizi

Kültürel yöntemlerin en önemli dezavantajı; sonuçlandırılması için oldukça uzun bir süreye gereksinim duyulmasıdır. *Salmonella*'nın belirlenmesindeki klasik kültürel yöntemler genellikle önzenginleştirme (16-20 saat), selektif zenginleştirme (24-48 saat), selektif katı besiyerlerinde izolasyon (24-48 saat), biyokimyasal tanımlama ve şüpheli kolonilerin serolojik doğrulanması (48-72 saat) basamaklarından oluşur. Ön zenginleştirme amacı ile 25 gr katı kompost veya 25 ml sıvı kompost örneği 225 ml. tamponlanmış peptonlu su içerisinde homojenize edilir. 37°C 'da 24 saat inkübasyona bırakılır (Catarama et al., 2006). *Salmonella* 'nın saptanmasında ikinci aşama olan selektif zenginleştirme için ön zenginleştirme ortamından Selenit Sistin Broth besiyerine inokulasyon yapılır. Selenit Sistin Broth besiyeri 35–37°C 'da 18–24 saat inkübasyona bırakılır (Kök vd., 2007).

Son aşamada selektif zenginleştirme besiyerinden selektif katı Bismüt Sülfid Agar besiyerine çizgi ekim yapılır. 35-37°C'da 24 saat inkübasyona bırakılır. Bismüt Sülfid Agar besiyerinde *Salmonella*'nın oluşturduğu koloni yapısı kahverengi, düzgün yuvarlaktır ve bu koloninin çevresinde metalik parlaklık gözlenir.

Daha ileri identifikasyon için Triple Sugar Iron Agarda laktoz negatif, glikoz ve H₂S pozitif olması, mannitollü Phenol red besiyeri, üre testinde negatif sonuç vermesi, indol negatif, oksidaz negatif, lisin dekarboksilaz pozitif olması özellikleri araştırılır. Oluşan koloniler sayılıp seyreltme faktörü ile çarpılarak gramdaki sayıları bulunur (Kök vd., 2007; Gümüş vd., 2005).

3.2.1.6. *Clostridium* spp. Analizi

25 gr katı kompost veya 25 ml sıvı kompost örneği 225 ml. seyreltme suyu içerisinde homojenize edilir. Homojenize edilen örneklerden 10⁻¹'lik seyreltmeden 10⁻⁶'ya kadar seyreltme işlemi yapılır. Her bir seyreltmeden steril boş petrilere 1'er ml aktarılır. Daha sonra bu petrilere Tryptose Sulfite Cycloserine (TSC) besiyeri dökülür ve örnekle besiyerinin karışması sağlanır. Besiyeri katılaştıktan

sonra aynı besiyerinden petrinin yüzeyini tamamen örtecek şekilde 10 ml daha ilave edilir. Katılaşması beklenir ve kapakları üste gelecek şekilde anaerobik kavanozlarda veya anaerobik inkübatörde 35–37°C 'da 20 ila 24 saat kadar bırakılır. İnkübasyon süresi sonunda TSC agarda oluşan siyah koloniler sülfid indirgeyen anaeoblar olarak sayılır (Hauschild et al., 1974).

3.2.1.7. *Bacillus anthracis* Analizi

60°C'de 15 dk. boyunca pastörize edilen kompost örnekleri, 10^{-6} 'ya kadar steril Tamponlanmış Peptonlu Su içerisinde dilue edilir. Bu seyreltmelerden, Kanlı Agar yayma ekim yapılır. 37°C'de 24- 48 saat inkübe edilir. 24. ve 48. saatlerde oluşan non-hemolitik/ zayıf hemolitik, grimsi renkli, granüler “kar manzarası” görünümlü, kuru, lesitinaz aktivitesi zayıf koloniler değerlendirmeye alınır.

Gram, Giemsa ve Metilen mavisi ile boyamaları yapılan kolonilerde Gram(+), kapsüllü, köşeli, sporları oval, merkezi, ana hücreyi şişirmeyen yapıda, uzun zincirler halinde görünürler. Katalaz pozitifdir. Lam üzerine 2 damla steril FTS konularak, alınan tek koloni öze yardımıyla homojenize edilir. Faz kontrast mikroskopunda hareket muayenesi gerçekleştirilir. *B. anthracis* hareketsizdir. Jelatin besi yerine iğne uçlu öze yardımıyla dik gerçekleştirilen ekim sonucunda, *B. anthracis*'in “ters dönmüş çam ağacı manzarası” göstermesi gerekir. *B. cereus*, *B. mycoides*, *B. thuringiensis* ise jelatini sıvılaştırır. % 0.7 Sodyum bikarbonat ile hazırlanmış nutrient agar içerisine ekim yapılarak %10 CO₂'li etüv içerisinde 24–48 saat bekletilir. Sonuçta, oluşan mukoid koloni yapısıyla diğer *Bacillus* spp.'lerden farklılık göstermektedir.

İnci Dizisi Reaksiyonu: Bu işlem, etkenin Penisilin duyarlılığını test etmektedir. 5-0.5 unite/ml. olacak şekilde FTS içerisinde iki seyreltme hazırlanır. Bu dilasyonlardan soğumakta olan Nutrient Agar'a eklenerek donmaya bırakılır. Her petrideki agar bir bistüri yardımıyla 1.5x1.5 cm. olacak şekilde kesilerek bir lam üzerine konulur. Bir küçük öze yardımıyla süşun 24 saatlik sıvı kültüründen alınan örnek lam üzerindeki agarlara inokule edilir. Lam içine steril distile su damlatılmış bir petrinin içerisine altına destek konularak 37°C 3 saat inkübe edilir.

Daha sonra etüvden çıkarılarak, her bir agar parçası üzerine lamel kapatılır ve x40 ile mikroskopta muayene edilir. *B. anthracis*'in üremeleri inci dizisi şeklinde gerdanlık gibi görülür.

3.2.1.8. *Mycobacterium spp.* Analizi

Bakterilerin görülme oranını artırmak için homojenizasyon ve yoğunlaştırma yöntemleri kullanılır. Bunun amacı homojen olmayan kompostun homojen hale getirilmesinden sonra santrifüjlenerek çöktürmek suretiyle bakterileri yoğunlaştırmaktır. Bunun için sıkı kapaklı bir santrifüj tüpüne 1 gr katı kompost ve /veya 1 ml sıvı kompost ve aynı miktarda üzerine %4'lük NaOH eklenir. Karıştırılıp oda sıcaklığında 15 dakika beklenir. Süre sonunda tüpün dolmasına az kalacak kadar fosfat tampon eriyiği eklenip 3000 devirli santrifüjde 15 dakika santrifüjlenir. Üst sıvı dökülüp tüp dibindeki çökeltiden preparat hazırlanır.

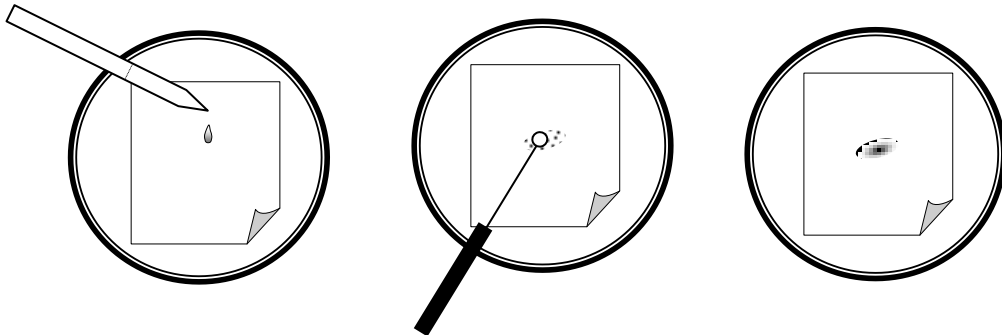
Mycobacterium spp.'in üretilmesi için Löwestein-Jensen besiyeri kullanılır. Ekimler yoğunlaştırılmış çökeltiden ve pH nötralizasyonundan sonra yapılır. Nem kaybetmesinin önlenmesi için tüpler sıkı kapatılır. *Mycobacterium spp.* yavaş üreyen bir bakteri olup en erken 2 ve bazen 8 haftada sonuç alınır. İçinde *Mycobacterium spp.* bulunan preparatlar Ehrlich-Ziehl-Neelsen yöntemi ile boyanır. Preparatlar alevden geçirilerek tespit edilir ve preparatın üzerini kaplayacak şekilde fenollü füksin dökülür. Alkol ile ısıtılmış pamuk taşıyan teller alınıp pamuğu yakılır. Preparatlar altında buhar çıkacak fakat kaynamayacak derecede iki dakika süre ile ısıtılır. Preparatlar bir ucundan tutularak üzerlerine asitli alkol dökülür. Birkaç kez eğip doğrultularak preparatlar yıkanır. Alkol renksiz akıncaya kadar değiştirilir ve işlem yinelenir. Preparat su ile yıkanır. Zıt boya olarak metilen mavisi ile 15 saniye boyanır. Yıkanır kurutulur ve immersiyon ile incelenir. Asido-rezistan bakteriler güç boyanırlar. Onun için yoğun boya eriyikleri ve sıcak kullanılır. İlk boyamada preparatta bulunan bakteri, hücresi kırmızıya boyanırlar. Asitli alkol ile diğer bakteri ve oluşumlar almış oldukları fuksini bırakıp renksizleştikleri halde asidorezistan olan *Mycobacterium*lar boyalarını bırakmazlar kırmızı kalırlar. Diğer tüm oluşumlar metilen mavisi ile maviye boyanırlar (Bilgehan, 2000).

3.2.1.9. Enterobacteriaceae Analizi

25 gr katı kompost veya 25 ml sıvı kompost örneği ayrı ayrı 225' şer ml.'lik seyreltme suları içerisinde homojenize edilir. Homojenize edilen örneklerden 10^{-1} 'lik seyreltmeden 10^{-6} 'ya kadar seyreltme işlemi yapılır. Her bir seyreltmeden steril boş petrilere 1'er ml aktarılır. Daha sonra bu petrilere Violet Red Bile Dextrose (VRBD) Agara besiyeri dökülür ve örnekle besiyerinin karışması sağlanır. Besiyeri katılaştıktan sonra aynı besiyerinden petrinin yüzeyini tamamen örtecek şekilde 10 ml daha ilave edilir. 35°C 'de 24 saat inkübe edilir. VRBD Agar besiyerinde 0,5-2 mm çaplı koyu kırmızı koloniler Enterobacteriaceae familyası üyeleri olarak sayılır. Glikozu kullanan tüm familya üyeleri bu besiyerinde koyu kırmızı ve etrafında kırmızımsı presipitat zonu oluşturur. Enterobacteriaceae familyası üyesi olmayan bakteriler ise renksiz koloni yaparlar (Halkman, 2005). Aeromonas gibi bazı VRBD Agar besiyerinde Enterobacteriaceae gibi sonuç verdiğinden dolayı rastgele seçilen 5 koloniye oksidaz testi uygulanır.

Oksidaz testi

Bu test laboratuvarında hazırlanan tetrametil-p-fenilendiamin dihidroklorür ile yapılır. Bu çözelti 100 mL damıtık suda çözülür. Bir parça filtre kağıdı bu çözelti ile ıslatılır. Temiz bir öze yardımıyla aktif kültürden bir miktar alınarak filtre kağıdının üzerine yayılır. 10 saniye içinde gözlenen mavi renk oluşumu gözlenir. Mavi renk oluşumu pozitif oksidaz olarak değerlendirilir.



Şekil 3.2. Oksidaz testi yapımı

3.2.1.10. Koliform Grup Bakterilerin Analizi

25 gr katı kompost veya 25 ml sıvı kompost örneği 225 ml. seyreltme suyu içerisinde homojenize edilir. Homojenize edilen örneklerden 10^{-1} 'lik seyreltmeden 10^{-6} 'ya kadar seyreltme işlemi yapılır. Her bir seyreltmeden steril boş petrilere 1'er ml aktarılır. Daha sonra bu petrilere Violet Red Bile (VRB) Agara besiyeri dökülür ve örnekle besiyerinin karışması sağlanır. Besiyeri katılaştıktan sonra aynı besiyerinden petrinin yüzeyini tamamen örtecek şekilde 4-5 mL daha ilave edilir. 35°C 'de 24 saat inkübe edilir. İnkübasyondan sonunda VRB Agar besiyerinde 1-2 mm çaplı koyu kırmızı renkli koloniler koliform grup bakteri olarak sayılır. Oluşan koloniler sayılıp seyreltme faktörü ile çarpılarak gramdaki sayıları bulunur (Çakır, 2000).

3.2.1.11. Fekal koliform ve *E.coli* Analizi

25 gr katı kompost veya 25 ml sıvı kompost örneği 225 ml. seyreltme suyu içerisinde homojenize edilir. Homojenize edilen örneklerden 10^{-1} 'lik seyreltmeden 10^{-6} 'ya kadar seyreltme işlemi yapılır. Her bir seyreltmeden steril boş petrilere 1'er ml aktarılır. Daha sonra bu petrilere Violet Red Bile (VRB) Agara besiyeri dökülür ve örnekle besiyerinin karışması sağlanır. Besiyeri katılaştıktan sonra aynı besiyerinden petrinin yüzeyini tamamen örtecek şekilde 4-5 mL daha ilave edilir. 44°C 'de 24 saat inkübe edilir. İnkübasyondan sonunda VRB Agar besiyerinde 1-2 mm çaplı koyu kırmızı renkli koloniler fekal koliform grup bakteri olarak sayılır. Tipik koliform koloniler Eozin Metilen Blue (EMB) besiyerine sürme yapılarak üreyen organizmalar *E.coli* olarak saptanır. Oluşan koloniler sayılıp seyreltme faktörü ile çarpılarak gramdaki sayıları bulunur (Çakır, 2000).

3.2.2. Kompostun antimikrobiyal aktivitesi

Antimikrobiyal aktiviteyi saptamak amacıyla katı kompost örneklerinden kompost ekstraktı hazırlanır, sıvı kompost örnekleri ise direkt olarak kullanılır. Kompost ekstraktı hazırlamak için kompost su ile 1/5 oranında seyreltilip iyice karıştırılıp ve 15°C- 25°C'de fermentasyona bırakılır. 5 günlük fermentasyon sonunda solüsyon saklama kaplarına alınıp +4°C'de saklanır. Bu şekilde hazırlanan kompost ekstraktı kullanımdan yarım saat önce buzdolabından çıkarılır (Weltzein ,1991). Kullanılmadan önce süzme işlemi yapılmaktadır.

Antimikrobiyal aktivitede kullanılacak olan potansiyel bitki patojeni mikrofunguslar (*Alternaria spp.*, *Fusarium solani*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum*, *Pyricularia oryzae*, *Verticillium spp.*) için test inokulum süspansiyonu organizmaların Potato Dextrose Agar' daki 5-7 günlük kültüründen hazırlanır. İnokulum %0,05 Tween 80 içeren tamponlanmış fosfat tuz çözeltisi içerisinde hazırlanır ve Thoma lamında sayılır. 100 µl (2×10^3 spor/ml) spor süspansiyonu Potato Dextrose Agar (PDA) besiyeri üzerine steril L baget ile yayılır (NCCLS, 2002). Potansiyel bitki patojeni mikrofunguslar Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Anabilim Dalı ve Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nden temin edilmiştir.

Antimikrobiyal aktivitede kullanılacak olan bitki patojeni bakteriler (*Clavibacter spp.*, *Pseudomonas fluorescens*) için bakteriyel hücre süspansiyonu hazırlanması maya süspansiyonu ile aynı şekilde hazırlanır (10^7 - 10^8 adet/ ml) fakat besiyeri olarak Mueller Hinton Agar (MHA) kullanılır. 100' er µl hücre süspansiyonu MHA besiyeri üzerine steril L bagetle ile yayılır (NCCLS, 2001). Potansiyel bitki patojeni bakteriler Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Anabilim Dalı'ndan temin edilmiştir.

Kompostlarda elde edilen ekstraktlar ve sıvı kompost örneklerinin antimikrobiyal aktivitesi disk difüzyon yöntemi ile saptanmaktadır (Murray et al., 1995). Örnekler mikropipet ile 6 mm çapındaki boş steril antibiyotik disklere 20 µl/disk olacak şekilde emdirilir. Ekimi yapılan fungus ve bakteri kültürleri üzerine

örnek emdirilmiş diskler hafifçe bastırılarak yerleştirilir. Bu şekilde hazırlanan petri kutuları 4°C’ de 1 saat bekletildikten sonra fungus inoküle edilen petriler 27±0.1°C de 72 saat, bakteri inoküle edilen petriler 37±0.1°C de 18-24±2 saat süre ile inkübe edilir. Süre sonunda besiyeri üzerinde oluşan inhibisyon zonları mm olarak değerlendirilir.

3.3. İstatistik Analizler

Araştırmada incelenen örneklerden elde edilen verilerle, SPSS 11.0 istatistik programı kullanımı ile tanımlayıcı istatistik uygulanmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Sayımı Yapılacak olan Mikroorganizmaların Genel Özellikleri

4.1.1. Anaerob mikrorganizmaların özellikleri

Anaerob bakteriler, doğada ve insan florasında bol miktarda bulunmaktadır. İnsan vücudunda, deri, gastrointestinal sistem, vajen ve burun gibi birçok organdan normal flora bakterileri olarak anaerob bakteriler izole edilebilmektedir.

Anaerob bakterilerin çoğu saprofit olup, patojen olanların sayısı oldukça azdır. Bu bakteriler normal koşullarda infeksiyon oluşturmazken, doku hasarı gibi redoks potansiyelinin düştüğü durumlarda ve fakültatif anaerob bakterilere sekonder olarak infeksiyon etkeni olabilmektedir. Anaerob olarak tanımlanan mikroorganizmalar gelişmeleri için özel atmosfer koşullarına gerek duyarlar. Bu grup içinde oksijeni farklı deredelerde tolere eden gruplar vardır. Anaerobik bakterilerin gelişmeleri için ortamda oksijen kesinlikle istenmez. Anaerobik bakterilerin izolasyonu için ortamın oksijensiz olması için çeşitli materyaller kullanılmalıdır (Doğan, 2008). Kompostta aerobik bakterilerin anaerobik bakterilere oranının minimum 5:1 olması gerektiği ve daha fazla sayıda anaerobik bakteri olması durumunda yetersiz havalandırmanın söz konusu olduğu vurgulanmaktadır (BBC laboratories, 2011).

4.1.2. Maya ve küfün genel özellikleri

Küfler ve mayalar doğada hava, toprak, su ve organik maddeler üzerinde yaygın olarak bulunurlar. Toprakta bol bulunan, hatta organik madde ve su içeren tüm yüzeylerde hızla gelişip çoğalabilme yeteneğine sahip olan funguslar, değişik hava hareketleriyle geniş alanlara yayılırlar. Küfler her zaman ve her yerde bulunabilir, akla gelen her türlü maddeyi substrat olarak kullanarak ürer ve ortamı istila edebilirler (Özyaral vd., 2007).

Küfler miselyum oluşturan çok hücreli funguslar olarak tanımlanmıştır. Küf hücreleri art arda dizilerek hifleri, çeşitli şekillerde dallanma yapmak suretiyle bir araya gelerek miselyumu oluştururlar. Küfler eşeyli ve eşeysiz olmak üzere iki tip çoğalma gösterirler (Akçelik vd., 2000). Küfler, vejetatif hücre yapıları renksiz olan canlılardır. Ancak çoğalma elemanı olarak oluşturdukları sporlar gelişme ortamındaki koşullara, cins ve türe bağlı olarak değişen renklere sahiptirler. Küfler, gelişme ortamında hücre veya hif sayısının artışı ile çevreye yayılır ve yüzeyde pamuk gibi yumuşaklaşan topluluklar oluştururlar.

Gelişmeleri ile çoğalma etkinliği ilerleyerek bir kese içinde veya doğrudan açıkta sporların oluşumu gözlenir. Bu sporlar oluşumun ilk aşamasında renksizdir. Küflerin tanımlanmasında ve ayrımında genellikle eşeysiz spor ve bununla ilgili yapılardan faydalanılır (Şahin ve Korukluoğlu, 2000). Mayalar ise her türlü ortamda bulunabilen küremsi veya elips şeklinde tek hücreli mikroorgaizmalardır. Gıdaların bozulmasında ve muhafazasında önem taşırlar. Bakteriler ve küfler gibi toksin oluşturmazlar. Mayalar meyve suları, reçeller, et gibi bazı gıda gruplarında bozulmalara neden olabilirler. Mayaların ekonomik yönden önemi karbonhidratlı gıdaları parçalayarak alkol ve karbondioksit oluşturmalarından ileri gelmektedir (Tayar ve Dokuzlu, 2007). Bazı maya türleri ekmek, bira, şarap gibi gıdaların üretiminde büyük ekonomik öneme sahiptir. Bir takım küflerden de peynir yapımı ya da yüksek protein içeriğine sahip biyomas üretiminde faydalanılmaktadır. Ancak oldukça fazla sayıda maya ve küf türünün fermantasyon ve gıda sanayiinde istenmeyen kontaminantlar olduğu bilinmektedir. Maya ve küfler, oldukça geniş pH aralığında (pH 2-9), depolama sıcaklığında (10-35°C) ve su aktivitesinde (0,85 ve üzeri) üreyebilmektedirler. Aynı zamanda tuz ve şeker konsantrasyonuna sahip ortamlarda kolaylıkla gelişebilmektedirler. Ayrıca pektin ve diğer kompleks karbonhidratları, organik asitleri, proteinleri ve lipitleri de kullanabilmektedirler. Bozulmaya yol açan maya ve küfler gıdalarda acı tat ve kötü koku oluşumu, gaz oluşturma özellikleri sayesinde, bazı gıdalarda istenmeyen gözenekli yapı oluşumu gibi bir takım bozukluklara neden olabilmektedirler. Bazı küf türleri ise bulaştıkları gıda maddesinde gelişerek salgıladıkları toksik metabolitler, mikotoksinler nedeniyle, gıda maddesinin tüketilmesi durumunda ölümle sonuçlanabilen zehirlenmelere yol açabilmektedirler.

