

Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Ulusal Ajansı (Erasmus++Programı) tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

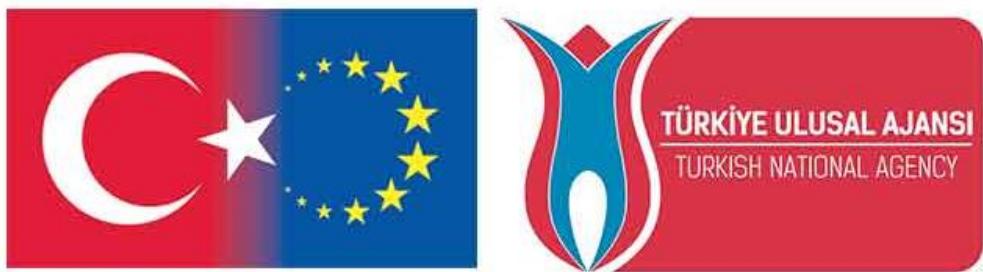


GENÇ ÇİFTÇİLER ve TÜM KULLANICILAR İÇİN KOMPOST EL KİTABI



Universidad
Politécnica
de Cartagena





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Ulusal Ajansı (Erasmus++Programı) tarafından ortaklaşa finanse edilmiştir.

GENÇ ÇİFTÇİLER VE TÜM KULLANICILAR İÇİN KOMPOST EL KİTABI



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Front Page - Compost Erasmus

composterasmus.org

Compost Erasmus

compostERasmus

Home About the Project Partners Project Team News Contact Us

EU KA220-VET - Cooperation partnerships in vocational education and training

ENCOURAGING YOUNG FARMERS TO PRODUCE
COMPOST FOR HEALTHY SOIL AND ORGANIC FOOD USING INNOVATIVE SOLUTIONS

www.composterasmus.org

Composter

Lekopark

healty soil for organic life

Erasmus University Rotterdam

KOMPOST PROJESİ WEB SAYFASI

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

ÖNSÖZ	VII
PROJE ORTAKLARI	VIII
PROJE WEB SAYFASI	
İÇİNDEKİLER	
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	7
Kompost Çeşitleri	7
2.1 Çiftlik gübresi	7
2.2 Yeşil gübreler	8
2.3 Kompost	10
2.4 Solucan gübresi	10
2.5 Bokashi kompostu	12
BÖLÜM 3	16
Kompost hanmmaddeleri	16
3.1 Karbon açısından zengin hammaddeler	17
3.1.1 Kuru yapraklar	17
3.1.2 Odunsu peyzaj bitkileri	17
3.1.3 Kağıt ürünleri	18
3.1.4 Saman	18
3.1.5 Talaş	19
3.1.6 Zeytin posası (pirina)	19
3.2 Azot açısından zengin hammaddeler	20
3.2.1 Gıda işleme ve mutfak atıkları	21
3.2.2 Bahçe peyzaj atıkları	21
3.3 Çiftlik gübresi	21
3.4 Kompost yaparken kaçınılmazı gereken malzemeler (maddeler)	22
BÖLÜM 4	25
Kompost Ekipmanları	25
4.1 Giriş	25

4.2 Kompostlama sahası	26
4.3 Kompost sahasında malzeme taşıma	26
4.4 Hammadde hazırlama	27
4.4.1 Boyut küçültme	28
4.4.1.1 Öğütücüler	28
4.4.1.2 Parçalayıcı	28
4.4.1.3 Parçalayıcı-öğütücü	29
4.5 Malzeme karıştırma	29
4.6 Materyali çevirme (döndürme-karıştırma)	30
4.7 İzleme	31
4.8 Nem kontrolü	32
4.9 Kompostu eleme	33
4.9.1 Trommel elekler	33
4.9.2 Disk ve yıldız elekler	34
4.10 Kompost karışımı yapmak	35
4.11 Torbalama	35
4.12 Üretieln kompostun tarlaya serilmesi veya serpilmesi	36
BÖLÜM 5	37
Kompostlaştırma ve Olgunlaşma	37
5.1 Kompostlaşdırma işlemi	37
5.1.1 Kompostlama sürecini etkileyen faktörler	41
5.1.2 Besinler	41
5.1.3 Havalandırma ve oksijen konsantrasyonu	42
5.1.4 pH	43
5.1.5 Nem	43
5.1.6 Organik malzemenin yapısı	44
5.1.7 Sıcaklık	45
5.1.8 Gözeneklilik, yapı, doku ve parçacık boyutu	45
5.2 Olgunlaşma	46
BÖLÜM 6	49
Kompostun Özellikleri ve Kalitesi	49
6.1 Kompostun özellikleri	50
6.2 Kompost kalitesi	52
BÖLÜM 7	53