Maya ve küfler pek çok gıda maddesi için sorun teşkil ederken, üründe bulunan maya ve küf sayısı, üretim teknolojisi gereği açık hava teması fazla olan, yıkama işlemi yapılmaksızın öğütülerek paketlenen, soğutma ya da dondurma gibi işlem gören gıdalar açısından önemli bir kalite kriteri olarak görülmektedir (Özkaya ve Kuleaşan, 2000). Kompostta $1,0 \times 10^3$ – $1,0 \times 10^4$ kob/ml arasında bulunan fungus miktarı bitki patojeni bazı fungusların gelişimini engellemektedir, aynı zamanda çeşitli organik bileşikleri yararlı bakterilerin kullanabileceği formlara çevirmektedirler (Brinton, 2004; BBC Laboratories; Woods End Research Lab, 2011).

4.1.3. *Bacillus cereus*'un genel özelliği

Bacillaceae familyasının *Bacillus* cinsine ait bir bakteri olan *Bacillus cereus*, toprak ve bitki örtüsü üzerinde yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Santral veya subterminal yapıda, elipsoidal sporlara sahip olan bakteri, peritrik flegellaları sayesinde hareketli ve aerobiktir. Optimum gelişme sıcaklığı, suşlara göre 28–35 °C arasında değişmekle birlikte genellikle 30°C'dir. Gelişebildiği pH aralığı 4,9–9,3 olup optimum 7,0'dir. *Bacillus cereus*; lesitinaz, jelatinaz, proteaz ve amilaz aktivitesine sahip olup nitrat redüksiyonu pozitif ve polimiksine dirençlidir. Birçok suşu da %7,5 tuzda üreyebilir. *Cereus* adını tahıl anlamındaki cereal'dan alır (Sekin ve Karagözlü, 1997).

B. cereus 'un çok sayıda alınması ile bireylerde gıda zehirlenmesi görülebilir. *B. cereus* zehirlenmesinde aracı gıdalar olarak, pişmiş pirinç, makarna, et, kümeshayvanları, sebze yemekleri, çeşitli çorbalar, pudingler, baharat ve soslar sayılabilir. Ayrıca toprak kökenli olması nedeniyle tarla ve bahçe ürünlerine rahatlıkla bulaşabilen *B. cereus*, sporlu bir bakteri olduğu için et ve süt ürünlerinde de bulunabilir (Kaleli ve Özkaya, 2000). Bu nedenlerle kompostta da bu mikroorganizmanın bulunmaması gerekmektedir (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2010).

4.1.4. *Staphylococcus aureus*'un genel özelliği

Staphylococcus aureus; pigmentli, fakültatif anaerob çoğunlukla aerob üreyen, koagülaz ve hemoliz pozitif, mannitol, sükroz, maltoz ve trehaloz'dan asit yapabilen, %10 NaCl'de üreyebilen, alfa toksin yapan, Novobiocin' e duyarlı, sporsuz , hareketsiz ve kapsülsüzdür. *Staphylococcus aureus* insanlarda birçok enfeksiyonlara neden olan bir bakteridir. Ortam şartlarına dayanıklı olduklarından doğada çok yaygındırlar. İnsanlarda enfeksiyon yapan patojen stafilokokların kaynağı yine insanlardır (Hacıbektaşoğlu vd., 1993). Doğal olarak en fazla burun ve boğaz boşluğunda, insan ve hayvan dışkılarında, ciltte apseli yaralarda ve sivilcelerde yoğun olarak bulunurlar. Gıdalarda ve gıda işletmelerinde, elle gıda hazırlayanlarda, hastane personeli ve hastane ortamlarında da yaygın olarak bulunurlar. Nazal stafilokoklar, taşıyıcılarla çevreye yayılarak tehlike oluştururlar. Taşıyıcı olan ve özellikle gıda sektöründe bizzat elleriyle gıda hazırlayanlar stafilokok besin zehirlenmelerinin önemli kaynağıdırlar (Hacıbektaşoğlu vd., 1993; Bilgehan, 2000). Bu nedenlerle kompostta da bu mikroorganizmanın bulunmaması gerekmektedir (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2010).

4.1.5. *Salmonella* Cinsinin genel özelliği

Salmonella spp. dünya genelinde bir çok hastalığa ve ölümlere neden olan gıda kaynaklı bakteriyel bir patojendir. *Salmonella* cinsi üyeleri; Gram negatif, fakültatif anaerobik, spor oluşturmayan, hareketli ve çubuk formunda bakterilerdir. Bazı nadir durumların haricinde *Salmonella*, 7-48 °C sıcaklık aralığında gelişme gösterir. *Salmonella* cinsine dahil bakteriler fakültatif anaerobturlar. Bu bakteriler asidik stres, düşük su aktivitesi ve yüksek sıcaklık gibi koşullara adapte olarak çeşitli yüzeylerde aylarca canlı kalabilmektedirler (Kaufman, 1998). Gıdalarda ve gıda katkı maddelerinde *Salmonella* kontaminasyonu dünya genelinde büyük bir sorun teşkil etmekte ve bu durum hayvanlarda ve hayvansal gıdaları tüketen bireylerde *Salmonella* enfeksiyonu riskini artırmaktadır (Crump et al., 2002). Salmonelloz vakalarının bir kısmının, kanatlı hayvan etlerinin yanı sıra marul, kişniş, kavun, pastörize edilmemiş portakal suyu, domates gibi çeşitli meyve ve sebzelerin tüketilmesi sonucu ortaya çıktığı bilinmektedir (Cook et al., 1998; Burnett and Beuchat, 2000). Bu nedenlerle kompostta da bu

mikroorganizmanın bulunmaması gerekmektedir (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2010).

4.1.6. *Clostridium* Cinsinin genel özelliği

Clostridium spp. Gram pozitif, çoğu hareketli, obligat anaerob, katalaz negatif, fermantatif, endospor üreten çubuk şeklindeki bakterilerdir. Karbonhidratları parçalayarak butirik asit, asetik asit, aseton, bütanol, izopropanol, etil alkol ve karbondioksit oluştururlar. Ayrıca, proteolitik etkiye sahip türleri de mevcuttur. Psikrotrof, mezofil ve termofil türlere sahiptirler. Endosporlar ısıya karşı çok dayanıklı olduklarından konserve besinlerin üretim teknolojisinde önem taşırlar. Bu özellikleri dolayısıyla bazı besinlerin sterilizasyonu için gerekli ısı-zaman düzenlerinin belirlenmesinde indikatör mikroorganizma olarak kullanılmaktadır. *Clostridium*'lar toprakta, insan ve hayvan bağırsağında yaygın olarak bulunurlar. Aynı zamanda kompostta belirli düzeylerde bulunması gerekmektedir (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2010).

4.1.7. *Bacillus anthracis* genel özelliği

Şarbonun ingilizcedeki karşılığı olan anthrax kelimesi, bakterinin bilimsel ismi olan *Bacillus anthracis*'e dayanmaktadır. *Bacillus anthracis* bakteri kalsifikasyonunda "endospor oluşturan Gram pozitif çomaklar ve koklar" grubunda bulunmaktadır. Bu grup içindeki *Bacillus* cinsine bağlı türlerden biridir. *B. anthracis* gram pozitif, aerobik ve spor oluşturan bir mikroorganizmadır (Inglesby et al., 1999).

Şarbon hastalığı nedeniyle ölen hayvanlardan hazırlanan preparatlarda, tek tek veya 2-5 çomaktan oluşan kısa zincirler şeklinde ve kapsüllü olarak gözlenir. Laboratuvarıda üreyen basiller ise oldukça uzun filamentler oluşturur ve bazılarında spora da rastlanabilir. Bu spor oluşumu oksijenli ortamlarda ve 12°C'nin üzerindeki ısıda gerçekleşmektedir (Pezard et al., 1991). Spor genellikle bakterinin ortasında, bazen de subterminal yerleşir ve spor bakteriyi şişirmez. Bakterinin spor formları, vejetatif formun aksine, ısı, soğuk, ultraviyole, kuruluk, yüksek ve düşük pH, kimyasal dezenfektanlar ve diğer bakterilerin metabolik ürünlerine son

derece dayanıklıdır (Turnball et al.,1990). Bu sporlar hayvan veya insan vücudunda vejetatif hale geçer. *B. anthracis* sporları 140°C’de 30 dakikada, 180°C’de 2 dakikada inaktive olur. Pratikte kullanılan dezenfektanlara dirençlidir. Ancak yüksek konsantrasyonlarda formaldehid (%5-10), gluteraldehit (% 2-4), hidrojen peroksit ve perasetik asit etkilidir (Bisping and Amtsborg 1988; Cybulski et al., 2008). Bu nedenlerle kompostta da bu mikroorganizmanın bulunmaması gerekmektedir (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2010).

4.1.8. *Mycobacterium* Cinsinin genel özelliği

Mycobacterium cinsinin temel özelliği; yavaş üremeleri ve ARB (aside dirençli basil) olmalarıdır (Kocabaş, 1991). Hücre duvar yapılarında bol miktarda lipid bulunduğu için boyayı zor alırlar, ancak bir kez boyandıkları zaman boyayı kolay kolay bırakmaz ve asit-alkol karışımı ile yapılan renksizleştirme işlemine direnç gösterirler. Bu nedenle aside dirençli basiller olarak anılırlar (Kıyan., 1999).

Mikobakteriler; zorunlu aerob, sporsuz, 0,2-0,6 µm eninde ve 1-10 µm boyunda, hareketsiz kapsülsüz, düz veya hafif kıvrık basillerdir. Bazen filamentöz, misel benzeri yapılarda görülmekle birlikte genellikle basil veya kokoid şekildedirler (Metchock et al., 1999). Mikobakterilerin olağanüstü hücre duvar yapıları bu bakterilere diğerlerinden ayırt edici özellikler kazandırmaktadır. Bu özellikler; asit ve alkali ortama direnç, antibiyotiklere direnç, dezenfektan, enzimler, serbest radikaller gibi toksik maddelere direnç, intrasellüler yaşam ve kronik enfeksiyon yapma, toplu kümeler halinde kuru koloniler oluşturmalarıdır (Köksal ve Yaman, 2003). Çevre koşullarına dayanıklılıkları, epidemiyolojik ve klinik bakımdan önemlidir. Mikobakteriler kuruluğa karşı çok dirençlidirler. Ultraviyole ışınlarına, pastörizasyona, basınçlı buharla sterilizasyona duyarlıdır. Dezenfektanlara, diğer sporsuz bakterilere oranla daha dirençlidirler. Bu nedenlerle kompostta da bu mikroorganizmanın bulunmaması gerekmektedir (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2010).

4.1.9. Enterobacteriaceae'nin genel özelliği

Enterobacteriaceae familyasını oluşturan bakteriler spor oluşturmeyen, gram negatif 0,3-1.0 x 1.0-6.0 µm boyutlarında çomak şekilli bakterilerdir, çoğunluğu hareketli, fakültatif aneorob üreyen, oksidaz negatif, katalaz pozitif reaksiyon veren, endospor ve mikrokist oluşturmeyen glikozu gazlı veya gazsız fermente eden, çoğunluğu nitratı nitrite çeviren çomak şeklinde mikroorganizmalardır (Madigan et al., 2009). D-glikozun, diğer karbonhidratların ve polihidroksil alkollerin fermentasyonu sırasında asit ve gaz üretirler. Halofilik değildirler. *Pleisomonas* hariç çoğu oksidaz negatiftir. Bu bakterilere genelde bağırsakta yaşayan anlamına gelen enterik bakteriler de denir (Brenner and Farmer, 2005).

Enterobacteriaceae familyasını oluşturan bakteriler laboratuvar ortamında besiyerinde, aerobik ve fakültatif aneorobik koşullarda kolaylıkla ürerler. Katı besiyerinde parlak ve tümsek koloniler oluşturlar. Bazı kapsüllü bakteriler (*Klebsiella spp.*, *Enterobacter spp.* ve bazı *E. coli* suşlar.) büyük mukoid koloniler oluşturarak diğerlerinden kolayca ayırt edilebilir. Glikoz ve diğer karbonhidratları fermente ederek son ürün olarak karışık organik asitleri verirler.

Toprakta, sulara, meyvelerde, hububatlarında, çiçekli bitkilerde, ağaçlarda, insan ve hayvanlardaki parazitlerde, insanlarda ve hayvanlarda bol miktarda bulunmaktadır. Birçoğu insanlarda tifo ve basiller dizanteri enfeksiyonlarını oluşturlar. Hastane enfeksiyonlarının %50'ye yakını *E.coli*, *Klebsiella spp.*, *Enterobacter spp.*, *Proteus spp.*, *Providencia spp.*, *Serratia morceskens* meydana getirir. Aynı zamanda kompostta belirli düzeylerde bulunması gerekmektedir (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2010).

4.1.10. Fekal Koliform Bakterilerin ve *E.coli*'nin genel özellikleri

Koliform bakteriler, Enterobacteriaceae familyası içinde yer alan, aerobik veya fakültatif anaerob, gram negatif, spor oluşturmeyen, 35 °C'de 48 saat içinde laktozdan gaz ve asit oluşturan kısa kıvrımlı çubuk şeklindeki bakterilerdir. Gıda mikrobiyolojisi açısından önemli olan koliform bakteriler *Citrobacter freundii*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli* ve *Klebsiella pneumoniae*'dir. Coli-

aerogenes grubu olarak da isimlendirilebilen koliformlar içerisinde en tipik iki bakteri *E. coli* ve *Enterobacter aerogenes*'tir (Holt et al., 1994).

Fekal koliform bakteriler doğal olarak insan ve sıcak kanlı hayvanların bağırsak florasında bulunan spesifik bir bakteri grubudur. Bu nedenle de fekal koliform bakteriler fekal kontaminasyon indikatörü olarak önemli bir grup oluştururlar. Ancak yine de bir gıdanın güvenliğinin belirlenmesinde indikatör testler kullanıldığında sadece fekal koliform testi sonuçlarına göre karar verilmesinin gıda güvenliğini yansıtmada yetersiz kalacağı görüşleri mevcuttur. Koliform grubu mikroorganizmaların hepsi dışkı kökenli değildir. Bu grupta bulunan bakterilerden normal florası insanların ve sıcak kanlı hayvanların alt sindirim sistemleri olanlar "fecal coliform" olarak tanımlanmakta ve bunlar fekal kontaminasyonun bir göstergesi olarak kabul edilmektedirler. Bu nedenlerle kompostta da bu mikroorganizmanın bulunmaması gerekmektedir (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2010).

Koliform grup içinde fekal koliform olarak tanımlanan bakterilerin büyük çoğunluğunun *E. coli* olduğu bilinmektedir, grubun diğer üyeleri toprak ve bitki kökenli olabilmektedirler (Tortora et al., 1997). Herhangi bir örnekte *E. coli*'ye veya fekal koliform bakterilere rastlanması oraya doğrudan yada dolaylı olarak dışkı bulaştığının ve yine bağırsak kökenli *Salmonella* ve *Shigella* gibi primer patojenlerin de olabileceğinin bir göstergesidir. Bu nedenle hiçbir gıda maddesinde, içme ve kullanma sularında, denizlerde ve göllerde *E.coli* ve fekal koliform bulunmasına izin verilmezken, bazı gıdalarda belirli sayıda koliform bakteri bulunmasına izin verilebilmektedir (Jay, 1992). Bu familyadaki bazı türler doğada saprofit olarak bulunurken diğer bazı türler ise bitki patojenidir ve bitkilerde bozulmalara neden olurlar. Bu familyadaki bakterilerin birçoğu insan ve hayvanların sindirim sistemlerinde bulunurlar ve bazı türleri insan ve hayvanlar için potansiyel patojendirler (Ünlütürk vd., 1998). Koliform bakteriler içerisinde fekal orijinli olmayanların da yer alması ve bunların doğa orijinli türler içermeleri nedeniyle indikatör organizma olarak her zaman kullanılamamaları fekal koliform bakterilerden gıda güvenliğinin bir indikatörü olarak yararlanılmaya başlanmasına neden olmuştur.

E. coli, fekal kontaminasyonun bir göstergesi olmasının yanında genetik yapısı en iyi bilinen canlı olma özelliğine de sahiptir. Normal şartlar altında koliformlar patojen olmasalar da bazı patojenik türleri insan ve hayvanlarda sonucu ölüme kadar giden ishallere, yara enfeksiyonlarına, menenjit, septisemi, hemolitik üremik sendrom, çeşitli immünolojik hastalıklar gibi hastalıklara sebep olmaktadır. Bunun yanı sıra, Nasocominal enfeksiyonların yaklaşık olarak % 50'si Enterobacteriaceae familyasından *E. coli*, *Klebsilla spp.*, *Enterobacter spp.*, *Proteus spp.*, *Providencia spp.* ve *Serratia marcescens* türlerinden kaynaklanmaktadır (Tortora et al.,1997).

Koliform bakterilerin çevrede genel bir heterojenitesi vardır. Toprak, su, meyveler, sebzeler, çiçekli bitkiler ve ağaçlar, hayvanlar, böcekler ve insanlarda bulunurlar. Bazı türleri insanlar hayvanlar böcekler ve bitkiler için patojenik potansiyeldirler. Koliform grup mikroorganizmalara pek çok gıda maddesinde rastlanmaktadır. Bunların başında; taze sebzeler, taze yumurta, çiğ süt, kanatlı etleri ve koliform bakımdan zengin sulardan alınan kabuklular ve diğer deniz ürünleri gelmektedir. Fekal koliform bakteriler insan ve hayvanların sindirim sistemi dışında, hayvan ve bitkilerde, bunların ürünlerinde ve kontamine toprak ve suda da bulunabilmekte ve bu ortamlarda uygun çevre koşullarında rahatlıkla üreyebilmektedirler. Bu nedenlerle kompostta da bu mikroorganizmanın bulunmaması gerekmektedir (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2010).

4.2. Antimikrobiyal Aktivitede Kullanılacak Miroorganizmaların Genel Özellikleri

4.2.1. *Fusarium solani*'nin genel özelliği

Fusarium solani, toprakta ve genellikle bitkilerin üstünde yayılan filamentli bir fungustur. İnsan, hayvan ve bitki sağlığını etkileyebilen tahıl ürünlerindeki mikotoksinleri üretebilir. *Fusarium solani* tarafından üretilen temel toksinler, insanlarda gırtlak kanserine neden olan ve ökaryotik protein biyosentezini inhibe eden trikhotesenler ile ilgili fumonisinlerdir. İnsanda gözün saydam tabakası olan korneada ve tırnaklarda meydana gelen çeşitli enfeksiyonlara neden olabilen bitki patojeni *Fusarium spp.*, çok iyi bilinen ve sıkça görülen bir kirleticidir. *Fusarium*, bazı doku ve organlardaki enfeksiyonlara ek olarak; ülser, nekroz ve derideki diğer lezyonlara sebep olabilir. Başlangıçta pamuğumsu ve beyaz olan koloninin ortasında bir süre sonra pembe veya mor bir boya belirir. Koloni çevresi daha açık tondadır. Bazı türler ya beyaz kalır ya da sonradan ten rengine dönüşürler. Koloni tabanı açık renktedir.

4.2.2. *Fusarium moniliforme*'nin genel özelliği

F. moniliforme büyümekte olan mısır bitkisinin bütün kısımlarında büyüme mevsimi boyunca oluşur. Bu fungus her zaman tohumda mevcuttur ve bitki olgunlaşmaya veya zarar görünceye kadar sap dokularında etkisizdir. *F. moniliforme* bütün kışı enfekte olmuş mısır saplarında ve toprakta miseller halinde geçirebilir (Mcnew, 1937). Sap çürüklüğü patojenleri özellikle *F. moniliforme*, toprak altındaki harici köklere girebilir ve sap içinde ilerler (Graig and Hooker, 1961; Whitney and Mortimore, 1961). Patojenler aynı zamanda yaprak kınlarının sap ile birleştiği yeri istila edebilir (Koehler, 1960). Sap çürüklüğü enfeksiyonu mısır bitkisinin olgunlaşmasından sonra daha hızlı bir oranda ilerler. Sap çürüklüğü enfeksiyonu genellikle yaralanmış bir bitkide daha fazladır. Sap çürüklüğü dünyada mısırın en önemli hastalıklarından biridir. Birçok çeşitleri olur, yıllar boyunca bunlardan kaynaklanan kayıplar, yaprak hastalıkları, başak çürüklüğü ve rastıktan olandan daha fazladır. Sap çürüklüğü bitkilerin

erken olgunlaşanlarında ölümlere, kabuklu tohumlara ve uçlardaki başakların zayıf dolmalarına neden olur.

4.2.3. *Alternaria* Cinsinin genel özelliği

Alternaria nemli yerlerde ve özellikle organik maddeler üzerinde gelişir. Bitkilerde hastalık yapan bu fungus özellikle mandalinada çürümeye neden olmaktadır. İnsanlarda sinüzit ve astım başta olmak üzere göz-kulak ve deride enfeksiyonlara neden olur (Logriceo et al., 1990). Canlı bitkilerde ve hasat sonrası ürünlerde sıklıkla görülen bu cinsin bazı türleri 30 dan fazla sekonder metabolit oluşturur. Bunlar içinde; tenuazonikasit, alternariol, alternariol monometileter, altertoksin önemlileridir. En fazla *A.alternata* ve *A.tenuissima* tarafından oluşturulurlar. *Alternaria* türlerinin ürettiği toksinler yaprak lekeleri, yanıklıklar ve gövde kanserlerine neden olmaktadır (Tanaka et al., 1999; Johnson vd 2001).

Alternaria spp. her yerde bulunan, dünya genelinde çok fazla ekonomik kayıplara neden olan 50 saprofitik ya da bitki patojeni türleriyle iyi bilinen bir genustur. Sporları hava yolu ile yayılır (Hjelmroos, 1993). Kolonileri yaygın, genellikle gri, koyu siyahımsı, kahverengi veya siyah, miselyum tamamen batık veya kısmen yüzeysel, hifler renksiz, zeytinimsi kahverengi veya kahverengi ve nadiren stroma oluşmaktadır (Ellis, 1971). *Alternaria spp.* kolonileri genelde koyu kahve veya koyu yeşil yapıdadır ve bu yapıyı saran ince beyaz bir halka bulunur. Mikroskopik olarak incelendiğinde ise koyu renkli ve septalı olan hifleri dikkat çekmektedir. Konidiyoforları septalı, koyu renkli basit ya da demet oluşturmuş yapıdadır. Bir ucu yumru olan sopaya benzer. Genel spor şekli eliptiktir. İnce duvarlı ve bazı türlerde tepe kısmı konik yapıda olup enine ve boyuna septalara sahiptir (Simmons, 1967).

4.2.4. *Verticillium* Cinsinin genel özelliği

Kış toprakta ve çürümekte olan bitkiler üzerinde yaşayan geniş alanlara dağılan genel olarak bulaşıcı bir fungustur. *Verticillium spp.* konidiforları versilat olarak dallanan, yan dalların uçlarında eliptik şekilde, tek hücreli, renksiz veya hafif renkli konidileri olan funguslardır (Isaac, 1967). *Verticillium* iki yüzden

fazla bitki türüne etki edebilir. Bunların birçoğu, sebzeler (domates, patlıcan, biber, kavun), çiçekler (krizantem, dahlia), meyve ağaçları (kayısı, kiraz, şeftali, çilek, böğürtlen), güller, tarla bitkileri (pamuk, patates, yonca, yarfıstığı ve nane) ve gölge veren orman ağaçlarıdır (Bhat and Subbarao, 1999a). *Verticillium spp.* toprakta ve çürümekte olan bitkiler üzerinde yaşayan geniş alanlara dağılan bir fungusdur. Bazı *Verticillium* türleri dormant, saprofitik ve patojenik olabilirler. Fungusun bitkide belirtileri, kök, gövde veya bulaşık dal içinde iletim demetlerinde renk değişimleri ile kendini gösterir (Miller and Christie, 1991). Bitkide ani solgunluk ve ölümlere sebep olur. Uygun koşullarda birkaç dalda görülebileceği gibi bütün bitkide de belirtileri görülebilir.

4.2.5. *Clavibacter* Cinsinin genel özellikleri

Hücre duvarı yapısında 2,4-diaminobutirikasit bulunan, yüksek Guanin/Sitozin oranına sahip gram pozitif bitki patojenlerini içeren *Clavibacter* cinsi serolojik ve moleküler testler ile üç ana gruba ayrılmıştır. 1. grupta *C. michiganensis* (*C. m. ssp. michiganensis*, *C. m. ssp. nebraskensis*, *C. m. ssp. sepedonicus*, *C. m. Ssp. tessellarius* ve *C. m. ssp. insidious* alt türlerini içermektedir), 2. grupta otsu bitkilerde zamklanma oluşturan türler (*C. iranicus*, *C. rathayi*, *C. tritici* ve *C. toxicus*), 3. Grupta ise ksileme yerleşen *C. xyli* (*C. x. ssp. xyli* ve *C. x. ssp. cynodontis*) alt türleri yer almaktadır. Araştırmacılar özellikle *C. michiganensis* ve *C. xyli* alt türlerinin bitkilerde sık sık semptomsuz bulunmaları nedeni ile tanılanmalarının zor olabileceğini saptamışlar ve bu hastalıkların kontrolünün sağlanması için serolojik ve DNA temelli tanı sistemlerinin geliştirilmesinin gerekli olduğunu bildirmişlerdir (Metzler et al.,1997).

4.2.6. *Pseudomonas fluorescens*'in genel özellikleri

Pseudomonadaceae familyasına ait, *Pseudomonas* cinsinde yer alan, Gram negatif, polar flagellayla hareketli, sporsuz, kapsülsüz, aerob veya fakültatif anaerob, çomak biçiminde bir bakteridir. Kolonileri yuvarlak, nemli ve parlak yüzeylidir. Sarımsı yeşil pigment oluşturur. Sadece pyoverdinin oluştururlar. Fırsatçı patojen olarak birçok enfeksiyondan izole edilebilir (Whistler, 1998).

4.2.7. *Pyricularia oryzae*'nin genel özellikleri

Pyricularia oryzae konidileri armut şeklinde olup, genellikle 1-3 bölmelidirler. Konidilerin boyutları 6,6 - 12,6 x 14,4 - 35,4 mikron arasında değişir. Önceleri renksiz olan konidi-ler yaşlandıkça koyu zeytin rengini alır. Konidilerin konidi taşıyıcısına bağlandığı dip kısmında, küçük, tipik bir çıkıntı vardır. Bu fungus çeltik yanıklık hastalığı etmenidir. Hastalık etmeni fungus kışı çeltik tohumlarında, hasat sonrası tarlada kalan bitki artıklarında veya darıcan gibi bazı yabani buğdaygillerde (özçimenler) geçirir. Tarlada bitki kalıntılarında veya darıcan gibi bazı buğdaygillerde yada çeltik tohumunda misel formunda kışı geçiren fungus, bu kaynaklarda konidilerini meydana getirir, bunlar da rüzgar veya sulama suyu ile sağlam bitkilere ulaşarak uygun koşullarda orantılı nem, 26-28°C'de optimum sıcaklık, bulutlu hava gibi) çimlenerek sekonder enfeksiyonları oluştururlar (Okuno, 1989).

4.2.8. *Fusarium oxysporum* genel özellikleri

Fusarium oxysporum mikrokonidi, makrokonidi ve klamidospor olmak üzere üç tip aseksüel spor üretmektedir. Mikrokonidiler bir ya da iki hücreli olup fungusun bütün koşullar altında en çok ürettiği spor tipidir. Makrokonidiler ise 3 veya 5 hücreli olup şekil olarak eğik ve uca doğru sivrilen bir yapıya sahiptir. Bu sporlar yaygın olarak bu patojen tarafından öldürülmüş bitkilerin yüzeyinde bulunmaktadır. Klamidosporlar ise bir ya da iki hücreli olup yuvarlak ve kalın duvarlıdır (Agrios, 1988). *Fusarium oxysporum* kısa mesafelerde her şeyden önce sulama suyu ve bulaşık tarım aletleri ile yayılmaktadır. Fungus uzun mesafelere ise ya enfekteli bitki ya da herhangi bir şekilde taşınan toprakla yayılış göstermektedir. Fungusun bazen enfekte olmuş meyve veya bulaşık tohumla da yayılması söz konusu olmasına rağmen tohum yolu ile yayılışı çok nadirdir. Sporların rüzgâr yoluyla da yayılması mümkündür (Agrios, 1988). *Fusarium oxysporum* ile mücadelede; enfekteli olmayan toprak ve bitki ile birlikte kimyasal fungisid kullanılması, ekim nöbeti veya dayanıklı çeşit kullanımı başlıca yöntemlerdir (Agrios, 1988; Jones et al., 1982).

4.3. Kompostta Bulunan Mikroorganizmaların Sayımı

4.3.1. Anaerobik mikroorganizmaların sayımı

Katı ve sıvı kompost örneklerindeki anaerobik mikroorganizma analizinde; 35°C'de Wilkins-Chalgren Agar besiyerinde 24 saatlik inkübasyondan sonra hiçbir petride koloni oluşumu gözlemlenmemiştir. Bu sayım sonuçlarına göre Çizelge 4.1 'de anaerobik mikroorganizma sayıları verilmiştir.

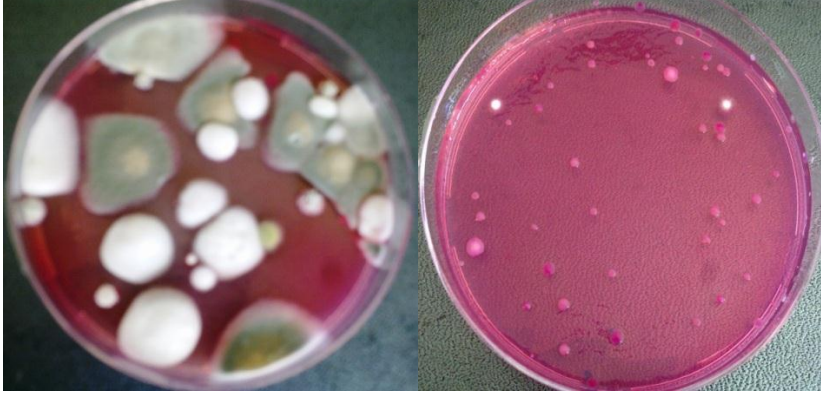
Çizelge 4.1. Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki Anaerobik Mikroorganizma Sayısı (kob/g)

Anaerobik bakteri sayımı		Anaerobik bakteri sayımı	
Kom_{bs} 1	-	Kom_{hk} 11	-
Kom_{bs} 2	-	Kom_{hk} 12	-
Kom_{bs} 3	-	Kom_{hk} 13	-
Kom_{bs} 4	-	Kom_{hk} 14	-
Kom_{bs} 5	-	Kom_{hs} 15	-
Kom_{bs} 6	-	Kom_{hk} 16	-
Kom_{bs} 7	-	Kom_{hk} 17	-
Kom_{bk} 8	-	Kom_{hk} 18	-
Kom_{bs} 9	-	Kom_{hk} 19	-
Kom_{bs} 10	-	Kom_{hk} 20	-

(-) üreme olmadığını gösterir.

4.3.2. Maya ve Küf Sayımı

Katı ve sıvı kompost örneklerindeki maya ve küf analizinde; 27° C 'de Rose-Bengal Chloramphenicol Agar besiyerinde 5-7 günlük inkübasyondan sonra oluşan koloniler sayılmıştır.



Şekil 4.3.2.1. 9. ve 12. katı ve sıvı kompost örneklerindeki maya ve küflerin RBCA besiyerindeki görüntüsü

Bu sayım sonuçlarına göre Çizelge 4.2 'de maya ve küf sayıları verilmiştir.

Çizelge 4.2. Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki Maya ve Küf Sayısı (kob/g)

Maya ve Küf sayımı		Maya ve Küf sayımı	
Kom_{bs} 1	-	Kom_{hk} 11	3.0 x 10 ⁵
Kom_{bs} 2	-	Kom_{hk} 12	4.9 x 10 ⁵
Kom_{bs} 3	2.0 x 10 ²	Kom_{hk} 13	1.0 x 10 ⁵
Kom_{bs} 4	-	Kom_{hk} 14	1.1 x 10 ⁶
Kom_{bs} 5	-	Kom_{hs} 15	1.0 x 10 ⁵
Kom_{bs} 6	-	Kom_{hk} 16	4.0 x 10 ⁵
Kom_{bs} 7	1.2 x 10 ³	Kom_{hk} 17	2.0 x 10 ⁴
Kom_{bk} 8	4.0 x 10 ¹	Kom_{hk} 18	2.0 x 10 ⁶
Kom_{bs} 9	9.5 x 10 ⁵	Kom_{hk} 19	2.1 x 10 ²
Kom_{bs} 10	3.1 x 10 ⁴	Kom_{hk} 20	5.5 x 10 ⁴

(-) üreme olmadığını gösterir.

4.3.3. *Bacillus cereus*'un sayımı:

Katı ve sıvı kompost örneklerindeki *Bacillus cereus* analizinde; 35 °C 'de Cereus selective agara 24–48 saat inkübe edildikten sonra etrafı saydam zonlu, pembe menekşe merkezli, yaygın koloniler *B. cereus* olarak değerlendirilmiştir. *B. cereus* mannitol negatif olduğu için, Cereus Selective Agara besiyerinde pembe koloniler oluştururken, lesitinaz aktivitesi nedeni ile de koloni, etrafında presipitasyon (çökelme) halkası oluşumuna neden olur. Burada oluşan tipik koloniler *B. cereus* doğrulaması için Nutrient Agar yatık besiyerine alınarak biyokimyasal testlere geçilmiştir.



Şekil 4.3.3.1. *B. cereus* 'un cereus selective agar besiyerindeki görünümü

Daha ileri identifikasyon için, Glikoz, Nitrat indirgenmesi testleri yapılmıştır.

Glikoz Testi: Saf kültürden 1 koloni alınarak aşı iğnesi ile 1 defada Dextrose Casein-Peptide Agar besiyerine daldırılıp 30°C'de 24 saat inkübasyondan sonra sarı renk oluşumu gözlenmiştir. Bu renk oluşumu *B.cereus* pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir.

Nitrat Testi: Saf kültürden 1 koloni alınarak aşı iğnesi ile 1 defada Dextrose Casein-Peptide Agar besiyerine daldırılıp 30°C'de 24 saat inkübasyondan sonra tüpe 0,2-0,5 ml olacak şekilde birkaç damla Griess-Ilosvay's nitrit çözeltisi ilave edilmiştir ve 15 dakika içinde kırmızı renk oluşumu nitratın nitrite indirgediğinin göstergesidir. Bu sonuç *B.cereus* pozitif olarak değerlendirilmiştir. Bu sonuç doğrultusunda Cereus Selective agardaki koloniler sayılmıştır. Bu sayım sonuçlarına göre Çizelge 4.3 'te *B.cereus* sayıları verilmiştir.

Çizelge 4.3. Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki *B.cereus* sayısı (kob/g)

<i>B.cereus</i> sayımı		<i>B.cereus</i> sayımı	
Kom_{bs} 1	-	Kom_{hk} 11	5.0 x 10 ¹
Kom_{bs} 2	-	Kom_{hk} 12	-
Kom_{bs} 3	-	Kom_{hk} 13	4.4 x 10 ²
Kom_{bs} 4	-	Kom_{hk} 14	-
Kom_{bs} 5	-	Kom_{hs} 15	-
Kom_{bs} 6	-	Kom_{hk} 16	2.0 x 10 ²
Kom_{bs} 7	6.0 x 10 ³	Kom_{hk} 17	1.4 x 10 ³
Kom_{bk} 8	4.4 x 10 ²	Kom_{hk} 18	-
Kom_{bs} 9	-	Kom_{hk} 19	-
Kom_{bs} 10	-	Kom_{hk} 20	-

(-) üreme olmadığını gösterir.

4.3.4. *Staphylococcus aureus* sayımı:

Katı ve sıvı kompost örneklerindeki *Staphylococcus aureus* analizinde; 35°C 'de Baird Parker Agar besiyerinde 24 saatlik inkübasyondan sonra hiçbir petride koloni oluşumu gözlemlenmemiştir. Bu sayım sonuçlarına göre Çizelge 4.4 'te. *S.aureus* sayıları verilmiştir.

Çizelge 4.4. Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki *S.aureus* sayısı (kob/g)

<i>S.aureus</i> sayımı		<i>S.aureus</i> sayımı	
Kom_{bs} 1	-	Kom_{hk} 11	-
Kom_{bs} 2	-	Kom_{hk} 12	-
Kom_{bs} 3	-	Kom_{hk} 13	-
Kom_{bs} 4	-	Kom_{hk} 14	-
Kom_{bs} 5	-	Kom_{hs} 15	-
Kom_{bs} 6	-	Kom_{hk} 16	-
Kom_{bs} 7	-	Kom_{hk} 17	-
Kom_{bk} 8	-	Kom_{hk} 18	-
Kom_{bs} 9	-	Kom_{hk} 19	-
Kom_{bs} 10	-	Kom_{hk} 20	-

(-) üreme olmadığını gösterir.

4.3.5. *Salmonella* spp. sayımı:

Katı ve sıvı kompost örneklerindeki *Salmonella* spp. analizinde; 35°C 'de Bismüt Sülfid Agar besiyerinde 24 saatlik inkübasyondan sonra hiçbir petride koloni oluşumu gözlemlenmemiştir.

Bu sayım sonuçlarına göre Çizelge 4.5'te *Salmonella* spp. sayıları verilmiştir.

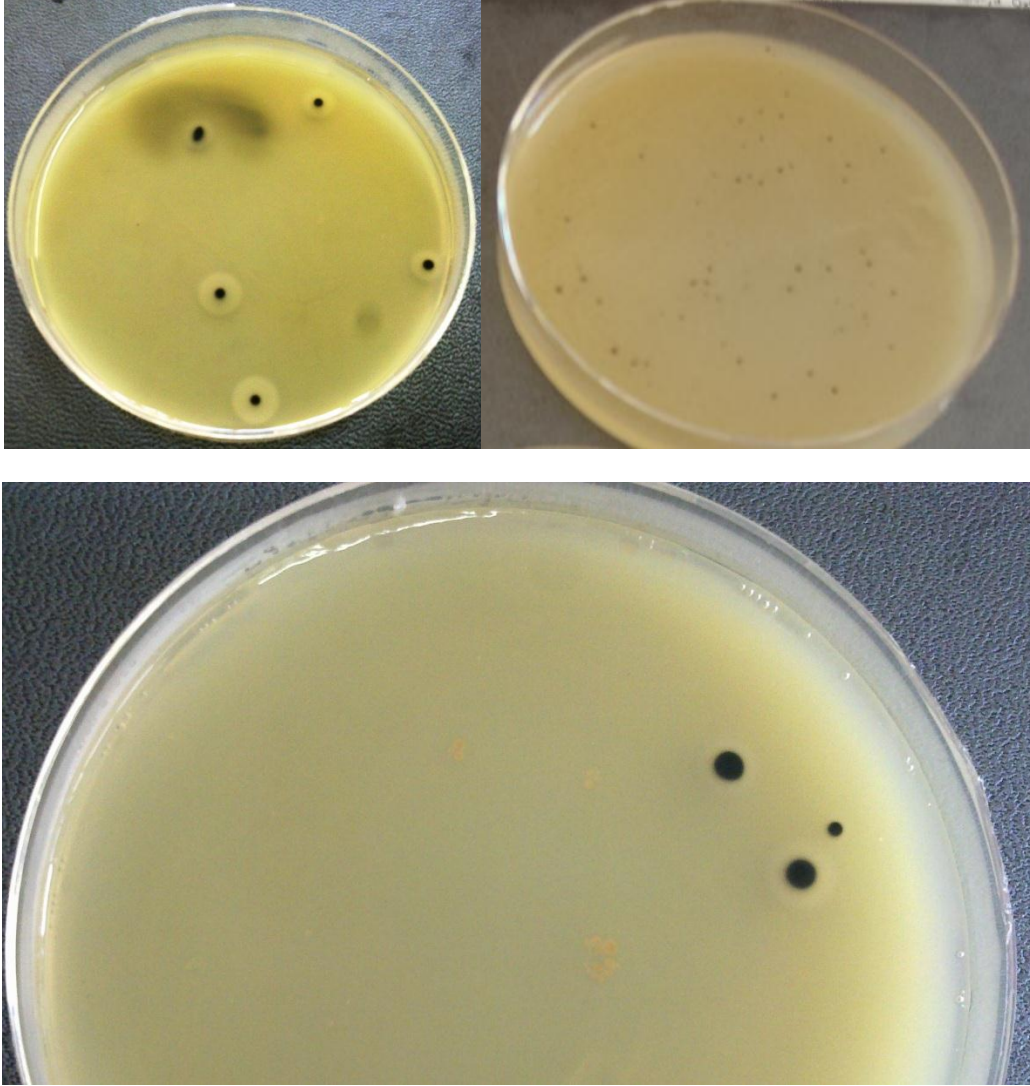
Çizelge 4.5. Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki *Salmonella* spp. sayısı (kob/g)

<i>Salmonella</i> spp. sayımı		<i>Salmonella</i> spp. sayımı	
Kom_{bs} 1	-	Kom_{hk} 11	-
Kom_{bs} 2	-	Kom_{hk} 12	-
Kom_{bs} 3	-	Kom_{hk} 13	-
Kom_{bs} 4	-	Kom_{hk} 14	-
Kom_{bs} 5	-	Kom_{hs} 15	-
Kom_{bs} 6	-	Kom_{hk} 16	-
Kom_{bs} 7	-	Kom_{hk} 17	-
Kom_{bk} 8	-	Kom_{hk} 18	-
Kom_{bs} 9	-	Kom_{hk} 19	-
Kom_{bs} 10	-	Kom_{hk} 20	-

(-) üreme olmadığını gösterir.

4.3.6. *Clostridium spp.* Sayımı

Katı ve sıvı kompost örneklerindeki *Clostridium spp.* analizinde; 35–37°C 'da TSC agar besiyerinde 24 saatlik inkübasyondan sonra oluşan siyah koloniler sülfid indirgeyen anaeoblar olarak sayılmıştır.



Şekil 4.3.6.1. 1. , 7. ve 18. katı ve sıvı kompost örneklerindeki *Clostridium spp.* TSC agar besiyerindeki görüntüsü

Bu sayım sonuçlarına göre Çizelge 4.6 'da *Clostridium spp.* sayıları verilmiştir.

Çizelge 4.6. Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki *Clostridium spp.* sayısı (kob/g)

<i>Clostridium spp.</i> sayımı		<i>Clostridium spp.</i> sayımı	
Kom_{bs} 1	5.0 x 10 ¹	Kom_{hk} 11	-
Kom_{bs} 2	-	Kom_{hk} 12	2.0 x 10 ¹
Kom_{bs} 3	-	Kom_{hk} 13	4.0 x 10 ²
Kom_{bs} 4	-	Kom_{hk} 14	-
Kom_{bs} 5	-	Kom_{hs} 15	-
Kom_{bs} 6	-	Kom_{hk} 16	2.0 x 10 ¹
Kom_{bs} 7	3.6 x 10 ²	Kom_{hk} 17	-
Kom_{bk} 8	-	Kom_{hk} 18	3.0 x 10 ¹
Kom_{bs} 9	-	Kom_{hk} 19	-
Kom_{bs} 10	-	Kom_{hk} 20	-

(-) üreme olmadığını gösterir.