Kompostun bitki yetiştirciliğinde ve toprak düzenleyici olarak kullanımı	54
7.1 Toprak düzenleyici olarak kompost kullanımı	54
7.1.1 Toprak kütle (özgül ağırlık) yoğunluğu	54
7.1.2 Toprak organik karbonu	54
7.1.3 Su tutma kapasitesi ve hidrolik iletkenlik	56
7.1.4 Toprak agregasyonu	57
7.1.5 Toprak pH'sı	58
7.1.6 Katyon değişim kapasitesi (DKK)	59
7.1.7 Toprak bitki besin maddeleri	59
7.1.8 Toprak kökenli patojenler	61
7.2 Bitki yetiştirmek için kompost kullanımı	63
BÖLÜM 6' devamı	66
6.2.1 İspanya kompost yönetmeliği	66
6.2.2 Türkiye kompost yönetmeliği	71
6.2.3 Litvanya kompost yönetmeliği	94
6.2.4 Avrupa Birliği kompost yönetmeliği	116
KAYNAKLAR	119

Tablo Listesi	Sayfa No:
Tablo 1. Çiftlik hayvan gübrelerinin bileşimleri	8
Tablo 2. Yeşil gübre bitkileri	8
Tablo 3. Geleneksel kompost, (çiftlik) bokashi kompostu, ticari üretim bokashi kompostu, solucan kompostu karşılaştırması	15
Tablo 4. Kompostlama için en uygun hammadde özelliklerı	16
Tablo 5. Kompostlama için karbon ve azot bakımından zengin bileşenlerin yaklaşık C/N oranları (a)	20
Tablo 6. Kompostlama için karbon ve azot bakımından zengin bileşenlerin yaklaşık C/N oranları (b)	22
Tablo 7. Kompost hammadde çeşitlerinin toprak özelliklerine etkisi	23
Tablo 8. Ağır metal içeriğine göre kompost sınıflandırması	50
Tablo 9. Farklı kompost çeşitlerinin toprak hacim ağırlığı üzerine etkileri	54
Tablo 10: Kompost uygulamasının toprak organik karbonuna etkileri	55
Tablo 11. Kompostun nematodlar üzerine etkileri	64
Tablo 12. Yönetmeliğe göre kompostta istenen minimum özellikleri RD 865/2010	67
Tablo 13. Yönetmeliğe gore kompostta istenilenler Orden AAA/2564/2015	69

Şekil Listesi	Sayfa No:
Şekil 1. Sığır gübresi (a), domuz gübresi (b), kanatlı gübresi(c) ve at gübresi (d)	7
Şekil 2. Yeşil gübre bitkileri: a) bakla, b) Bezelye, c) fiğ, d) yulaf, bakla, yonca ve yabani ot gibi ürünler	9
Şekil 3. Gül yağı işleme katı atığı, ayrılmış süt gübresi, samanlı kümes hayvanı gübresinden yapılan kompost	11
Şekil 4. California kırmızı solucanı (<i>Eisenia foetida</i>)	12
Şekil 5. Vermicompostlama yatağı	12
Şekil 6. Bokashi kompostlaştırma	13
Şekil 7. Laktik asit bakterileri ve digger iki organizma grubu	14
Şekil 8. Bokashi kompostlama kutuları	14
Şekil 9. Pirinç samanı (1-2 cm uzunluk)	19
Şekil 10. Zeytin posası (<i>Prina</i>) kompostu	20
Şekil 11. Tipik kompostlama sürecinin akış şeması	25
Şekil 12. Kompostlama alanı	26
Şekil 13. Hammadde ve kompost taşıma ekipmanları	26
Şekil 14. Dışarı açılan kepçe	27
Şekil 15 Kıskaçlı kepçe	27
Şekil 16. Öğütücü ve çekiçli dejirmen	28
Şekil 17 Tek şafı ve iki şafı mobil parçalayıcı	29
Şekil 18. Traktöre monte parçalayıcı	29
Şekil 19. Tek şaftlı ve iki şaftlı mobil parçalayıcı	30
Şekil 20. Tek şaftlı ve iki şaftlı mobil parçalayıcı	30
Şekil 21. Kendinden pervaneli (iticili) ve PTO ile çalışan yığın döndürücüler	31
Şekil 22. Ön kepçeli çevirici	31
Şekil 23. Sıcaklık ve oksijen probu	31
Şekil 24. Sıcaklık ve oksijen probu	32
Şekil 25. Elle nem ölçümü	32
Şekil 26. Çatılı kompostlama sahası ve kompost örtü sistemi	32
Şekil 27. Kompost sulama ekipmanı	33
Şekil 28. Mobil ve statik tambur elekleri	34
Şekil 29. Disk ve yıldız elekler	34
Şekil 30. Eleme kepçesi	35
Şekil 31. Yarı otomatik ve tam otomatik torbalama makinesi	36