4.3.7. *Bacillus anthracis*'in sayımı:

Katı ve sıvı kompost örneklerindeki *Bacillus anthracis* analizinde; 37°C 'de Kanlı Agar besiyerinde 48 saatlik inkübasyondan sonra hiçbir petride grimsi renkli, granüler “kar manzarası” görünümlü koloni oluşumu gözlemlenmemiştir.

Bu sayım sonuçlarına göre Çizelge 4.7’de *Bacillus anthracis* sayıları verilmiştir.

Çizelge 4.7. Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki *Bacillus anthracis* sayısı (kob/g)

<i>Bacillus anthracis</i> sayımı		<i>Bacillus anthracis</i> sayımı	
Kom_{bs} 1	-	Kom_{hk} 11	-
Kom_{bs} 2	-	Kom_{hk} 12	-
Kom_{bs} 3	-	Kom_{hk} 13	-
Kom_{bs} 4	-	Kom_{hk} 14	-
Kom_{bs} 5	-	Kom_{hs} 15	-
Kom_{bs} 6	-	Kom_{hk} 16	-
Kom_{bs} 7	-	Kom_{hk} 17	-
Kom_{bk} 8	-	Kom_{hk} 18	-
Kom_{bs} 9	-	Kom_{hk} 19	-
Kom_{bs} 10	-	Kom_{hk} 20	-

(-) üreme olmadığını gösterir.

4.3.8. *Mycobacterium spp.* Sayımı:

Katı ve sıvı kompost örneklerindeki *Mycobacterium spp.* analizinde; 37 °C 'de Löweistein-Jensen besiyerinde 7-10 günlük inkübasyondan sonra hiçbir petride koloni oluşumu gözlemlenmemiştir.

Bu sayım sonuçlarına göre Çizelge 4.8'de *Mycobacterium spp.* sayıları verilmiştir.

Çizelge 4.8. Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki *Mycobacterium spp.* sayısı (kob/g)

<i>Mycobacterium spp.</i> sayımı		<i>Mycobacterium spp.</i> Sayımı	
Kom_{bs} 1	-	Kom_{hk} 11	-
Kom_{bs} 2	-	Kom_{hk} 12	-
Kom_{bs} 3	-	Kom_{hk} 13	-
Kom_{bs} 4	-	Kom_{hk} 14	-
Kom_{bs} 5	-	Kom_{hs} 15	-
Kom_{bs} 6	-	Kom_{hk} 16	-
Kom_{bs} 7	-	Kom_{hk} 17	-
Kom_{bk} 8	-	Kom_{hk} 18	-
Kom_{bs} 9	-	Kom_{hk} 19	-
Kom_{bs} 10	-	Kom_{hk} 20	-

(-) üreme olmadığını gösterir.

4.3.9. Enterobacteriaceae'nin sayımı

Katı ve sıvı kompost örneklerindeki Enterobacteriaceae bakteri analizinde; 35°C 'de VRBD agar besiyerinde 24 saatlik inkübasyondan sonra oluşan 0,5-2 mm çaplı koyu kırmızı koloniler Enterobacteriaceae familyası üyeleri olarak sayıldı. Glikozu kullanan tüm familya üyeleri bu besiyerinde koyu kırmızı ve etrafında kırmızımsı presipitat zonu oluşturur.



Şekil 4.3.9.1. 19. ve 20. katı ve sıvı kompost örneklerindeki *Enterobacteriaceae* VRBD agar besiyerindeki görüntüsü

Enterobacteriaceae familyası üyesi olmayan bakteriler ise renksiz koloni yaparlar (Halkman, 2005). *Aeromonas* gibi bazı VRBD Agar besiyerinde *Enterobacteriaceae* gibi sonuç verdiği için dolayı rastgele seçilen 5 koloniye oksidaz testi uygulanmıştır.

Oksidaz testi

Bu test laboratuvarında hazırlanan tetrametil-p-fenilendiamin dihidroklorür ile yapılmıştır. Bu çözelti 100 mL damıtık suda çözülür. Bir parça filtre kağıdı bu çözelti ile ıslatılmıştır. Temiz bir öze yardımıyla aktif kültürden bir miktar alınarak filtre kağıdının üzerine yayılmıştır. 10 saniye içinde gözlenen mavi renk oluşumu gözlenmiştir. Mavi renk oluşumu pozitif oksidaz olarak değerlendirilmiştir. Bu sayım sonuçlarına göre Çizelge 4.9'da *Enterobacteriaceae* sayıları verilmiştir.

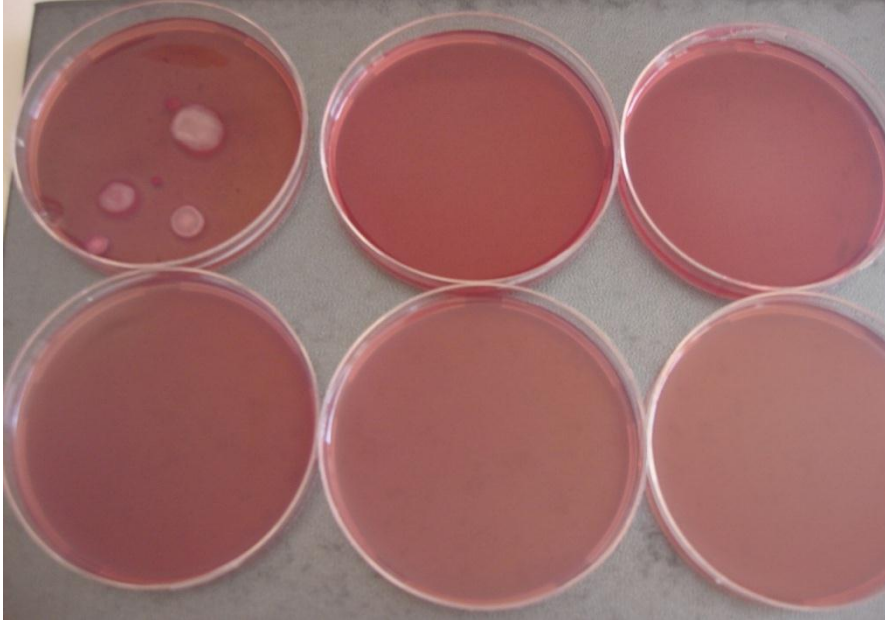
Çizelge 4.9. Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki Enterobacteriaceae sayısı (kob/g)

Enterobacteriaceae sayımı		Enterobacteriaceae sayımı	
Kom_{bs} 1	1.3×10^5	Kom_{hk} 11	-
Kom_{bs} 2	-	Kom_{hk} 12	-
Kom_{bs} 3	-	Kom_{hk} 13	-
Kom_{bs} 4	-	Kom_{hk} 14	-
Kom_{bs} 5	-	Kom_{hs} 15	-
Kom_{bs} 6	-	Kom_{hk} 16	-
Kom_{bs} 7	-	Kom_{hk} 17	1.0×10^2
Kom_{bk} 8	-	Kom_{hk} 18	-
Kom_{bs} 9	-	Kom_{hk} 19	5.0×10^1
Kom_{bs} 10	7.0×10^5	Kom_{hk} 20	1.5×10^6

(-) üreme olmadığını gösterir.

4.3.10. Toplam koliform sayımı:

Katı ve sıvı kompost örneklerindeki toplam koliform bakteri analizinde; 35°C 'de VRB agar besiyerinde 24 saatlik inkübasyondan sonra oluşan 1-2 mm çaplı koyu kırmızı renkli koloniler koliform grup bakteri olarak sayılmıştır.



Şekil 4.3.10.1. Katı ve sıvı kompost örneklerindeki 10^1 'den 10^6 koliform grubu bakterilerin VRB agar besiyerinde görüntüsü

Bu sayım sonuçlarına göre Çizelge 4.10'da Toplam Koliform Bakteri sayıları verilmiştir.

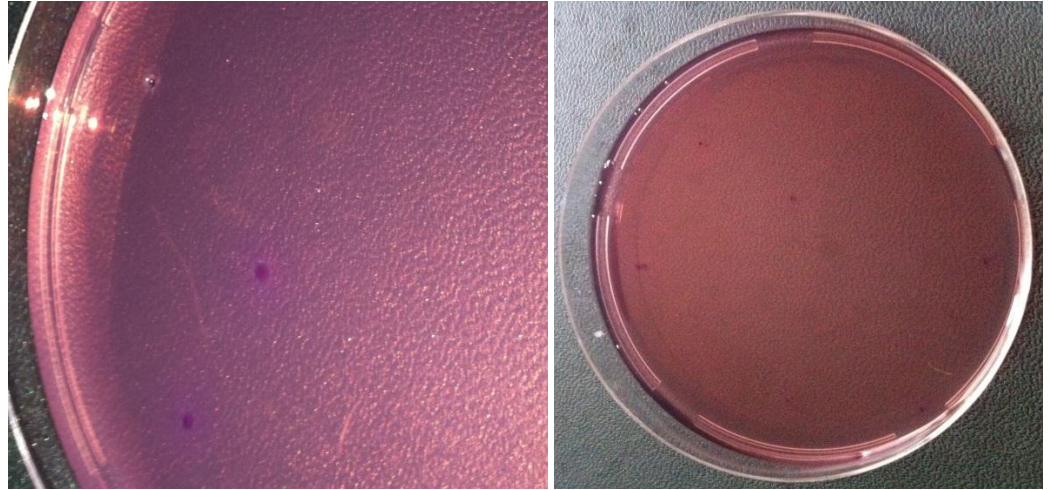
Çizelge 4.10. Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki Toplam Koliform Bakteri Sayısı (kob/g)

Toplam koliform bakteri sayımı		Toplam koliform bakteri sayımı	
Kom_{bs} 1	8.0 x 10 ¹	Kom_{hk} 11	-
Kom_{bs} 2	-	Kom_{hk} 12	-
Kom_{bs} 3	-	Kom_{hk} 13	-
Kom_{bs} 4	-	Kom_{hk} 14	-
Kom_{bs} 5	-	Kom_{hs} 15	-
Kom_{bs} 6	-	Kom_{hk} 16	-
Kom_{bs} 7	-	Kom_{hk} 17	-
Kom_{bk} 8	-	Kom_{hk} 18	-
Kom_{bs} 9	-	Kom_{hk} 19	-
Kom_{bs} 10	6.0 x 10 ⁴	Kom_{hk} 20	4.0 x 10 ⁴

(-) üreme olmadığını gösterir.

4.3.11. Fekal Koliform Bakteri ve *E.coli*'nin sayımı

Katı ve sıvı kompost örneklerindeki Fekal koliform bakteri analizinde; 44°C 'de 24 saat İnkübasyondan sonunda VRB Agar besiyerinde 1-2 mm çaplı koyu kırmızı renkli koloniler fekal koliform grup bakteri olarak sayılmıştır.

**Şekil 4.3.11.1.** 10. ve 20. katı ve sıvı kompost örneklerindeki fekal koliform bakterilerinin VRB Agar besiyerindeki görüntüsü

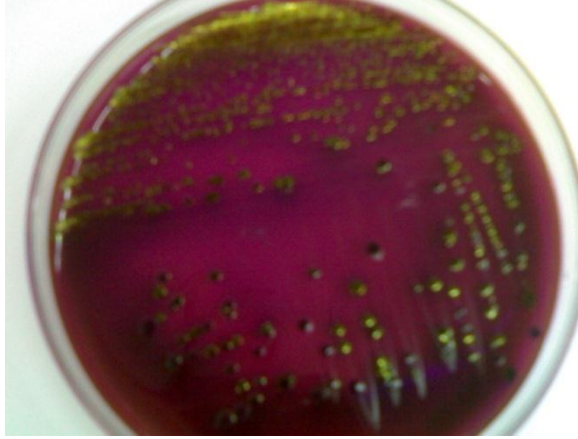
Bu sayım sonuçlarına göre Çizelge 4.11'de Fekal Koliform Bakteri sayıları verilmiştir.

Çizelge 4.11. Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki Fekal Koliform Bakteri sayısı (kob/g)

Fekal koliform bakteri sayısı		Fekal koliform bakteri sayısı	
Kom_{bs} 1	-	Kom_{hk} 11	-
Kom_{bs} 2	-	Kom_{hk} 12	-
Kom_{bs} 3	-	Kom_{hk} 13	-
Kom_{bs} 4	-	Kom_{hk} 14	-
Kom_{bs} 5	-	Kom_{hs} 15	-
Kom_{bs} 6	-	Kom_{hk} 16	-
Kom_{bs} 7	-	Kom_{hk} 17	-
Kom_{bk} 8	-	Kom_{hk} 18	-
Kom_{bs} 9	-	Kom_{hk} 19	-
Kom_{bs} 10	6.0×10^4	Kom_{hk} 20	4.0×10^4

(-) üreme olmadığını gösterir.

E.coli analizi, fekal koliform bakteri analizinin devamı şeklindedir. Doğrulanmış fekal koliform petrilerinden öze ile alınan örnekler, EMB Agar’a tek koloni düşecek şekilde çizgi ekim yapılmıştır. Petri kutuları yüzey kurumasını önlemek amacıyla, tabanları üste gelecek şekilde etüve yerleştirilmişti. EMB agar besiyerinde metalik parlak yeşil, 2-3 mm çaplı koloniler “muhtemel *E.coli*” olarak değerlendirilmiştir. Anilin boyalarının çökmesiyle oluşan metalik parlaklık, *E.coli* olduğunu göstermiştir.

**Şekil 4.3.11.2.** *E.coli*’nin EMB Agar’daki görüntüsü

Bu sayım sonuçlarına göre Çizelge 4.12’de *E.coli* sayıları verilmiştir.

Çizelge 4.12. Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki *E.coli* sayısı (kob/g)

<i>E.coli</i> 'nin sayısı		<i>E.coli</i> 'nin sayısı	
Kom_{bs} 1	-	Kom_{hk} 11	-
Kom_{bs} 2	-	Kom_{hk} 12	-
Kom_{bs} 3	-	Kom_{hk} 13	-
Kom_{bs} 4	-	Kom_{hk} 14	-
Kom_{bs} 5	-	Kom_{hs} 15	-
Kom_{bs} 6	-	Kom_{hk} 16	-
Kom_{bs} 7	-	Kom_{hk} 17	-
Kom_{bk} 8	-	Kom_{hk} 18	-
Kom_{bs} 9	-	Kom_{hk} 19	-
Kom_{bs} 10	6.0×10^4	Kom_{hk} 20	4.0×10^4

(-) üreme olmadığını gösterir.

Araştırmamızda Türkiye’de üretilen bitkisel ve hayvansal kökenli 10’ar farklı katı ve sıvı kompost örneklerindeki izole edilen mikroorganizma sayıları Çizelge 4.13’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.13. 1-10 Numaralı Bitkisel Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki Mikroorganizma Sayıları (Kob/g)

Mikroorganizmalar	Kompost Örnekleri									
	Kom _{bs} 1	Kom _{bs} 2	Kom _{bs} 3	Kom _{bs} 4	Kom _{bs} 5	Kom _{bs} 6	Kom _{bs} 7	Kom _{bk} 8	Kom _{bs} 9	Kom _{bs} 10
Toplam bakteri (Anaerob, Mikroaerofil)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enterobacteriaceae grubu bakterileri	1.3×10^5	-	-	-	-	-	-	-	-	7.0×10^5
<i>Escherichia coli</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.0×10^4
<i>Clostridium spp.</i>	5.0×10^1	-	-	-	-	-	3.6×10^2	-	-	-
<i>Salmonella spp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mycobacterium spp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S.aureus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bacillus antrachis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bacillus cereus</i>	-	-	-	-	-	-	6.0×10^3	-	-	-
Toplam fungus ve maya	-	-	2.0×10^2	-	-	-	1.2×10^3	4.0×10^1	$9.5 \cdot 10^5$	3.0×10^4
Fekal koliform	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.0×10^4
Toplam koliform	8.0×10^1	-	-	-	-	-	-	-	-	6.0×10^4

(-) üreme olmadığını gösterir.

Çizelge 4.13 (devam). 11-20 Numaralı Hayvansal Katı ve Sıvı Kompost Örneklerindeki Mikroorganizma Sayıları (Kob/g)

Mikroorganizmalar	Kompost Örnekleri									
	Kom _{hk} 11	Kom _{hk} 12	Kom _{hk} 13	Kom _{hk} 14	Kom _{hs} 15	Kom _{hk} 16	Kom _{hk} 17	Kom _{hk} 18	Kom _{hk} 19	Kom _{hk} 20
Toplam bakteri (Anaerob, Mikroaerofil)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enterobacteriaceae grubu bakterileri	-	-	-	-	-	-	1.0 x 10 ²	-	5.0 x 10 ¹	1.5 x 10 ⁶
<i>Escherichia coli</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0 x 10 ⁴
<i>Clostridium spp.</i>	-	2.0 x 10 ¹	4.0 x 10 ²	-	-	2.0 x 10 ¹	-	3.0 x 10 ¹	-	-
<i>Salmonella spp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mycobacterium spp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S.aureus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bacillus antrachis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bacillus cereus</i>	5.0 x 10 ¹	-	4.4 x 10 ²	-	-	2.0 x 10 ²	1.4 x 10 ³	-	-	-
Toplam fungus ve maya	3.0 x 10 ⁵	4.9 x 10 ⁵	1.0 x 10 ⁵	1.1 x 10 ⁶	1.0 x 10 ⁵	4.0 x 10 ⁵	2.0 x 10 ⁴	2.0 x 10 ⁶	2.1 x 10 ²	5.5 x 10 ⁴
Fekal koliform	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0 x 10 ⁴
Toplam koliform	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0 x 10 ⁴

(-) üreme olmadığını gösterir.

4.4. İstatistik Analiz Sonuçları

Çalışmamızda incelen katı ve sıvı kompost örneklerinin istatistik analizine bakıldığında; en fazla gözlenen mikroorganizma grubu toplam fungus ve maya $\pm 27732 \pm 115722$ 'dir. Hiç gözlenmeyen mikroorganizmalar *Bacillus anthracis*, *Mycobacterium spp.*, *S.aureus*, *Salmonella spp.*, Toplam bakteri (anaerob, mikroaerofil) $\pm 0 \pm 0$ 'dır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. İncelen katı ve sıvı kompost örneklerindeki 12 mikroorganizmanın tanımlayıcı istatistiği

Değişken	Ortalama	Standart Hata	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Toplam bakteri (anaerob, mikroaerofil)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Enterobacteriaceae grubu bakterileri	6508	6500	29067	0,0	130000
<i>Escherichia coli</i>	5000	3517	15728	0,0	60000
<i>Clostridium spp.</i>	44,0	25,9	115,9	0,0	400,0
<i>Salmonella spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Mycobacterium spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>S.aureus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Bacillus anthracis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Bacillus cereus</i>	405	303	1356	0,0	6000
Toplam fungus ve maya	277323	115722	517523	0,0	2000000
Fekal koliform	5000	3517	15728	0,0	60000
Toplam koliform	5004	3517	15727	0,0	60000

4.5. Kompostun Antimikrobiyal Aktivitesi

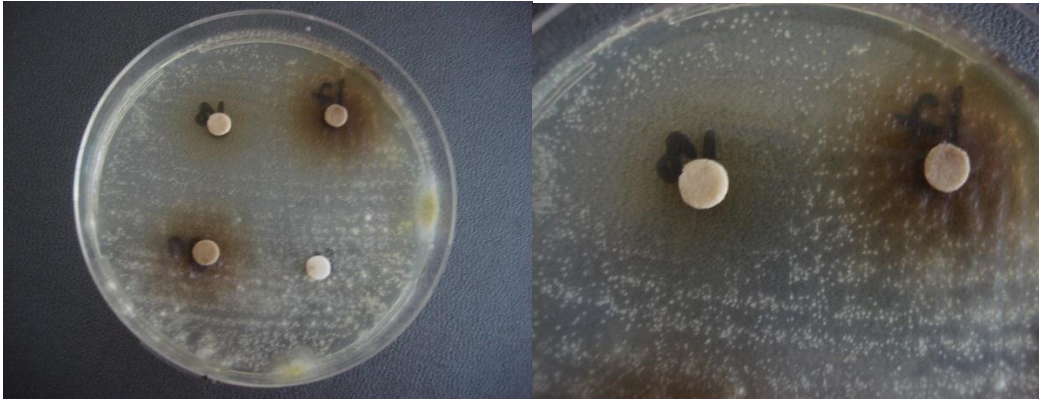
Sıvı kompost ve kompostlardan elde ettiğimiz ekstraktların antimikrobiyal aktivitesi için inoküle edilen PDA petrileri 27°C’de 72 saatlik, MHA petrileri 37°C’de 24 saatlik inkübasyondan sonra besiyeri üzerinde oluşan inhibisyon zonları mm olarak değerlendirilmiştir.

Sıvı kompost ve kompostlardan elde ettiğimiz ekstraktların test mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal aktiviteleri incelendiğinde; *Fusarium solani*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum*, *Alternaria spp.*’e karşı antifungal aktivite gösterirken, *Pyricularia oryzae*, *Verticillium spp.* karşı antifungal aktivite göstermediği yapılan testler sonucunda tespit edilmiştir.

9. komposttan elde edilen ekstraktın *Fusarium moniliforme*’ye karşı 15 mm’lik bir inhibisyon zon çapı gözlenmiştir.



Şekil 4.4.1. *Fusarium moniliforme*’nin PDA görüntüsü

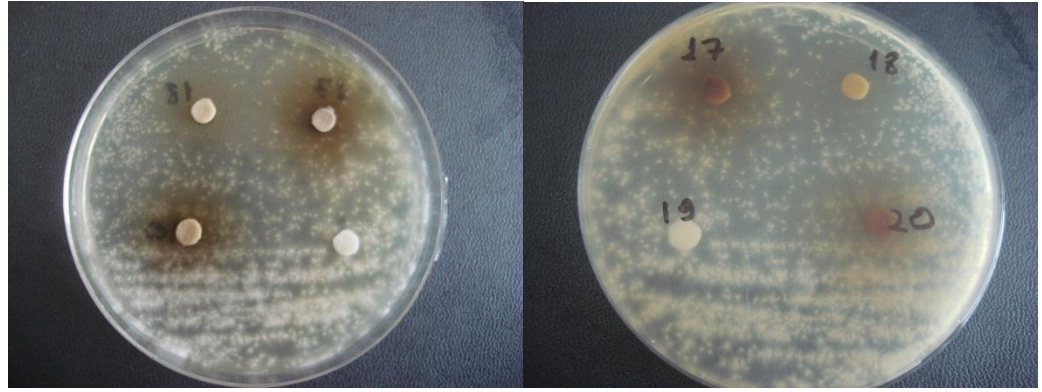


Şekil 4.4.2. Sıvı kompost ve kompostlardan elde ettiğimiz ekstraktların inhibisyon zonları (*Fusarium moniliforme*)

9. komposttan elde edilen ekstraktın *Fusarium solanie*'ye karşı 15 mm'lik bir inhibisyon zon çapı gözlenmiştir.



Şekil 4.4.3. *Fusarium solani*'nin PDA 'daki görüntüsü



Şekil 4.4.4. Sıvı kompost ve kompostlardan elde ettiğimiz ekstraktların inhibisyon zonları
(*Fusarium solani*)

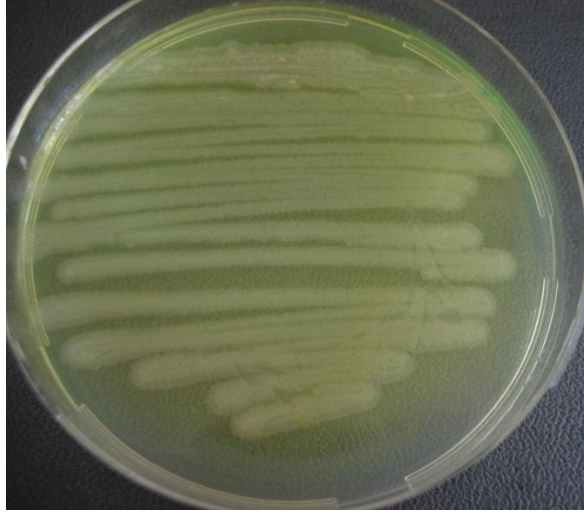
17. komposttan elde edilen ekstraktın *Fusarium solani*'ye karşı 10 mm'lik bir inhibisyon zon çapı gözlenmiştir.



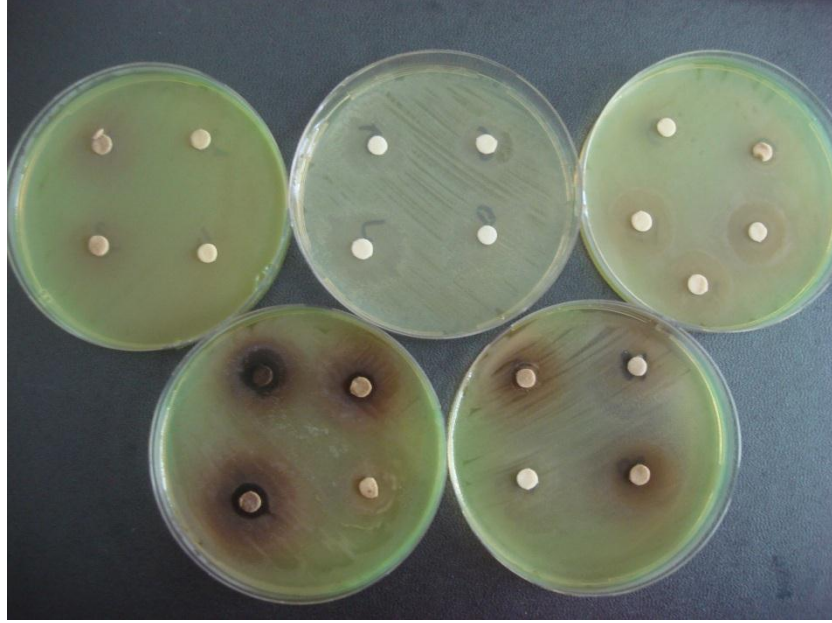
Şekil 4.4.5. Sıvı kompost ve kompostlardan elde ettiğimiz ekstraktların inhibisyon zonları
(*Fusarium oxysporum*)

Sıvı kompost ve kompostlardan elde ettiğimiz ekstraktların test mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal aktiviteleri incelendiğinde; *Pseudomonas fluorescens*'e karşı antibakteriyal aktivite gösterirken, *Clavibacter spp.* karşı antibakteriyal aktivite göstermediği yapılan testler sonucunda tespit edilmiştir.

5. komposttan elde edilen ekstraktın *Pseudomonas fluorescens*'e karşı 14 mm'lik bir inhibisyon zon çapı, 6. komposttan elde edilen ekstraktın *Pseudomonas fluorescens*'e karşı 13mm'lik inhibisyon zon çapı, 7. komposttan elde edilen ekstraktın *Pseudomonas fluorescens*'e karşı 21 mm'lik inhibisyon zon çapı , 13. komposttan elde edilen ekstraktın *Pseudomonas fluorescens*'e karşı 12 mm'lik inhibisyon zon çapı gözlenmiştir.



Şekil 4.4.6. *Pseudomonas fluorescens*'in MHA görüntüsü



Şekil 4.4.7. Sıvı kompost ve kompostlardan elde ettiğimiz ekstraktların inhibisyon zonları (*Pseudomonas fluorescens*)

Sıvı kompost ve kompostlardan elde ettiğimiz ekstraktların, sadece *Pseudomonas fluorescens*, *Fusarium solani*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum*, *Alternaria spp.* üzerinde antimikrobiyal etkinlik gösterdiği saptanmıştır.

Çizelge 4.15. 1-10 numaralı Bitkisel Sıvı Kompost ve Kompostlardan Elde Ettiğimiz Ekstraktların Disk Difüzyon Yöntemine Göre Antimikrobiyal Aktiviteleri

Mikroorganizmalar	Sıvı kompost ve kompostlardan elde ettiğimiz ekstraktların İnhibisyon Zonları (mm)									
	Kom bs 1	Kom bs 2	Kom bs 3	Kom bs 4	Kom bs 5	Kom bs 6	Kom bs 7	Kom bk 8	Kom bs 9	Kom bs 10
<i>Fusarium solani</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-
<i>Fusarium moniliforme</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-
<i>Fusarium oxysporum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Verticillium spp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pyricularia oryzae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alternaria spp.</i>	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	-	-	-	-	14	13	21	-	-	-
<i>Clavibacter spp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(-): İnhibisyon zonu çapının olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.15(devam). 11-20 numaralı Hayvansal Sıvı Kompost ve Kompostlardan Elde Ettiğimiz Ekstraktların Disk Difüzyon Yöntemine Göre Antimikrobiyal Aktiviteleri

Mikroorganizmalar	Sıvı kompost ve kompostlardan elde ettiğimiz ekstraktların İnhibisyon Zonları (mm)									
	Kom hk 11	Kom hk 12	Kom hk 13	Kom hk 14	Kom hs 15	Kom hk 16	Kom hk 17	Kom hk 18	Kom hk 19	Kom hk 20
<i>Fusarium solani</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fusarium moniliforme</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fusarium oxysporum</i>	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-
<i>Verticillium spp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pyricularia oryzae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alternaria spp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-
<i>Clavibacter spp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(-): İnhibisyon zonu çapının olmadığını göstermektedir.

5. TARTIŞMA

Bilindiği gibi gün geçtikçe varlığını daha çok hissettiren çevre sorunları neticesinde çevre kavramının önemi daha iyi anlaşılmaya başlanmıştır. Küresel bazda “küresel ısınma” ve kuraklaşma gibi yan etkileri, “ozon tabakasının seyrelmesi” ve benzeri çevre problemlerine önleyici yaklaşımlarla çözüm arayışları artmış olup, çevre problemleri yerel, bölgesel ve ulusal ölçekler yanında uluslararası ölçekte de 1970’li yılların başından itibaren giderek artarak yer almaya devam etmektedir. İç içe olduğumuz küresel ve yerel çevre sorunlarının önemini, bu sorunlara karşı geliştirilmeye çalışılan çözümlerin önemlilerinden biri olan biyolojik, ekolojik, sürdürülebilir, organik tarım yöntemlerini, teknik ve sosyoekonomik yönleriyle irdelemek günümüzde önem kazanmıştır.

Günümüz iyi tarım uygulamaları yaygın söylemi ve tanımı, “çevre ile dost tarımsal faaliyetlerde bulunmak” şeklindedir. Toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesi, korunması, en iyi şekilde kullanılması ve verimliliğinin sürdürülmesi büyük önem göstermektedir. Diğer birçok ülkede olduğu gibi, organik gübreleme ülkemizde de oldukça önemli bir araçtır ve ülkemiz üreticileri tarafından ya uygulanmamakta ya da bilinçli yapılmamaktadır. Ülkemiz organik üretimi organik yetiştiriciliğin kapalı sistem yaklaşımı ve felsefesine aykırı olarak ithal gübrelerin kullanımı ile yapılmaktadır. Bunun açıkça iki dezavantajı vardır. Birincisi, ekonomik kayıplar açısından. Ekonomik kayıp ise, hem üretici, hem tüketici hem de ülke ekonomisini negatif etkilemektedir. İkinci nokta ise, atıkların geri kazanımının ve tarımsal üretimde girdi olarak kullanılmasının sürdürülebilir tarımsal faaliyetler açısından göz ardı edilmesidir. Ayrıca atıkların değerlendirilmesi yapılmayıp, pahalı olması nedeniyle organik gübre kullanımı ekonomik açıdan sorun teşkil etmektedir. Ek olarak, bazen uygun şekilde olgunlaştırılmış organik gübre temin etmek sıkıntı yaratmaktadır.

Konvansiyonel tarımda ise üreticiler, kullanım kolaylığı nedeniyle öncelikle kimyasal gübreleri tercih etmektedir. Ancak kimyasal gübrelerin büyük bir kısmı özellikle de içeriğindeki ham maddeler ithal edildiğinden ülkemiz için önemli bir döviz kaybına neden olmakta, yüksek maliyeti hem üreticiye hem de tüketiciye yansımaktadır. Bunun yanı sıra çevreye olumsuz etkileri ve daha da önemlisi

insan sağığına zararları (kanser, alerji vb.) giderek büyüyen boyutlara ulaşmaktadır. Diğer yandan ülkemizde gittikçe yaygınlaşan organik tarımda kullanılan gübrelerin bile neredeyse tamamı yurt dışından hazır olarak getirilmektedir. Oysa organik tarımın temel felsefesi girdilerin yerinde ve olabildiğince öz kaynaklardan üretilmesini öngörmektedir.

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, katı atıklar; ayçekirdeğı 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 işletildiğı söylenemez. Bu sistemlerin ekonomik olarak işletilmesi hem yatırımcı hem de üretici açısından çok önemlidir.

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. Özellikle kompostlara olan talep artışı bu konuda çalışmaların yoğunlaştırılmasını gerekli kılmaktadır.

Organik kompostlarda, fermentasyon süreci ve olgunlaşma mikrobiyolojik aktivite ile sağlanmaktadır. Organik kompostların kalitesi yalnız besin içeriğı ile değil aynı zamanda mikrobiyal florası ve güvenilirliği ile de ölçülmektedir. Dolayısıyla, organik kompostun mikrobiyolojik kalitesi ürünün mikrobiyolojik kalitesini de doğrudan etkilediğinden; gerek iç tüketimde gerekse ihracatta kompost/kompost çayı ve yetiştirilen ürünün yönetmeliklerle belirlenen

mikrobiyolojik standartlara uygunluğu sağlık ve güvenlik açısından mutlaka incelenmelidir.

Kompost ister bitkisel ister hayvansal kaynaklı olsun, fermentasyon sürecinde mikrobiyolojik aktivite ile parçalanması ve olgunlaşması söz konusudur. Aerobik açık yığın yöntemi ile elde edilmiş kompostun fermentasyonu esnasında zararlı mikroorganizmaların yığından uzaklaşması kompostun kalitesini belirlemektedir. Bu sayede kullanılması mümkün olmaktadır. Bitkisel atıkların kompostlaştırılması sırasında gereken hacimsel oranda hayvan gübrelerinin ilavesi yaygın bir işlemdir. Bu nedenle, kompostun bitkisel ya da hayvansal kaynaklı olması, minimum miktarda bulunması gereken patojen mikroorganizmalar açısından farklılık oluşturmamaktadır.

Tezin bu bölümünde halen ülkemizde T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından 4.Haziran.2010 tarih ve 27601 sayı ile çıkartılan “Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler İle Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik”in 6. maddesinde (6.1 ve 6. 2) “Hayvansal orijinli hammaddeler kullanılarak elde edilen organik gübrelerdeki zararlı mikroorganizma seviyeleri aşağıdaki değerleri geçemez” ibaresiyle belirtilen sınır değerleri ilan edilmiştir. Bu sınır değerler Avrupa Birliği ülkelerindeki standartlar, yapılan çalışmalarla bitkisel/hayvansal kökenli katı ve sıvı kompost örneklerinin mikrobiyolojik kalite standartları karşılaştırılarak öneriler sunulmaya çalışılacaktır. Ayrıca antimikrobiyal aktivitesi incelenen sıvı kompost ve kompostlardan elde edilen ekstraktlardan elde edilen verilerle yapılan diğer çalışmaların verileri karşılaştırılacaktır.

Welke (2001) yaptığı bir çalışmada hazırladığı kompost çayında fekal koliform sayısını 80-3500 kob/ml olduğu bulunmuştur. Ayrıca *Salmonella spp.* rastlanmamıştır. Arizona’da (2002) sustane kompost örneklerinin mikrobiyolojik analizi üzerine yapılan çalışmada aerobik heterotrofik bakteri sayısının 5.9×10^9 kob/g, anaerobik bakteri sayısının 8.7×10^7 kob/g, maya ve küf sayısının 2.7×10^5 kob/g, *Actinomyces spp.* sayısının 5.0×10^3 kob/g, *Pseudomonas spp.* sayısının 8.5×10^8 kob/g, Azot-bağlayıcı bakteri sayısının 1.0×10^3 kob/g olduğu bulunmuştur. Varese et al. (2005)’un kompost ve vermikompostta fungal

komünitesinin izolasyonu ve identifikasyonu üzerine yaptığı çalışmada, kompostta toplam fungus sayısının 8.2×10^5 kob /g, vermikompostta ise 4.0×10^5 cfu/g olduğu bulunmuştur.

Lasaridi et al. (2006) tarafından yapılan çalışmada incelenen kompost örneklerinde mezofilik bakteri sayısının 1.0×10^8 kob/g'dan, ortalama *S. aureus* sayısının 10^5 kob/g'dan daha fazla olduğu bulunmuştur. Ayrıca *C. perfringens* 1.0×10^1 ile 1.0×10^3 kob/g, *Streptococcus spp.* 1.0×10^3 ile 1.0×10^7 kob/g, koliform bakteri sayısının 1.0×10^5 ile 1.0×10^9 kob/ g, maya ve küf sayısının 1.0×10^2 ile 1.0×10^6 kob/g aralığında değiştiği bulunmuştur. *Salmonella spp.* kompostların herhangi birinde tespit edilmemiştir. Tüm kompostlarda ileri sürülen limitlerin üzerindeki değerlerde patojen indikatör mikroorganizma bulunmuştur. Yunan pazarında mevcut olan kompostlardaki bu tür önemli parametrelerin yüksek değişkenliği, müşteri memnuniyeti oluşturmak ve atık arıtım prosesi olarak kompostlamanın güvenilirliğini artırmak için ülkede kalite kontrol prosedürlerinin ve mekanizmalarının oluşturulmasının zorunlu bir ihtiyaç olduğunu göstermiştir. Dahası, EU üyesi ülkelerdeki geniş limit değerleri aralığı, kompost pazarlarının uyumlu olmaları için EU kompost kalite standartlarının geliştirilmesi, bu tür standartlar kabul edilebilir bilim ve risk değerlendirmesi gerektiğini bildirmiştir.

Vaz-Moreira et al. (2008) tarafından yapılan çalışmada, ev yapımı ve ticari kompostlardan bakteriyal izolatların çeşitliliği incelenmiştir. Ticari kompost örneklerinde heterotrofik bakteri sayısının 5.0×10^4 ile 7.0×10^5 kob/g, toplam koliform sayısının 5.0×10^2 ile 7.0×10^4 kob/g, *Enterococcus* sayısının 5.0×10^1 ile 4.0×10^4 kob/g, *Actinomyces spp.* sayısının 3.0×10^4 ile 9.0×10^6 kob/g, fungus sayısının 5.0×10^1 ile 7.0×10^6 kob/g aralığında değişmekte olduğu bulunmuştur. Ev yapımı kompostlarda ise heterotrofik bakteri sayısı 3.8×10^6 ve 4.4×10^7 kob/g, toplam koliform sayısının 6.0×10^4 ve 5.5×10^5 kob/g, *Enterococcus* sayısının $<1.0 \times 10^1$ ve 1.0×10^3 kob/g, *Actinomyces spp.* sayısının 1.2×10^7 ve 2.2×10^7 kob/g, fungus sayısının 1.2×10^6 ve 6.0×10^6 kob/g olduğu bulunmuştur. Her iki kompost türünde de fekal koliforma rastlanmamıştır. Ticari ürünlerle karşılaştırıldığında ev yapımı kompostlar daha yüksek miktarda heterotrofik bakteri, aktinomiset ve fungus içermekte olduğu tespit edilmiştir. Ticari kompostlarında yüksek miktarda enterokok varlığı bildirilmiştir ve bu yüksek

içerik düşük miktarda heterotrof bakteri gözlenmesinden kaynaklanabildiği öne sürmüştür.

Al-Turki et al. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, Suudi Arabistan pazarında ticari olarak üretilen kompostların kalitesini değerlendirmiştir. Bu çalışma içerisinde incelenen kompost örneklerindeki toplam mezofilik popülasyonu sayısı 2.0×10^4 ile 2.0×10^7 kob/g aralığında değişebildiği belirtilmiştir. Ancak, bu çalışmada ölçülen mezofilik bakterilerin sayısının, Lasaridi et al. (2006) ve Hassen et al. (2001) tarafından yapılan çalışmalarda gübreli toprakta bildirilen sayıdan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Fekal koliform bakterileri sıklıkla kompostların hijyen kalitesinin bir belirteci olarak kullanılmaktadır. Fekal koliform sayısı 3.0×10^3 ile 8.5×10^5 kob/g aralığında değişen miktarlarda beş kompost örneğinde tespit edilmiştir ki bu durum kompost örneklerinin %36'sının fekal koliformlar için en yüksek sınıra ulaştığını göstermiştir. *Salmonella*'nın varlığı kompostun hijyen kalitesinin en önemli sorunu olarak düşünülmektedir (Hassen et al., 2001). Gübre olarak *Salmonella* içeren kompost ile ıslah edilen toprakta *Salmonella*'nın uzun sürelerce hayatta kaldığı bilinmektedir (Jones, 1986). Turpin ve arkadaşları (1993), *Salmonella*'nın toprakta çok uzun bir süre yaşayabildiğini fakat geleneksel tekniklerle tespit edilemediğini bildirmiştir. 4 kompost örneğinin 4 ile 25 kob/g aralığında değişen miktarlarda *Salmonella* ile kontamine edildiğini ortaya çıkarmıştır. Tüm kompost düzenleme ajansları *Salmonella*'nın alan uygulamasına yönelik kompost bulunmamasını istemektedir (CCQC, 2002; BSI, 2005; GCST, 2006). 5 ile 10^4 kob/g aralığında değişen miktarlarda 10 kompost örneğinde (%71) tespit edilmiş baskın bakteri *Staphylococcus* sp. gibi görünmektedir. Bu sonuç stafilkokların indirgenmiş su potansiyeline karşı dirençli olması ve çevredeki yüksek tuzluluğu ya da kuraklığı tolere edebilmesi ve bu sayede de uzun süreler boyunca hayatta kalabilmesi olgusu ile açıklanabilmektedir (Termoshuizen et al., 2003). *Staphylococcus*'nun gıda tüketimi ile kolaylıkla bulaşabildiği ve kompostlarda gübre olarak kullanılan patojenik türlerin varlığının ciddi epidemiyolojik sorunlara neden olabileceğini unutulmamalıdır (Lasaridi et al., 2006). Kompost örneklerinde bu organizmaların varlığı, kompostlama prosesinin aktif fazı sırasında patojenlerin yok edilmesi için gerekli olan ısının yetersiz oluşuyla ilişkilendirilebilmektedir Bu çalışmada test edilen birçok kompost örneğinin fekal

koliform, *Salmonella* ve *Stafilokok* ile kontamine olduğunu göstermiştir ki düzeyleri düzenleyici ajanslar tarafından öne sürülen sınır değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada test edilen stabilite ve olgunluk indeksleri, birçok kompost örneğinin düşük kaliteye sahip olduğunu ve pazarlama imkanının olmadığını göstermiştir. Lokal kompostlar için birçok önemli parametrenin yüksek değişkenliğe sahip olması; alan uygulama, çevre ve halk sağlığı açısından yüksek kaliteye ulaşmak için lokal kompost kalite standartlarının geliştirilmesi gerektiği üzerinde durmuşlar.

El-Nagerabi et al. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada aerobik bakteri kolonisinin ortalaması yerel olarak üretilen yeşil atık kompostlarda 260-1740 kob/g, ithal atık kompostlarda ise 330-2870 kob/g olduğu bulunmuştur. Ortalama fungus koloni sayısı yerel olarak üretilen yeşil atık kompostlarda 10-2800 kob/g, ithal atık kompostlarda ise 27-1800 kob/g olduğu bulunmuştur. Ayrıca koliform bakteriler için en muhtemel sayı (MPN) yerel olarak üretilen yeşil atık kompostlarda 43-1000 kob/g, ithal atık kompostlarda ise 23-480 kob/g olduğu bulunmuştur. Kompostlar değişken düzeylerde saprofit fungus ve koliform bakteri ile kontamine olduğu için bitki büyümesi, toprak biyogübre ve toprak ıslahı için herhangi bir muamele olmaksızın doğrudan kullanılamaması gerektiğini bildirmiştir.