Şekil 32. Kompost serpme (yayma) makinaları	36
Şekil 33. Kompostlama işlemi	38
Şekil 34. Geleneksel kompostlamada malzeme akışı	39
Şekil 35. Stabilize ve sterilize edilmiş kompost	39
Şekil 36. Kompostlama süreci aşamaları	41
Şekil 37. Katı parçacıkların ayrışması	46
Şekil 38. Ortalama bir kompost yığısındaki sıcaklık değişimleri	46
Şekil 39. Domates Tarlasına kompost uygulaması (solda), kök-ur nematodu ve farklı oranlarda kompost eklenmiş saksılarda domates kök gelişimi	62

Türkiye Kompost Yönetmeliği Ek listesi

- EK 1. Atık Listesi
- EK 2. Kompost kalite parametreleri
- EK 3. Kararlılık parametreleri
- EK 4. Ön fizibilite raporu formatı
- EK 5. Uygulama projesi formatı
- EK 6. İşletme palrı formatı

ÖNSÖZ

Bu el kitabı, 2021-1-TR01-KA220-VET-000024977 proje kapsamında yazılmıştır. KA220-VET-İşbirliği ortakları, mesleki eğitim ve öğretimde alt-ış eylem türü kapsamında “nasıl kolay kompost yapılabileceğini açıklamak ve öğretmek, yenilikçi çözümler kullanarak sağlıklı toprak ve organik gıda için kompost üretmek” amacıyla sunulmuş ve 2022 programı kapsamında Avrupa Birliği ve Türkiye Ulusal Ajansı tarafından desteklenmiş projenin "KOMPOST EL KİTABI" adlı ilk fikri çıktı olarak hazırlanmıştır.

Kompost, termofilik [yüksek ısı, 113 ile 160 derece Fahrenhayt (F)] ayırmaya uğramak üzere yiğilmiş, karıştırılmış ve nemlendirilmiş organik kalıntıların (gubre, hayvan karkasları, saman vb.) bir karışımıdır (SSSA, 1997). Kompostlama, kontrollü koşullar altında mikroorganizmalar tarafından organik maddenin 'çürümesi' veya ayrışmasının doğal sürecidir. Mahsul artıkları, hayvan atıkları, yemek atıkları, bazı belediye atıkları ve uygun endüstriyel atıklar gibi ham organik maddeler kompostlamadan geçtikten sonra gübreleme kaynağı olarak toprağa uygulanmaya uygunlukları artar. Kompost, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştiren, böylece toprak kalitesini ve mahsul üretimini artıran kararlı bir organik madde sağlar.

Bu kapsamda;

Genç çiftçiler, ziraat fakültesi ve meslek yüksekokulu öğrencileri, sivil toplum kuruluşları ve üyeleri, şehir ve kırsalda küçük bahçe olan insanların kompost yapmaya teşvik edilmesi;

Evsel, endüstriyel ve tarımsal atıkların gübreye dönüştürülerek doğal döngünün sağlanması;

Toprağı kompostla iyileştirmek ve organik madde yönünden zenginleştirmek;

Organik gübreleme ile sürdürülebilir çevre ve sağlıklı gıdaya erişimi kolaylaşımak için pratik uygulamaya yönelik kompost el kitabı hazırlanmıştır. Bu el kitabı, kompost yapımı hakkında bazı temel bilgileri vermek için proje üyeleri tarafından derlenmiştir. Bir kompost yığını hazırlamak için pratik öneriler verilmiştir. Yaygın kompostlama yöntemleri sunulmuş ve ek bilgi için literatür listesi verilmiştir.