Kompostlama prosesi süresince kompostta büyük miktarlarda bakteri ve fungusun olması doğaldır ve bu organizmalar kısmen çürümüş organik materyallerin yavaş bir şekilde degradasyonu için esansiyeldir (Adegunloye et al., 2007). Patojenik fungus ve bakteriler kompostlanmış evsel atıklarda ve arıtma çamurunda tespit edilmiştir (Pahren, 1987). Yine de, kompostlama; insanlar, hayvanlar ve bitkiler için güvenilir düzeylerde patojenik mikroorganizmaların yok edilmesi için etkin bir yöntemdir (Dumontet et al., 1999; Christensen et al., 2002). Olgunlaşmış kompostta kabul edilebilir düzeyde mikroorganizma bulunmaktadır (Adegunloye et al., 2007). Çeşitli patojenik bakteriler farklı kompostlardan ve kompostlanmış materyallerden izole edilmiştir (Christensen et al., 2002; Adegunloye et al., 2007). *Escherichia coli*'nin kompostladığı ham materyalde önemli fekal koliformlar bulunmuşken, en son elde edilen kompostun büyük bir kısmı fekal orijinli değildir (Christensen et al., 2002). Bu nedenle, fekal

koliformların tür kompozisyonu kompostlanmış materyale ve kompostlama sistemine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Bu yapılan çalışmadaki kompostların ellenmesi ve kullanılması sırasında ağır hastalıkların bulaşması için yüksek bir olasılık söz konusu olduğu bahsedilmiştir.

Brochier et al. (2012) yaptıkları çalışmalarda kompostların mikrobiyal patojen ve indikatör düzeyleri için Fransız standartlarıyla karşılaştırılmış ve kompostlama etkinliği indikatörleri ve patojenler izlenmiştir. Kompostların hijyen güvenilirliğini garanti etmek için birçok ülke kalite kriterleri belirlemiştir. Fransa’da, NFU 44-051 standardı son ürün komposttaki mikroorganizma içeriği için bir eşik değerini kabul etmektedir. *Enterococcus* ve *C. perfringens* miktarları Fransız standartlarına göre sırasıyla 1.0×10^3 - 1.0×10^6 MPN/g ve 1.0×10^3 - 1.0×10^6 kob/g olarak belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda kompost örneklerinde ortalama *E.coli* sayısının 10^2 ’den daha az olduğu bulunmuştur. Bu örneklerde *Enterococcus* sayısının 9.1×10^3 ile 1.2×10^6 MPN/g, *C.perfringens* sayısının 16 ile 6.4×10^3 kob/g aralığında değiştiği bildirilmiştir. Ayrıca patojen mikroorganizmalar arasında olan *Salmonella spp.*, *L.monocytogenes* varlığına rastlanmamıştır. Analizler birkaç ilginç sonuç vermiştir. Hem büyükbaş gübre kompostu hem de ekstraktı yüksek miktarda koliform içermektedir, yine de bu değer kabul edilebilir limitlerin altında kalmıştır. En uygun kompost uygulamasını ve kompost hijyen kalitesini belirlemek için kompostların yapısal karakterizasyonu gereklidir. Geleneksel izolasyon tekniğinin kullanılması her iki kompostta yüksek oranlarda bulunan türlerin belirlenmesini sağlamaktadır. Bu araştırma, kompost çalışanlarının ve kullanıcılarının sağlığının korunması için yönetim ilkelerinin düzenlenmesi ve kalite sertifikalarının hazırlanması ve de en iyi uygulama alanlarının belirlenmesi için komposttaki fungal komünitenin kalitatif ve kantitatif karakterizasyonunun ilk basamak olduğunu göstermektedir.

Kompot ve kompost çayında 10^8 - 1.10^{10} kob/ml veya kob/g aerobik mezofilik bakteri bitkinin fungal hastalıklara karşı direncini sağlamakta, dekompozisyonu zor molekülleri bitkinin absorbe ve asimile edebileceği formlara dönüştürebilmektedir (BBC laboratories, 2011; Woods End Research Lab, 2011). Bu yüzden bu mikroorganizmanın sayımının yapılması çalışmalarda önem arz etmektedir. Yukardaki araştırmaların yaptığı çalışmalar sonucunda kompost

ve kompost çayı örneklerindeki aerobik bakteri sayıları uluslararası standartlara uygunluk gösterirken, Al-Turki et al. (2010)'nın yaptığı çalışmanın sonuçları uluslararası standartlara uygunluk göstermemektedir. Bizim mevcut yönetmeliğimizde aerobik mezofilik bakteri sayısı hakkında veri bulunmamaktadır. Fakat araştırmamızda mevcut yönetmeliğimizde bulunmamasından dolayı bu işlem yapılmamıştır. Ama ileride yapacağımız çalışmalarda aerobik bakteri sayımı dikkate alınacaktır.

Kompost ve kompost çayında aerobik bakterilerin anaerobik bakterilere belirli seviyede olması gerekmektedir çok fazla sayıda anaerobik bakteri olması durumunda yetersiz havalandırmanın söz konusu olduğu vurgulanmaktadır (www.bbclabs.com). Yukardaki araştırmacıların yaptığı çalışmalar sonucunda kompost ve kompost çayı örneklerindeki anaerobik bakteri sayısı uluslararası standartlara farklılık göstermektedir. Welke (2001) yaptığı çalışmanın sonuçları uluslararası standartlara uygunluk göstermemektedir. Bizim mevcut yönetmeliğimizde de kompost örneklerinde 1.0×10^3 kob/g veya kob/ml anaerobik bakteri bulunması gerektiği vurgulanmıştır. Fakat bizim yaptığımız çalışmalar sonucunda hiçbir kompost örneğinde anaerobik bakteriye rastlanmamıştır.

Kompost ve kompost çayında $1,0 \times 10^3$ – $1,0 \times 10^4$ kob/ml arasında bulunan fungus miktarı bitki patojeni bazı fungusların gelişimini engellemektedir, aynı zamanda çeşitli organik bileşikleri yararlı bakterilerin kullanabileceği formlara çevirmektedirler (Brinton, 2004; BBC laboratories, 2011; Woods End Research Lab, 2011). Yukardaki araştırmacıların yaptığı çalışmalar sonucunda kompost ve kompost çayı örneklerindeki maya ve küf sayısı uluslararası standartlara uygunluk göstermemektedir. Bizim mevcut yönetmeliğimizde de kompostta maya-küf sayısının < 3 kob/g veya kob/ml olması gerektiği vurgulanmıştır. Fakat bu değerler bizim çalışmamızda kullanılan kom_{bs} 1, kom_{bs} 2, kom_{bs} 4, kom_{bs} 5, kom_{bs} 6 örnekleri hariç diğer kompost örneklerinden elde edilen değerlerle örtüşmemektedir.

Kompost ve kompost çayı örneklerinde uluslararası standartlarda *Bacillus spp.* genusunun sayımı dikkate alınırken, bizim mevcut yönetmeliğimizde *B.cereus* sayımı dikkate alınmıştır. *Bacillus spp.* türleri bitki hastalıklarına sebep olan

patojen fungusların gelişimini baskılamaktadır(Woods End Research Lab, 2011). Bizim mevcut yönetmeliğimizde de 25 ml sıvı veya 25 g katı kompostta *B.cereus* bulunmaması gerektiği vurgulanmıştır. Bizim yaptığımız çalışmalardaki *B.cereus* sayım sonuçlarına bakıldığında kom_{bs} 7, kom_{hk} 11, kom_{hk} 13, kom_{hk}16, kom_{hk} 17 örneklerindeki bulunan sayımlar ile mevcut yönetmeliğimizde sayımlar uyuşmamaktadır. Bu da bizim yönetmeliğimizin yeniden güncellenmesi gerektiğini göstermektedir.

Uluslararası standartlarda kompostta toplam koliform sayımı yer almazken bizim mevcut yönetmeliğimizde $1,0 \times 10^5$ kob/g veya kob/ml bulunmaması gerektiği bildirilmiştir. Fakat bizim çalışmamızda kullanılan kombs1, kombs10, komhk20 örneklerinden elde edilen değerlerle örtüşmemektedir. Bu da bizim yönetmeliğimizin yeniden güncellenmesi gerektiğini göstermektedir.

Uluslararası standartlarda kompost ve kompost çayında Enterobacteriaceae sayımı yer almazken bizim mevcut yönetmeliğimizde <3 kob/g veya kob/ml bulunması gerektiği bildirilmiştir. Fakat bizim çalışmamızda kullanılan kom_{bs} 1, kom_{bs} 10, kom_{hk} 17, kom_{hk} 19, kom_{hk} 20 örneklerinden elde edilen değerlerle örtüşmemektedir. Bu da bizim yönetmeliğimizin yeniden güncellenmesi gerektiğini göstermektedir.

Fekal koliform bakterileri sıklıkla kompostların hijyen kalitesinin bir belirteci olarak kullanılmaktadır. Uluslararası standartlarda kompost ve kompost çayında bu bakterilerin sayımı en muhtemel sayı yöntemi baz alınarak verilmiştir. Ancak Welke (2001), Vaz-Moreira et al. (2008) ve Al-Turki et al. (2010)'nın yaptığı çalışmanın sonuçlarına bakıldığında bu sayım sonuçları ile kıyaslanamamaktadır. Bizim mevcut yönetmeliğimizde de kompostta fekal koliform bakteri sayısının 1.0×10^3 kob/g veya kob/ml olması gerektiği vurgulanmıştır. Fakat bu değerler bizim çalışmamızda kullanılan kom_{bs}10- kom_{hk}20 örneklerinden elde edilen değerlerle örtüşmemektedir. Ayrıca fekal koliform bakterilerden olan *E.coli* sayısı mevcut yönetmeliğimizde de 25 ml sıvı veya 25 g katı kompostta *E.coli* bulunmaması gerektiği vurgulanmıştır. Fakat bizim çalışmamızda kullanılan kom_{bs} 10- kom_{hk} 20 örneklerinden elde edilen değerlerle örtüşmemektedir.

Yukardaki araştırmacıların yaptığı çalışmalar sonucunda kompost örneklerindeki *Salmonella spp.* sayısı uluslararası standartlara uygunluk gösterirken, Al-Turki et al. (2010)'nın yaptığı çalışmanın sonuçları uluslararası standartlara uygunluk göstermemektedir. Bizim mevcut yönetmeliğimizde de 25 ml sıvı veya 25 g katı kompostta *Salmonella spp.* bulunmaması gerektiği vurgulanmıştır. Tüm bu yapılan çalışmalar ve standartlar bizim araştırmamızda elde edilen sonuçlar ile örtüşmektedir. Hassen et al. (2001), *Salmonella*'nın varlığı kompostun hijyen kalitesinin en önemli sorunu olduğunu düşünmektedirler ayrıca Jones (1986) *Salmonella* içeren kompost ile ıslah edilen toprakta *Salmonella*'nın uzun sürelerce hayatta kaldığını bildirmiştir. Bu yüzden kompost örneklerinde bu mikroorganizmanın bulunmaması ve kompost standartlarında sayımının yapılması çalışmalarda önem arz etmektedir.

Uluslararası standartlarda kompostta *Staphylococcus spp.* sayımı yer almazken bizim mevcut yönetmeliğimizde 25 ml veya 25 g'da bulunmaması gerektiği bildirilmiştir. Yukardaki araştırmaların yaptığı çalışmalar sonucunda kompost ve kompost çayı örneklerindeki *Staphylococcus spp.* rastlanmamıştır ancak Lasaridi et al. (2006) ve Al-Turki et al. (2010)'nın yaptıkları çalışmalarında *Staphylococcus spp.* kontamine olduğu bulunmuştur. Tüm bu yapılan çalışmalar ve standartlar bizim araştırmamızda elde edilen sonuçlar ile örtüşmektedir. *Staphylococcus*'nun gıda tüketimi ile kolaylıkla bulaşabildiği ve kompostlarda gübre olarak kullanılan patojenik türlerin varlığının ciddi epidemiyolojik sorunlara neden olabileceğini bildirmiştir (Lasaridi et al., 2006).

Kompostta uluslararası standartlarda *C.perfringens* türünün sayımı dikkate alınırken, bizim mevcut yönetmeliğimizde genus düzeyinde *Clostridium spp.* sayımı dikkate alınmıştır. Lasaridi et al. (2006) ve Brochier et al. (2012) tarafından yapılan çalışmalarda da incelenen kompost örneklerinde *C.perfringens* sayısı uluslararası standartlara uygunluk göstermektedir. Bizim yaptığımız çalışmalardaki *Clostridium spp.* sayım sonuçlarına bakıldığında kom_{bs} 1, kom_{bs} 7, kom_{hk} 12, kom_{hk} 13, kom_{hk} 16, kom_{hk} 18 örneklerindeki bulunan sayımlar ile mevcut yönetmeliğimizde sayımlar uyuşmamaktadır. Bu da bizim yönetmeliğimizin yeniden güncellenmesi gerektiğini göstermektedir.

Uluslararası standartlarda kompostta *Mycobacterium spp.* *B.anthraxis* sayımı yer almazken bizim mevcut yönetmeliğimizde 25 ml sıvı veya 25 g katı kompostta *B.anthraxis*, *Mycobacterium spp.* bulunmaması gerektiği bildirilmiştir. Yönetmeliğimizdeki standartlar bizim araştırmamızda elde edilen sonuçlar ile örtüşmektedir.

Kompost ve kompost çayında *Listeria spp.*, *Pseudomonas spp.* *Azotobakter spp.*, *Fekal Streptococcus*, *Actinomyces spp.*, *Campylobacter spp.*, *E.coli O157/H7* ne oranda bulunması ya da bulunmaması gerektiği uluslararası standartlarda yer alırken bizim mevcut yönetmeliğimizde bu dikkate alınmamıştır.

Tez çalışmamızda ayrıca temin edilen katı ve sıvı kompost örneklerindeki antimikrobiyal aktiviteyi saptamak amacıyla katı kompost örneklerinden kompost ekstraktı hazırlanmıştır. Sıvı kompost örnekleri ise direkt olarak kullanılmıştır.

Alman araştırmacı Heinrich Weltzein (1991) tarafından geliştirilen ekstraksiyon yöntemi kullanılarak olgunlaşma aşamasındaki farklı kompost uygulamalarından kompost ekstraktları hazırlanmıştır. Kompost ekstraktları 1:5 oranında kompost:su olacak şekilde elde edilmiştir. Hazırlanan kompost ekstraktlar bir kez karıştırılmış ve 15°-20°C aralığında fermentasyona bırakılmıştır. “Ekstraksiyon zamanı” olarak ifade edilen ısıtma/demlendirme süresinden sonra, 4°C’de buzdolabında şişelerde saklanmıştır. Kompost ekstrakt çözeltileri kullanımdan yarım saat önce buzdolabından çıkarılmıştır. Bu çalışma referans alınarak çalışmamızda kompostlardan kompost ekstraktları elde edilmiştir. Disk difüzyon yöntemi kullanılarak 6 mm çaplı standart steril filtre disklerine bu kompost ekstraktlar 20µl/disk olacak şekilde emdirilmiş ve bitki patojeni funguslar (*Fusarium solani*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum*, *Verticillium spp.*, *Alternaria spp.*, *Pyricularia oryzae*) ve bakterilere (*Clavibacter spp.*, *Pseudomonas fluorescens*) karşı antimikrobiyal aktivite araştırılmıştır.

Kompost besin elementi ve mikroorganizma içeriği açısından zengindir, büyümeyi stimule edebilmektedir, bitkileri hastalıklardan korumakta ve toprak kaynaklı patojenleri baskılamaya yardımcı olmaktadır. Bitki patojenleri hayatta kalmaları için, antagonistlere ve bitki patojenitesine karşı enfeksiyonlar için

gerekli olan ihtiyaçlarına göre değişmekte ve kompost aylarına karşı biyolojilerine ve fizyolojilerine göre cevap vermektedir (Scheuerell, 2003).

Hastalığın baskılanması için kompost kullanımının hem ekolojik hem de ekonomik açıdan potansiyel faydaları vardır. Kompost toprak verimliliği ve bitki sağlığını korumak için yüzyıllar boyunca kullanılmıştır. Toprak kaynaklı bitki patojenlerinin neden olduğu hastalığın kompost tarafından baskılanmasının, kompost/turba veya kompost/toprak karışımlarının mikrobiyal kompozisyonu ile ilişkili olduğu çok sayıda araştırıcı tarafından bildirilmiştir (Rijn, 2007). Kompost toprak kaynaklı bitki patojenlerini funguslara karşı hastalığı baskılaması bir çok araştırıcı tarafından bildirilmiştir (Chen et al., 1988; Serra-Wittling et al., 1996; Tuitert et al., 1998; Scheuerell et al., 2005; Termorshuizen et al., 2006). Kompost hastalığın baskılanması sırasında antagonizmi artırmak amacıyla organizmalar için ya da bitki patojenlerine karşı indüklenmiş direnci veya antibiyozisi başlatmak amacıyla spesifik ajanlar için substrat içerebilmektedir (Hoitink and Boehm, 1999).

Çeşitli mikroorganizmalar veya biyokontrol ajanları kompostlardan izole edilmiş ve floresans özellik gösteren *Pseudomonas spp.* ile *Fusarium oxysporum*'un patojenik suşlarının baskılanmasına katkıda bulundukları bildirilmiştir (Duijff et al., 1999; Kannangara et al., 2000; Larkin et al., 1996). Floresans zellik gösteren pseudomonadların demiri şelatlayan siderofor sentezlediği ileri sürülmüştür ki bu sideroforlar, patojen germ tbnn büyümesi için demir kullanımını sınırlamaktadır (Alabouvette, 1999). Bu araştırmalar ışığında bizde çalışmamızda sıvı kompost ve kompost ekstraktlarının *P. fluorescens* ve *F.oxysporum*'a karşı antimikrobiyal aktivitesi araştırılmıştır. Bu örneklerin test mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal aktiviteleri incelendiğinde; *Pseudomonas fluorescens*'e karşı antibakteriyal aktivite gösterirken, *F.oxysporum*'a karşı da antifungal aktivite göstermiştir.

El-Masry et al. (2002) tarafından yapılan çalışmada kompostların bitki hastalıklarına karşı biyolojik kontrol sağlama potansiyeli kanıtlanmıştır. Test; farklı kompost su ekstraktlarının *Pythium debaryanum*, *Sclerotium bataticola*'ya karşı in vitro antagonistik etki oluşturduğunu göstermektedir. Bu arada, test edilen

kompostların tümü *F. oxysporum* için tam bir büyüme inhibisyonu göstermiş ve fungal diskin etrafında herhangi bir büyüme gözlenmemiştir. Diğer taraftan, kompost ekstraktları PDA ortamında indikatör fungusların büyümesi için herhangi bir antagonistik etki göstermemiştir. Fakat bizim sıvı kompost ve kompost ekstraktları *F.oxysporum*'a karşı antifungal aktivite göstermiştir.

Pane et al. (2012) kompost çaylarının *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata* and *Pyrenochaeta lycopersici* antimikrobiyal aktivitesi araştırılmıştır. Kompost çayının baskılama düzeyi fermentasyonun sıvı fazının türünden önemli ölçüde etkinlemiştir. Bu sonuçlar, çeşitli bitki patojenlerine karşı kullanılan bu kompost çaylarının in vitro baskılayıcı etkileri hakkındaki ön bilgilerle uyumlu olduğu bulunmuştur. Well-cut difüzyon tekniği ile gerçekleştirilen analizlerin sonuçlarına göre, bu çalışmada kullanılan funguslara karşı her bir kompost çayı tarafından inhibisyon zonu oluşturulmuştur. Tüm kompost çayları *B. cinerea*'nın in vitro büyümesini engellemiştir ve yaklaşık %50 daha büyük bir inhibisyon zonu göstermiştir. *A. alternata* için, fungal baskılama çaylar arasında oldukça değişkenlik göstermiştir ve kullanılan ekstraktanttan bağımsız olduğu bulunmuştur. Misel büyümesinin tamamen engellenmesi kompostta bulunan mikroorganizmaları aktive ederek antagonistik etkiye benzer bir antibiyotiği ortaya çıkarmıştır. Bizim çalışmamızda da sıvı kompost ve kompost ekstraktları *Alternaria spp.* karşı antifungal aktivite gösterdiği bulunmuştur.

Bu araştırmamızın amacı doğrultusunda çıkan sonuçlar da göstermektedir ki; organik tarımda bitkisel ve hayvansal kökenli katı ve sıvı kompostlar bitki beslenmesi ve sağlığında giderek önemli bir yer edinmektedir. Araştırmamızda saptadığımız mikrobiyolojik veriler de göz önünde bulundurularak uluslararası literatürle paralellik gösterecek nitelikte daha ayrıntılı bir yönetmelik mutlaka yeniden düzenlenmelidir. Ayrıca bitkisel ve hayvansal kökenli katı ve sıvı kompostlarda mikrobiyolojik kalite standardının sağlanması ve sürdürülebilmesi için Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından üreticilerin de etkin bir şekilde denetlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda bu araştırmanın gelecekte yapılacak uygulamalarda yol gösterici olması dileğindedir.

6. ÖNERİLER

Organik gübrelerin mikrobiyolojik içeriği konusunda yasal mevzuatımızda bulunan veriler ile araştırmamızda saptadığımız veriler arasında önemli farklılıklar olması nedeniyle yönetmeliğimizin mevcut halinin Çizelge 2.9’da bulunan uluslararası standartlarla uygunluk gösterecek nitelikte güncellenmesi gerektiğini düşünmekteyiz. Bu doğrultuda kompostta bitkinin fungal hastalıklara karşı direncini sağlamakta, dekompozisyonu zor molekülleri bitkinin absorbe ve asimile edebileceği formlara dönüştürebilen aerobik mezofilik bakteri, bitki patojenlerinin kontrolünde önemli bir role sahip olan *Pseudomonas spp.*, kompostun önemli bir partneri olan *Actinomyces spp.*, komposttaki azot miktarının önemli belirteci olan *Azotobacter spp.*’in ne oranda bulunması gerektiği bildirilmelidir. Ayrıca hazırlanan kompostlarda uygulamadan önce yapılması gereken mikrobiyolojik kalite kontrol analizlerinin diğer bir amacı kompostta asla olmaması gereken ve başta insan sağlığı olmak üzere epidemiyolojik problemlere neden olabilen patojen mikroorganizmaların araştırılması gerekliliğidir. Kompostlar patojen ve patojen indikatörü mikroorganizmaları içermemelidir. Bu nedenle de *Fekal Streptococcus*, *Listeria spp.*, *Campylobacter spp.*, *E.coli O157/H7*, *Clostridium perfringens* analizlerinin de mevcut yönetmeliğimize mutlaka eklenmesi gerekmektedir. Bu noktadan hareketle mevcut yönetmeliğimizin yeniden ve daha kapsamlı düzenlenmesi gerektiği konusunda nasıl bir yönetmelik hazırlanması gerektiği ile ilgili önerimiz Çizelge 4.16’da sunulmuştur.

Çizelge 4.16. Kompostta Bulunması Gereken Mikroorganizma Sayımları (kob/g)

Mikroorganizmalar	Kompostta Bulunma Oranları
Aerobik mezofilik bakteri	$1.0 \times 10^8 - 1.0 \times 10^{10}$
Anaerobik bakteri	5:1, aerobik:anaerobik toplam sayı
Toplam maya ve fungus	$1.0 \times 10^2 - 1.0 \times 10^5$
<i>Pseudomonas spp.</i>	$1.0 \times 10^3 - 1.0 \times 10^6$
<i>Actinomyces spp.</i>	$>1.0 \times 10^2$
<i>Azotobacter spp.</i>	$>1.0 \times 10^5$
<i>Clostridium spp.</i>	$< 1.0 \times 10^2$
<i>Clostridium perfringens</i>	Yok (25 g veya ml)
<i>Salmonella spp.</i>	Yok (25 g veya ml)
<i>Mycobacterium spp.</i>	Yok (25 g veya ml)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Yok (25 g veya ml)
<i>Bacillus spp. (sporlu bakteri)</i>	1.0×10^6
<i>Bacillus anthracis</i>	Yok (25 g veya ml)
<i>Bacillus cereus</i>	$<1.0 \times 10^1$
Toplam koliform	$<1.0 \times 10^5$
Fekal koliform	$<1.000 \text{ MPN/gr}$
<i>Escherichia coli</i>	$<1.0 \times 10^2$
<i>Listeria spp.</i>	Yok (25 g veya ml)
<i>E.coli O157/H7</i>	Yok (25 g veya ml)
<i>Campylobacter spp.</i>	Yok (25 g veya ml)
Fekal <i>Streptococcus</i>	Yok (25 g veya ml)