Prof. Dr. Hasan ÖZCAN

Proje Koordinatörü

10.01.2022

PROJE ORTAKLARI



Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Turkiye)



VšĮ "Žiedinė ekonomika" (Lithuania)

VSI “Ziedinė ekonomika”, Litvanya'da bir sivil toplum örgütüdür.



Ezine Gıda İhtisas Organize Sanayi Bölgesi (Turkiye)



Universidad Politecnica De Cartagena (Spain)

İspanya devlet üniversitesi



Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi (Turkiye)



Canakkale Teknoloji Geliştirme Bölgesi A.S. (Turkiye)

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Dünyada sanayi devrimini takiben hızlanan tarımsal üretim ve yoğun tarımsal kimyasalların kullanımı, ekosistemin bozulmasının yanı sıra doğal dengede de olumsuz değişikliklere neden olmaya başlamıştır. Dünya nüfusunun hızlı artması daha fazla gıda ihtiyacını gerektirmiştir. Ekilebilir alanların azalması, daha yüksek üretim için farklı alternatiflerin (hibrit tohum, GDO ve yoğun mineral gübreleme) ortaya çıkmasına neden olmuştur. Çok fazla miktarda kırsal ve kentsel alanlarda oluşan atıkların yanı sıra endüstriyel ve tarımsal atıkların depolanması, bertaraf edilmesi önemli depolama ve çevre sağlığı sorunlarının oluşmaya başlamasına neden olmaya başlamıştır. Bu sorunları ortadan kaldırmak için özellikle gelişmiş ve zengin ülkelerde güvenli ve sağlıklı gıdaya ulaşmak için organik tarım teşvik edilmeye başlanmıştır ve atıkların geri dönüşümüne odaklanılmıştır. Son üç yılda yaşanan pandemi, sağlıklı ve güvenilir gıdanın ne kadar önemli olduğunu bir kez daha ortaya koymuştur. Pandemi ile artan üretim maliyetleri, özellikle mineral gübre ve gübre hammadde maliyetleri, nakliye maliyetlerindeki yüksek artışlar, alternatif kaynakların oluşturulmasını zorunlu kılmıştır. Özellikle küçük ölçekli tarımsal işletmelerin atıklarının ve diğer evsel ve endüstriyel atıkların geri dönüştürülmesi (kompostlanması), ekonomiye kazandırılması ve organik gübrelerin oluşturulması, kentsel ortamlarda sıfır atık yaklaşımı ön plana çıkmaya başlamıştır.

Dünya Bankası (2020) raporuna göre, dünya genelinde atık üretim oranları artmaktadır. 2020'de dünyada günde kişi başına 0,79 kilogramlık bir ayak izine denk gelen 2,24 milyar ton katı atık ürettiği tahmin edilmektedir. Hızlı nüfus artışı ve kentleşme ile birlikte, yıllık atık üretiminin 2050'de 2020 seviyelerinden %73 artarak 3.88 milyar tona çıkması beklenilmektedir. (<https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/solid-waste-management>)

2020'de AB'de kişi başına 505 kg belediye atığı üretildiği ve 2020'de AB'deki belediye atıklarının %48'i geri dönüştürülmüştür (malzeme geri dönüşümü ve kompostlama). Ocak 2022'de Avrupa Komisyonu (AB), Atık Çerçeve Direktifinde (WFD) yapılacak değişiklikler hakkında geri bildirim toplamak için bir kamu istişaresine başlattı. AB'nin Gündemi, değişikliklerin 2023'ün ikinci çeyreğinde kabul edilmesini içermektedir. Daha spesifik olarak, bu girişim, ürünlerin veya bileşenlerin yeniden kullanımını yoluyla atık üretimini azaltarak, karışık atıkları azaltarak ve yeniden üretime hazırlığı artırarak Avrupa'da atık yönetimini iyileştirmeyi amaçlamaktadır.