Organik tarım öncelikle toplum sağlığı ile barışık ürünlerin yetiştirilmesini hedefleyen bir strateji olduğundan yapılacak değişikliklerle mevcut organik gübre yönetmeliğinin içerdiği bazı eksiklikler giderilerek organik tarım ürünlerinin daha kaliteli, kontrollü ve güvenilir olacağı kanısındayız.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Adegunloye, D. V., Adetuyi, F. C., Akinyosoye, F. A. and Doyeni, M. O.,** 2007, Microbial analysis of compost using cow dung as booster, *Pakistan Journal of Nutrition*, 6: 506-610pp.
- Afnor,** 2006, French standard U 44-051, Organic soil improver composts, AFNOR Editions, St Denis La Plaine, France.
- Agrios, G. N.,** 1988, Plant Pathology, 3rd ed. Academic Pres, Inc., New York sh:803.
- Akçelik, M., Ayhan, K. ve Çakır, İ.,** 2000, Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları, 2. Baskı, Sim Matbaacılık, Ankara.
- Aksoy, U.,** 1999, Ekolojik tarımda gelişmeler, Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği, İzmir, 30-35.
- Aksoy, U.,** 2001, Ekolojik tarım: Genel Bir Bakış. Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu, Bildiriler, Antalya, 3-10.
- Aksoy, U. ve Altındışli, A.,** 1999, Dünya’da ve Türkiye’de ekolojik tarım ürünleri üretimi, ihracatı ve geliştirme olanakları, İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın No: 1999-70. İstanbul, 125 s.
- Aksoy, U., Tüzel, Y., Altındışli, A., Can, H. Z., Onoğur, E., Anaç, D., Okur, B., Çiçekli, M., Şayan, Y., Kırkpınar, F., Kenanoğlu Bektaş, Z., Çelik, S., Arın, L., Er, C., Özkan, C. ve Özenç, D. B.,** 2007, Organik (=Ekolojik, Biyolojik) Tarım Uygulamaları.
- Alabouvette, C.,** 1999, *Fusarium* wilt suppressive soils: an example of disease-suppressive soils, *Australasian Plant Pathology*, 28: 47-64.
- Altınbaş, M.,** 2000, Anason posasının aerobik kompostlaştırılabilirliğinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 74s.
- Altındışli, A.,** 2002, Türkiye’de Ekolojik (Organik, Biyolojik) Tarım. Organik Tarım, Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği, Emre Basımevi, İzmir, 9-17s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Altındışli, A.**, 2007, “Organik Tarımın Tarihçesi ve Gelişimi”, <http://www.asdf.com.tr/files/ekoloji002.htm> (Erişim tarihi: 15 Haziran 2012).
- Al-Türki, A.I.**, 2010, Quality Assessment of Commercially Produced Composts in Saudi Arabia Market, *International Journal of Agricultural Research*, 5(2):70-79.
- Arıkan, O.A.**, 2003, Farklı Tipte Organik Katı Atıkların Havalı ve Havasız Kompostlaştırılması, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 166s.
- American Public Health Association**, 1985, Standard Methods for the Examination of Dairy Products (15th ed).
- Aydeniz, A. ve Danışman, S.**, 1983, Şeker endüstrisi atıklarının gübre olarak değerlendirilmesi, TÜBİTAK 7. Bilim Kongresi, Ankara.
- Babaoğlu, M.**, 2006, Dünya’da organik tarım uygulamaları, Sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmede organik tarım sektörü sektörel stratejiler ve uygulamalar, Uluslararası Rekabet Araştırmaları Kurumu Derneği (URAK) Yayınları, İstanbul, 681-701.
- Baird-Parker, A.C.**, 1962, An improved diagnostic and selective medium for isolating coagulase positive *Staphylococci*, *Journal of Applied Bacteriology*, 25:12-19.
- Bakırcı, M.**, 2005, Türkiye’de organik tarımın geleceği ve Türkiye-Avrupa Birliği(AB) tarım müzakerelerine etkisi, *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, İstanbul, 13: 67-83.
- BBC laboratories**, “Compost Tea Microbiological Quality Guide”, www.bbclabs.com (Erişim tarihi: 10 Aralık 2011).
- Beever, R.E and Bollard, E.G.**, 1970, The nature of the stimulation of fungal growth by potato extract, *J. Gen. Microbiol.*, 60: 273-279.
- Bhat, R. G. and Subbarao, K. V.**, 1999a. Host range of specificity in *Verticillium dahliae*, *Phytopathology*, 89: 1218-1225.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bilgehan, H.**, 2000, Klinik mikrobiyoloji özel bakteriyoloji ve bakteri enfeksiyonları, İzmir.
- Bisping W. and Amtsberg G.**, 1988, Colour atlas for the diagnosis of bacterial pathogens in animal, Paul Parey Scientific Publishers, Berlin and Hamburg.
- Boulter, J.I., Boland, G.J. and Trevors, J.T.**, 2000, Compost: a study of the development process and end product potential for suppression of turfgrass disease, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 16: 115–134.
- Boulter, J.I, Boland, G. J. and Trevors, J. T.**, 2002, Assessment of compost for suppression of *Fusarium patch* (*Microdochium nivale*) and *Typhula blight* (*Typhula ishikariensis*) snow molds of turfgrass, *Biological Control*, 25: 162-172.
- Brenner, D.J. and Farmer , J.J.**, 2005, Family I. *Enterobacteriaceae*. In: Brenner, D.J., Krieg, N.R., Staley, J.T. (Eds.), *Bergey's Manual Of Systematic Bacteriology*, Volume Two: The Proteobacteria Part B: The Gammaproteobacteria, Springer, New York, 587–669.
- Brinton, W., Storms, P., Evans, E. and Hill, J.**, 2004, Compost teas: Microbial hygiene and quality in relation to method of preparation, *Journal of Biodynamics*, 2:36-45p.
- Brochier V., Gourlanda P., Kallassy, M., Poitrenauda, M. and Houot, S.**, 2012, Occurrence of pathogens in soils and plants in a long-term field study regularly amended with different composts and manure, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 160 : 91– 98.
- Brohi, A.**, 1989, Sigara fabrikalarından çıkan tütün atıkları ile Tekel'in depolarında imha için bekletilen düşük kaliteli tütün yapraklarından gübre olarak yararlanma olanaklarının araştırılması, Cumhuriyet Üniversitesi, Tokat Ziraat Fakültesi Yayınları, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler, 4.
- BSI, PAS 110**, 2010, Specification for whole digestate, separated liquor and separated fibre derived from the anaerobic digestion of source-segregated biodegradable materials.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Burnett, S.L. and Beuchat, L.R.**, 2000, Human pathogens associated with raw produce and unpasteurized juices, and difficulties in decontamination, *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 25: 281-287pp.
- Catarame, T.M.G., O’hanlon, K.A., McDowell, D.A., Blair, I.S. and Duffy, G.**, 2006, Comparison of a real-time polymerase reaction assay with a cultural method for the detection of *Salmonella* in retail meat samples, *Journal of Food Safety* 26: 1-15p.
- CCQC (California Compost Quality Council Compost Maturity Index)**, 2002, “Technical report” , <http://www.ccqc.org/> (Erişim tarihi: 15 Ağustos 2011).
- Chen, W., Hoitink, H.A.J. and Madden, L.V.**, 1988, Microbial activity and biomass in container media for predicting suppressiveness to damping-off caused by *Pythium ultimum*, *Phytopathology*, 78: 1447-1450.
- Chen, Y. and Inbar, Y.**, 1993, Chemical and spectroscopical 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.
- Christensen, K. K., Carisbaek, M. and Kron, E.**, 2002, Strategies for evaluating the sanitary quality of composting, *Journal of Applied Microbiology*, 92: 1143-1158pp.
- Cook, K.A., Dobbs, T.E., Hlady, W.G., Wells, J.G., Barrett, T.J., Puhr, N.D., Lancette, G.A., Bodager, D.W., Toth, B.L., Genese, C.A., Highsmith, A.K., Pilot, K.E., Finelli, L. and Swerdlow, D.**, 1998, Outbreak of *Salmonella* serotype Hartford infections associated with unpasteurized orange juice, *Jama*, 280: 1504-1509pp.
- Cronin, M.J., Yohalem, D.S., Harris, R.F. and Andrews, J.H.**, 1996, Putative mechanism and dynamics of inhibition of the apple scab pathogen *Venturia inaequalis* by compost extracts, *Soil Biology and Biochemistry*, 28: 1241–1249.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Crump, J.A., Griffin, P.M. and Angulo, F.J.**, 2002, Bacterial contamination of animal feed and its relationship to human foodborne illness, *Clinical Infection Disease*, 35: 859-865pp.
- Cybulski R.J., Sanz P., McDaniel D., Darnell S., Bull RL., O'Brien A.D.**, 2008, Recombinant *Bacillus anthracis* spore proteins enhance protection of mice primed with suboptimal amounts of protective antigen, *Vaccine*, 26: 4927-4949.
- Çakır, İ.**, 2000, Koliform grup bakteriler ve *e.coli*. gıda mikrobiyolojisi ve uygulamaları. Ank Üniv. Ziraat Fakültesi Gıda mühendisliği Bölümü Yayını, Genişletilmiş 2. Baskı. Sim Matbaası, Ankara, 522s.
- Çakmakçı, R. ve Erdoğan, Ü.**, 2005, Organik Tarım, Atatürk Üniversitesi İspir Hamza Polat Meslek Yüksek Okulu Ders Yayınları, No:2, Atatürk Üniversitesi Ofset Tesisleri, Erzurum, 233s.
- Çetin, S.C., Ekinci, K. ve Haktanır, K.**, 2004, Kompost Yapım Tekniği, Üçüncü Ulusal Gübre Kongresi Bildirileri, Tokat, 1313-1348s.
- Çevre Bakanlığı**, 1998, “Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği” <http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.8132&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch> (Erişim tarihi: 3 Eylül 2012).
- Çevre Bakanlığı**, 2002, Kompostlaştırma Tesisleri için Teknolojiler ve Yer Seçimi, Kompost Üretimi ve Kullanımı için Kriterler, 63s.
- Çevre ve Orman Bakanlığı**, 2005, “Toprak kirliliğinin kontrolü yönetmeliği” www.ibb.gov.tr/tr-TR/kurumsal/Birimler/.../toprakyonetmelik.doc (Erişim tarihi: 3 Mart 2011).
- de Bertoldi, M.**, 1993, Compost quality and standard specifications: European perspective. In: Hoitink, H.A.J., Keener, H.M. (Eds.), Science and Engineering of Composting. Renaissance Publications, Ohio, OH, 521–535 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Demiryürek, K.**, 2000, The analysis of information systems for organic and conventional hazelnut producers in three villages of the Black Sea Region, Doktora tezi, The University of Reading, UK, 301 s.
- Demiryürek, K.**, 2001, Conversion to organic hazelnut production in the Black Sea Region of Turkey, Proceedings of the Fifth International Congress on Hazelnut, 27-31 August, Corvallis, Oregon, USA. ACTA Horticulturae 556: 453-460s.
- Demiryürek, K.**, 2004, Dünya’da Ve Türkiye’de organik tarım, *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(3-4): 63-71s.
- Demiryürek, K., ve Bozoğlu, M.**, 2007, Türkiye’nin Avrupa Birliği organik tarım politikasına uyumu, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3: 316-321s.
- Deniz, E.**, 2009, Organik tarım sektör raporu, Avrupa İşletmeler Ağı, Karadeniz.
- Diaz, L.F., Savage, G.M., Eggerth, L.L. and Golueke, C.G.**, 1993, Composting and recycling municipal solid waste, Lewis Publishers, California, 296p.
- Doğan, M.**, 2008, Çeşitli klinik örneklerden izole edilen anaerop bakterilerin tanımlanması ve antibiyotik duyarlılıklarının belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Konya.
- Doğan, H.B., Çakır, İ., Keven, F., Coşansu, S., Kırıl, N., Dağ, T.T.İ., Gürsu, G., ve Halkman, A.K.**, 2001, Çeşitli gıdalarda koliform, fekal koliform ve *E. coli* Aranması, *Gıda Dergisi* , 26(2): 83-90.
- Donovan, K.O.**, 1958, A selective medium for *Bacillus cereus* in milk, *Journal of Applied Bacteriology* , 21: 100:103.
- Dougherty, M.**, 1995, Field guide to on-farm composting, NRAES-114, Ithaca, New York, 118p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Duijff, B. J., Recorbert, G., Bakker, P. A. H. M., Loper, J. E. and Lemanceau, P.,** 1999, Microbial antagonism at the root level is involved in the suppression of *Fusarium* wilt by the combination of nonpathogenic *Fusarium oxysporum* F047 and *Pseudomonas putida* WCS358, *Phytopathology*, 89: 1073-1079.
- Dumontet, S., Dinel, H. and Baloda, S. B.,** 1999, Pathogen re-duction in sewage sludge by composting and other biological treatments. A review, *Biological Agriculture and Horticulture*, 16 (4): 409-430pp.
- Ellis, M. B., and Ellis, J. P.,** 1997, Microfungi On Land Plants. An Identification Handbook. Enlarged Ed. The Richmond Publishing Co. Ltd, Slough, Uk, 868 pp.
- El-Masry, M.H., A.I. Khalil A.I., Hassouna, M.S. and Ibrahim H.A.H.,** 2002, In situ and in vitro suppressive effect of agricultural composts and their water extracts on some phytopathogenic fungi, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 18: 551-558.
- El-Nagerabi1 S.A.F., Elshafie A.E., Al-Bahry S.N., Hasina S. AlRawahi H.S. and AlBurashdi H.,** 2011, Physico-Chemical and Microbial Quality of Locally Composted and Imported Green Waste Composts in Oman, *American Journal of Plant Sciences*, 2: 660-668.
- Erdener, U.,** 2011, Farklı karıştırma uygulamalarının kompost üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Erdim, E.,** 2003, İleri biyolojik atıksu arıtma tesisi çamurlarının kompostlaştırılmasında farklı katkı maddelerinin etkilerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 31s.
- Erdin, E.,** 1977, Katı atıkların kompostlaştırılması ve kullanılması, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İzmir.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Erdin, E.**, 1996, Katı Atıkların Kompostlaştırılması, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- Ergene, A.**, 1991, Çöplerin ve kanalizasyon atıklarının gübre olarak değerlendirilmesi ve bunun çevre sağlığı bakımından önemi, II. Ulusal Gübre Kongresi Tebliğleri.
- Epstein, E.**, 1997, The science of composting, technomic publishing co.,Inc.,Basel, 19: 483p.
- Eşiyok, D., Uğur, A., Bozokalfa, K. ve Kavak, S.**, 2003, Ekolojik tarım ve sebze yetiştiriciliği, *Dünya Yayımcılık-Gıda Dergisi*, 71-74.
- European Compost Network**, 2010, European Quality Assurance for Compost is launched, in ECN Info paper, 6p.
- FIBL-IFOAM**, 2012, “Organic farming” www.fibl.org, Survey 2012 (Erişim tarihi: 20 Ağustos 2012).
- Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı**, 2010, “Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler İle Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik”, www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/06/20100604-3.htm (Erişim tarihi: 3Mart 2011).
- Gıda,Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü**, “Organik Tarım Logoları”, <http://organik.tarim.gov.tr/sayfam.asp?sid=59&pid=59&ld=Logo,Sertifika,Etiket%20Bilgileri> (Erişim tarihi: 20 Eylül 2012).
- Gotaas H.B.**, 1956, Composting Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes, World Health Organisation, Geneva, 205p.
- Gök, S.**, 2008, Genişleyen Avrupa Birliği pazarında Türkiye’nin organik tarım ürünleri ticareti açısından değerlendirilmesi, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Dış ilişkiler ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gök, M. ve Oruç N.**, 1993, Şlempenin toprağın bazı biyolojik ve kimyasal özelliklerine etkisi, Ankara, 18: 397-400 TÜBİTAK.
- Graig, J .and Hooker, A.L.**, 1961 , Root and stalk rot of dent corn, *Phytopathology*, 382 – 385. **Gulf Countries Standards (GCST)**, 2006, “Standards of fertilizers and soil conditioners in Gulf Countries”, <http://www.moa.gov.sa/public/portal> (Erişim tarihi: 20 Ağustos 2011).
- Gümüş, T., Dağlıoğlu, O. ve Konyalı, A.M.**, 2005, Tekirdağ’da tüketime sunulan yaş pastaların mikrobiyolojik kalitesi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 215-220s.
- Hacıbektaşoğlu, A., Eyigün, C. P. ve Özsoy, M.F.**, 1993, Gıda elleycilerinde burun ve boğaz portörlüğü, *Mikrobiyol. Bült.*, 27: 62-70.
- Halkman, K.**, 2005, Gıda mikrobiyolojisi Uygulamaları, 1 baskı.
- 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.
- Hassen, A., Belguith, K., Jedidi, N., Cherif, M. and Boudabous, A.**, 2002, Microbial characterization during composting of municipal solid waste, proceedings of International Symposium on Environmental Pollution Control and Waste Management, Tunis, 357-368p.
- Hassen, A.K., Belguith, N., Jedidi, A., Sherif, M. and Boudabous, A.**, 2001, Microbial characterization during composting of municipal solid waste, *Bioresource Techonology*, 80: 217-225.
- Haug, R.T.**, 1993, The practical handbook of compost engineering, Lewis Publishers, USA, 752p.
- Hauschild, A.H.W., Hilsheimer, R. and Griffith, D.W.**, 1974, Enumeration of faecal *Clostridium perfringens* spores in egg-yolk-free Tryptose-Sulfite-Cycloserine Agar, *Applied Microbiology*, 27: 527-530.
- Hjelmroos, M.**, 1993, Relationship between airborne fungal spore precense and weather variables *Cladosporium* and *Alternaria*, Grana, 32:40-47.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hogg, D., Favoino, E., Centemero, M., Caimi, V., Amlinger, F., Devliegher, W., Brinton, W. and Antler, S.,** 2002, Comparison of compost standards within the EU, North America and Australia, The Waste and Resources Action Programme (WRAP), Oxon, ISBN 1-84405-003-3.
- Hoitink, H.A.J. and Boehm, M.J.,** 1999, Biocontrol within the context of soil microbial communities: a soil-dependent phenomenon, *Annual Review of Phytopathology*, 37: 427-446.
- Hoitink, H.A.J. and Fahy, P.C.,** 1986, Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts, *Annual Review of Phytopathology*, 24:93-114.
- Hoitink, H.A.J. and Grebus, M.E.,** 1994, Status of biological control of plant diseases with composts, *Compost Science Utilization*, 2(2): 6-12.
- Hoitink, H. A. J., Boehm, M. J. and Hadar, Y.,** 1993, Mechanism of suppression of soil borne plant pathogen in compost-amended substrates. In Science and Engineering of Composting: Design, Environmental, Microbiological and Utilization Aspects (Keener, H. A. J. H. a. H. M., ed.), Renaissance Publications, Worthington, Ohio, 601-621 pp..
- Holt, J. G., Krieg, N. R., Sneath, P. H. A., Staley, J. T. and Williams, S. T.,** 1994, Bergey's manual of determinative bacteriology, Ninth Edition, Williams and Wilkins, 175,190, 193, 273, 274, 566-570.
- Inglesby T.V., Henderson D.A. and Bartlett J.G.,** 1999, Anthrax as a biological weapon, *Medical and public health management*, Jama, 281: 1735-1745.
- International Organization for Standardization,** 1977, Meat and meat products - detection and enumeration of Enterobacteriaceae (Reference methods). - Draft International Standard ISO/DIS 5552 .
- International Standard Organisation,** 2002, Detection of salmonellae (Reference method), International Standard ISO 6579.
- Isaac, I. ,** 1967, Speciation in Verticillium, *Annual Review of Phytopathology*, 5:201-222.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- ISO/FDIS**, 2003, Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species) - Part 1: Technique using Baird-Parker agar medium. ISO 6888-1.
- Jay, J. M.**, 1992, Modern food microbiology, Copyright by Van Nostrand Reinhold, 4.Baskı, New York, ABD.
- Johnson, L.J., Johnson, R.D., Akamatsu, H., Salamiah, A., Otani, H., Kohmoto, K. and Kodoma, M.**, 2001. Spontaneous loss of a conditionally dispensable chromosome from the *Alternaria alternata* apple pathotype leads to loss of toxin production and pathogenicity, *Curr. Gen*, 40:65-72.
- Jones, P.W.**, 1986, Sewage Sludge as a Vector of *Salmonellosis*.In: Epidemiological Studies of Risks Associated with the Agricultural use of Sewage Sludge, Block, J.C., A.H.Haiaelaar and P.L'Hermite (Eds.), Elsevier, London, ISBN-10: 1851660356, 21-33pp.
- Jones, J. P., Jones, J. B. and Miller, W.**, 1982, *Fusarium* Wilt on Tomato. Florida Department of Agriculture and Consumer Services., Drv. Of Plant Industry, *Plant Pathology*, Circular No: 237.
- Jousimies-Somer, H.R., Summanen, P., Citron, D.M., Baron E.J., Wexler, H.M. and Finegold, M.S.**, 2002, Specimen collection and anaerobic culture techniques, Anaerobic Bacteriology Manuel, California, Star Publishing Company , 23-42.
- Kaleli, D. ve Özkaya, F.**, 2000, *Bacillus cereus*, Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölüm Yayını, Sim Matbaacılık Ltd., Ankara, 395–401.
- Kannangara, T., Utkhede, R.S., Paul, J.W. and Punja, Z.K.**, 2000, Effects of mesophilic and thermophilic composts on suppression of *Fusarium* root and stem rot of greenhouse cucumber, *Canadian Journal of Microbiology*, 46:1021-1028.
- Karaboz, İ., Ateş, M. ve Koçyiğit, A.**, 2002, Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri Teori ve Uygulamaları, 44s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Karabulut, S.B.**, 2010, Tavuk dışkılarının kompostlaştırma ve pomza taşı ile aerobik kompostlaştırılması, Hacettepe Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı , Ankara.
- Kaufman, M.E.**, 1998, Pulsed-field gel electrophoresis, *Molecular Bacteriology*, Totowa, 33-50.
- Kaya, G.H.**, 2003, Dünya’da ve Türkiye’de organik tarımsal ürün ticareti ve tüketici reaksiyonları , Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara , 3-4s.
- Keener, H.M., Dick W.A. and Hoitink H.A.J.**, 2000, Composting and beneficial utilization of composted by-product materials, 10: 315-341pp. In: J.F. Power vd.,. (eds.) Beneficial uses of agricultural, industrial and municipal by-products, *Soil Science Society of America*, Madison, Wisconsin.
- Kenanoğlu, Z. ve Miran, B.**, 2002, Ege Bölgesi’nde organik tarım tercihini belirleyen çiftçi özellikleri: Kuru incir ve çekirdeksiz kuru üzüm örneği, Türkiye V. Tarım Ekonomisi Kongresi, Erzurum, 188-196s.
- Ketterer, N.**, 1990, Research into the effect of compost extracts on potato and tomato leaf infections through *P. infestans* as well as the incidences of grape diseases, Doctoral Dissertation, Univ. Bonn.
- Kırımhan, S.**, 2005, Organik tarım sistemleri ve çevre, 1.Bs, Ankara.
- Kırmacı, M. V.**, 2003, Dış ticarete organik tarımın stratejik yerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 126s.
- Kıyan M.**, 1999, Anaerop bakteriler. In: Ustaçelebi S (ed), Temel ve Klinik Mikrobiyoloji, Ankara, 611-622.
- Kıyan M.**, 1999, Mycobacteriaceae In: Ustaçelebi Ş. (ed), Temel ve Klinik Mikrobiyoloji, Güneş Kitapevi Ltd., Ankara, 419-455ss.
- Kirazlar, N.**, 2001, Ekolojik (Organik) Tarım Mevzuatı, Türkiye İkinci Ekolojik Tarım Sempozyumu, Antalya , 11-19s.
- Kloepper J. W., Leong J., Teintze M. and Schroth M. N.**, 1980, *Pseudomonas* siderophores: a mechanism explaining disease suppressive soils, *Current Microbiology*, 4:317-320.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kocabaş A.**, 1991, Mikobakterilerin yapısal ve antijenik özellikleri, Tüberküloz Kliniği ve Kontrolü, Çukurova Üniversitesi Basımevi, Adana ,47-55s.
- Koehler, B.**, 1960, Corn stalk rots in illinois, Illinois Agr. Exp. Sta. Bull., 658.
- Kovancı, İ., Hakerler, H. ve Oktay, M.**, 1989. Tavuk gübresi ile çöp gübresinin tarımda organik gübre olarak kullanılmasına dair bir araştırma, E.Ü. Araştırma Fonu, Proje No:113.
- Kök, F., Özbey, G. ve Muz, A.**, 2007, Aydın ilinde satışa sunulan fermente sucukların mikrobiyolojik kalitelerinin incelenmesi, *Fırat Üniv. Sağ. Bil. Derg*, 21: 249-252s.
- Köksal F. ve Yaman A.**, 2003, Farklı bir bakteri topluluğu mikobakterilerde hücre duvarı yapısı, 21. Yüzyılda Tüberküloz Sempozyumu 11 – 12 Haziran 2003, II. Tüberküloz Laboratuvar Tanı Yöntemleri Kursu 13 – 14 Haziran 2003, 1. basım Samsun, 34-47s.
- Kütük, C.**, 2000, Çay atığı kompostu ve atık mantar kompostunun yetiştirme ortamı bileşeni olarak süs bitkisi yetiştiriciliğinde kullanılması, *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1-2): 75-86.
- Larkin, R.P., Hopkins, D.L. and Martin, F.N.**, 1996, Suppression of *Fusarium* wilt of watermelon by nonpathogenic *Fusarium oxysporum* and other microorganisms recovered from a diseases-suppressive soil, *Phytopathology*, 86:812-819.
- Lasaridi, K.E.**, 1998, Compost Stability: A Comparative Evaluation of Respirometric Techniques, PhD Thesis, Department of Civil Engineering, University of Leeds, Leeds, UK.
- Lasaridi, K., Protopapa, I., Kotsou, M., Pilidis, G., Manios, T. and Kyriacou, A.**, 2006, Quality assessment of compost in the Grek market: The need for standards and quality assurance, *Journal of Environmental Management*, 80:58-65.
- Logriceo, A., Visconti, A. and Bottalica, A.**, 1990, mandrain fruit rot caused by *Alternaria* and associated mycotoxins, *Plant Disease*, 74:415-417.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Madigan, M.T., Martinko J.M., Dunlap P.V. and Clark D.P.,** 2009, Brock biology of microorganisms, 12th Ed., Pearson Benjamin Cummings, San Francisco, Usa.
- Mcnew, G.L.,** 1937, Crown infection of corn caused by *Diplodia Zeae*, Iowa Agricultural Experiment Station Research Bulletin, 216.
- Metchock B.G., Nolte F.S. and Wallace R.J.,** 1999, *Mycobacterium*. In: Murray PR, Baron EJ, Pfaller MA, Tenover FC, Tenover FC, Tenover FC, Tenover FC, Tenover FC, Tenover FC, Tenover FC (eds), Manual of Clinical Microbiology (7 th ed.). American Societiy for Microbiology, Washington DC , 339-437 pp.
- Metzler, M. C., Laine, M. J., And De Boer, S. H.,** 1997, The status of molecular biological research on the plant pathogenic Genus *Clavibacter*, *FEMS Microbiology Letters*, 150:1-8.
- Miller, P.R. and Christie, B.R.,** 1991, Genetics of resistance to Verticillium wilt in Vertus alfalfa, *Crop Science* 31: 1492–1495.
- Mossel, D.A.A., Koopman, M.J. and Jongerius, E.,** 1967, Enumeration of *Bacillus cereus* in foods, *Applied Microbiology*, 15: 650:653.
- Murray, P.R., Baron, E.J., Pfaller, M.A., Tenover, F.C. and Tenover, F.C.,** 1995, Manual of Clinical Microbiology, 6th edition. Washington, DC.
- NCCLS,** 2001, Development of in vitro susceptibility testing and quality control parameters, Approved guideline, 2nd ed. NCCLS document M23-A2. NCCLS, Wayne, Pa.
- NCCLS,** 2002, Performance standards for antimicrobial susceptibility testing, Twelfth informational supplement., NCCLS document M100-S12. NCCLS, Wayne, Pa.
- Okuno T., Furusawa I., Matsura K. and Shishiyama I. ,** 1989, Mode of action of ferimzone, a novel systemic fungicide for rice diseases: biological properties against *Pyricularia oryzae* in vitro, *Phytopathology*, 79(8): 827-832.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Olhan, E.**, 1997. Türkiye’de bitkisel üretimde girdi kullanımının yarattığı çevre sorunları ve organik tarım: Manisa Örneği, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 190 s.
- Özaslan M.**, 2006, Organik Tarımın sosyal hayata ve biyolojik çeşitliliğe katkısı, Sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmede organik tarım sektörü sektörel stratejiler ve uygulamalar, Uluslararası Rekabet Araştırmaları Kurumu Derneği (URAK) Yayınları, İstanbul, 53-66.
- Özer, Z., Kadioğlu, I., Önen, H. ve Tursun, N.**, 2003, Herboloji ,Yabancı Ot Bilimi.
- Özkaya, F.D. ve Kuleşan, H.**, 2000, Gıda mikrobiyolojisi ve uygulamaları.
- Öztürk, M.**, 2005, “Hayvan çiftliklerinde kompost üretimi”, http://www.cevreorman.gov.tr/moz_15.htm (Erişim tarihi:15 Temmuz 2012).
- Öztürk, M. ve Bildik, B.**, 2005, Hayvan Çiftliklerinde Kompost Üretimi, Çevre ve Orman Bakanlığı.
- Özyaral O., Keskin Y., Baskaya R., Lüleci E. ve Dumrul G.**, 2007, Şeker ve şeker katkılı besin maddelerinde kseroofilik-kserotoleran küfler, *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 37(1):43-50.
- Pahren, H.**, 1987, Microorganisms in municipal solid waste and public health applications, *CRC Critical Reviews In Environmental Control*, 17: 187-228pp.
- Pane C., Celano G., Villecco D. and Zaccardelli M.**, 2012, Control of *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata* and *Pyrenochaeta lycopersici* on tomato with whey compost-tea applications, *Crop Protection*, 38: 80-86.
- Pezard C., Berche P. and Mock M.**, 1991, Contribution of individual toxin components to virulence of *Bacillus anthracis*, *Infection and Immunity*, 10: 3472-3477.
- Phae, C. G., Saski, M., Shoda, M. and Kubota, H.**, 1990, Characteristics of *Bacillus subtilis* isolated from composts suppressing phytopathogenic microorganisms, *Soil Science and Plant Nutrition*, 36:575-586.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Pitt, J.I. and Hocking, A.D.**, 1985, Fungi and food spoilage, Academic Press, Sydney, 413p.
- Potera, C.**, 1994, From Bacteria: A new weapon against fungal infection, *Science* 265: 605p.
- Rijn, E.van.**, 2007, Disease suppression and phytosanitary aspects of compost. Doctoral thesis, Biological Farming Systems Group, Wageningen University, The Netherlands.
- Rynk, R.**, 1992, On-farm composting handbook, NRAES-54, Ithaca, New York, 186p.
- Scheuerell, S.J., Sullivan, D.M. and Mahaffee, W.F.**, 2005, Suppression of seedling damping-off caused by *Pythium ultimum*, *P. irregulare*, and *Rhizoctonia solani* in container media amended with a diverse range of Pacific Northwest compost sources, *Phytopathology*, 95: 306-315.
- Sekin, Y. ve Karagözlü, N.**, 1997, Gıda mikrobiyolojisi gıda endüstrisi için temel esaslar ve uygulamalar, 4. Basımdan Çeviri, Literatür Yayıncılık, Dağıtım, Yazarı Klaus Pichhardt.
- Serra-Wittling, C., Houot, S. and Alabouvette, C.**, 1996, Increased soil suppressiveness to *Fusarium* wilt of flax after addition of municipal solid waste compost, *Soil Biology and Biochemistry*, 28: 1207-1214.
- Sezgin, O.**, “Organik tarımın avantajları ve dezavantajları” <http://www.organiktarimda.biz/> (Erişim tarihi: 18 Temmuz 2011)
- Shen, D.**, 2000, Beneficial microorganisms and metabolites derived from agriculture wastes in improving plant health and protection, *Journal of Crop Protection*, 3: 349–366.
- Shepherd, M.W., Liang, P., Jiang, X., Doyle, M.P. and Erickson, M.C.**, 2009, Microbiological analysis of compost produced on South Caroline poultry farms, *Journal of Applied Microbiology*, doi: 10.1111/j.1365-2672.2009.04610.x.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Simmons, E. G.**, 1967. Typification of *Alternaria*, *Stemphylium* and *Ulocladium*, *Mycologia*, 59:67-92.
- Singh, S., Mishra, M.M., Goyal, S. and Kapoor, K.K.**, 1991, Prepatation of nitrogen and phosphorus enriched compost and its effect on wheat, *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 62:810-814.
- Sondag, J.E., Morgens, R.K., Hoppe, J.E., and Marr, J.J.**, 1977, Detection of pneumococci in respiratory secretions: clinical evaluation of gentamicin blood agar, *Journal of Clinical Microbiology*, 5: 397-400.
- Stamatiadis, S., Werner, M. and Buchanan, M.**, 1999, Field assessment of soil quality as affected by compost and fertilizer application in a broccoli field, *Applied Soil Ecology*, California, 217– 225pp.
- Şahin, İ. ve Korukluoğlu, M.**, 2000 , Küf-Gıda-İnsan, Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Gıda Mühendisliği Bölümü yayını, Sim Matbaası, Ankara, 522s, 11. bölüm.
- Tanaka, A., Shiotani, H., Yamamoto, M., and Tsuge, T.**, 1999, Insertional mutagenesis and cloning of the genes required for biosynthesis of the HST AK-toxin in the Japanese pear pathotype of *Alternaria alternata*, *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 12: 691–702.
- Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü**, 2010, “Organik Tarım Verileri”,
http://www.tugem.gov.tr/UploadDocument/bv_organiktarim/genel_organik_uretim.html (Erişim tarihi: 15 Temmuz 2012).
- Tayar, M. ve Dokuzlu, C.**, 2007, Gıda Mikrobiyolojisi, Marmara Kitapevi Yayınları, 1.Baskı, 45-49pp.
- Tchobanoglous, G. and Kreith, F.**, 2002, Handbook of solid waste management, McGraw Hill Handbooks, Newyork, 12.5p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Temelli, S., Dokuzlu, C. and Sen, C.K.M.,** 2004, Determination of microbiological contamination sources during frozen snail meat processing stages, *Food Control*, 17: 22-29p.
- Termorshuizen, A.D.V., Blok, W., Brummeler, B.J., ten Hartog D. and Wennerker, M.,** 2003, Survival of human and plant pathogens during anaerobic mesophilic digestion of vegetable, fruit and garden waste, *European Journal of Soil Biology*, 39: 165-171.
- Termorshuizen, A.J., Rijn, E. van, Gaag, D.J. van der, Alabouvette, C., Chen, Y., Lagerlöf, J., Malandrakis, A.A., Paplomatas, E.J., Rämert, B., Ryckeboer, J., Steinberg, C. and Zmora-Nahum S.,** 2006. Suppressiveness of 18 composts against 7 pathosystems, Variability in pathogen response, *Soil Biology and Biochemistry*, 38: 2461-2477.
- Topkaya, B.,** 2004, "Kompost", Ankara,
<http://www.akdeniz.edu.tr/muhfak/cevre/topkaya/homepage/kompost.pdf>
 (Erişim tarihi: 10 Temmuz 2012).
- Tortora G.J., Funke B. R. and Case C. L.,** 1997, Microbiology, Sixth Edition, Addison Wesley Longman Inc., California, 303,729.
- Tosun, İ.,** 2003, Gül işleme posasının evsel katı atıklarla birlikte kompostlaşabilirliği, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 132s.
- Tozan, M. ve Ertem, A.,** 1998, Ekolojik tarımın ve ürünlerin dünü, bugünü, Ekolojik (Organik, Biyolojik) Tarım, Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği (ETO), Editörler: Uygun Aksoy, Ahmet Altındişli, İzmir.
- Trillas-Gay, M.I., Hoitink, H.A.J. and Madden, L.V.,** 1986, Nature of suppression of *Fusarium* wilt of radish in a container medium amended with composted hardwood bark, *Plant Disease*, 70: 1023-1027.
- Tuitert, G., Szczech, M. and Bollen, G.J.,** 1998, Suppression of *Rhizoctonia solani* in potting mixes amended with compost made from organic household waste, *Phytopathology*, 88: 764-773.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Turhan, S.**, 2005, Tarımda sürdürülebilirlik ve organik tarım, *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 11(1): 13-24s.
- Turnball P., Panker M.T., Collier, U.**, 1990, Principles of bacteriology, Virology and Immunity, London: Eudward Amold, 366.
- Turpin, P.E., Maycroft, K.A., Rowlands, C.L. and Wellington, E.M.H.**, 1993, Viable but non-culturable salmonellas in soil, *Journal of Applied Microbiology*, 74: 421-427.
- Türkiye İstatistik Kurumu**, 2010, “Organik Tarım Verileri”, www.tuik.gov.tr/ (Erişim tarihi: 3 Ağustos 2012).
- United States Department of Agriculture**, 2000, Part 637 Environmental Engineering National Engineering Handbook, 2-59p.
- Report of the Compost Tea Task Force (USDA-GOV)**, 2004, “Compost Tea” www.ams.usda.gov/nop (Erişim tarihi: 18 Temmuz 2012).
- Ünlütürk, A., Turantaş, F., Acar, J., Karapınar, M., Temiz, A., Gönül Ş.A.ve Tunçel, G.**, 1998, Gıda Mikrobiyolojisi, Mengi Tan Basımevi, İzmir.
- Varese G.C., Anastasi A., and Marchisio V.F.**, 2005, Isolation and identification of fungal communities in compost and vermicompost, *Mycologia*, 97(1): 33–44pp.
- Vaz-Moreira, I., Silva, M.E., & Célia M. Manaia, C.M. and Nunes, O.C.**, 2008, Diversity of Bacterial Isolates from Commercial and Homemade Composts, *Microbial Ecology*, ISSN 0095-3628. 55(4):714-722pp.
- Welke, S.**, 2001, Effectiveness of compost tea extracts as disease suppressants in fresh market crops, *Organic Farming Research Foundation*.
- Weltzien, H.C.**, 1991, Biocontrol of Foliar Fungal Diseases with Compost Extracts, 430-450p , In: Microbiology Ecology of Leaves, J.H. Andrews and S. B. Hirano (eds) Springer-Verlag, New York, N.Y.
- Whitney, N.J . and Mortimore, C.G.**, 1961, Root and stalk rot of field corn in Southwestern Ontario. II. development of disease and isolation of organisms, *Canadian Journal Plant Science*, 41:845 - 861.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Whistler, C. A., Corbell, N. A., Sarniguet, A., Ream, W. and Loper, J. E.,** 1998, The two-component regulators GacS and GacA influence accumulation of the stationary-phase sigma factor sigmaS and the stress response in *Pseudomonas fluorescens* Pf-5, *Journal Bacteriology*, 180: 6635-6641pp.
- Wilkins, T.D. and Chalgren, S.,** 1976, Medium for use in antibiotic susceptibility testing of anaerobic bacteria, *Antimicrobial Agents Chemother*, 10: 926-928.
- Woods End Research Lab,** “Compot Tea” , www.woodsend.org (Erişim tarihi 10 Aralık 2011).
- Yıldız, Ş., Ölmez, E. ve Kiriş, A.,** 2009, Kompost teknolojileri ve İstanbul’daki uygulamaları, Kompostlaştırma Sistemleri ve Kompostun Kullanım Alanları Çalıştayı, İstanbul.
- Yohalem, D.S., Harris, R.F. and Andrews, J.H.,** 1994, Aqueous extracts of spent mushroom substrate for foliar disease control, *Compost Science and Utilization*, 2: 67–74.
- Yüksel, G.,** 2008, Çankaya Belediyesi Organik Ürünler Pazarı Projesi, Birlik.
- Zengin, M.,** 2007, Organik Tarım, Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul, 13.

ÖZGEÇMİŞ

Çiğdem TUNALI 10.12.1984 tarihinde Mersin’de doğdu. İlkokulu Barbaros İlköğretim Okulu’nda, ortaokul ve liseyi Mehmet Adnan Özçelik Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 2004 yılında girdiği Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümünden 2009 yılında mezun oldu. 2009-2010 öğretim yılında başladığı Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nde Yüksek Lisans öğrenimini sürdürmektedir.