Atık bileşimleri, çeşitli tüketim modellerini yansıtarak gelir seviyelerine göre farklılık gösterir. Yüksek gelirli ülkeler, toplam atığın yüzde 32'sini oluşturan nispeten daha az gıda ve yeşil atık üretmekte ve atıkların yüzde 51'ini oluşturan plastik, kağıt, karton, metal ve cam dahil olmak üzere geri dönüştürülebilecek daha fazla kuru atık üretiyorlar. Orta ve düşük gelirli ülkeler ise sırasıyla %53 gıda ve %57 yeşil atık üretirken, ekonomik kalkınma seviyeleri düşüktür organik atık oranı artmaktadır.

Küresel olarak, çoğu atık su anda çöplüklerde boşaltılıyor veya bertaraf ediliyor. Atıkların yaklaşık %37'si bir tür düzenli depolama sahasında bertaraf edilmekte, %8'i ise düzenli depolama gazı toplama sistemleri ile düzenli depolama sahalarında bertaraf edilmektedir. Açık depolama atıkların yaklaşık %31'ini oluşturken, %19'u geri dönüşüm ve kompostlama yoluyla geri kazanılmakta ve %11'i nihai bertaraf için yakılmaktadır.

2020 verilerine göre Türkiye belediyelerinde 32,3 milyon ton atık toplanmıştır (TÜİK, 2020). Toplam 1389 belediyeden 1387'sinin atık hizmeti vermektedir. Atık hizmeti veren belediyelerde toplanan 32,3 milyon ton atığın %69,4'ü düzenli depolama alanlarına, %17'si belediye çöplüklerine ve %13,2'si geri dönüşüm tesislerine gönderilirken, %0,4'ü açıkta yakılarak gömülülmekte veya bir dereye veya toprağa dökülerek bertaraf edilmektedir. Belediyelerde toplanan kişi başı günlük ortalama atık miktarı 1,13 kg olarak hesaplanmıştır.

Dünyada yaşayan herkesin temiz bir çevrede yaşama ve sağlıklı beslenme hakkı vardır. Birçok ülkenin bununla ilgili yasal düzenlemeleri bulunmaktadır. Örneğin, **Türkiye anayasasının 56. maddesinde;**

“Sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşamak herkesin hakkıdır. Çevreyi iyileştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirliliğini önlemek devletin ve vatandaşların görevidir” denmektedir.

Türkiye Çevre Hukuku

Madde 8;

“Her türlü atık ve kalıntılarının doğrudan veya dolaylı olarak alıcı ortama verilmesi, depolanması, taşınması, uzaklaştırılması ve benzeri faaliyetlerde bulunulması yasaktır.

Madde 11;

Büyükşehir belediyeleri ve belediyeler, evsel katı atık bertaraf tesisleri kurmak, işletmek, işletmek veya işletmekle yükümlüdür.

İfadeleri ile bazı zorunlulukları tanımlamaktadır.

Son yillardaki endüstriyel gelişmeler çevresel atık sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Çevresel atıkların (endüstriyel ve tarımsal) ortadan kaldırılması veya kullanılması günümüz toplumları için kaçınılmaz hale gelmiştir. Genel olarak, katı atıkların

değerlendirilmesi ve bertarafı için dört farklı yöntem kullanılmaktadır: düzenli depolama, yakma, kompostlaştırma ve geri dönüşüm (Tchobanoglou ve diğerleri, 1993). Bu yöntemlerden kompostlaştırma, organik maddelerin ayrışmasını ve stabilizasyonunu hızlandıran, tarımsal ve endüstriyel atıkları çevreye zararsız hale getiren ve aynı zamanda tarımsal kullanım sağlayan bir süreç olması nedeniyle son yıllarda giderek daha fazla önem kazanmıştır (de Bertoldi ve Schnappinger, 2001).

Kompost, termofilik [yüksek ısı, 113 ile 160 derece Fahrenhayt (F)] ayrışmaya uğramak üzere yiğilmiş, karıştırılmış ve nemlendirilmiş organik kalıntıların (gübre, hayvan karkasları, saman vb.) bir karışımıdır (SSSA, 1997). Bir başka tanımlamada; Kompostlama, kontrollü koşullar altında mikroorganizmalar tarafından organik maddenin 'çürümesi' veya ayrışmasının doğal sürecidir. Atıklardan üretilen çürümüş organik madde kütlesine "kompost" denir. Kompost, yüzyıllardır değerli bir toprak ıslahı olarak kabul edilmiştir. Çoğu insan, kompost kullanmanın sağlıklı bitki üretimini artırmanın, para tasarrufuna yardımcı olmanın, kimyasal gübre kullanımını azaltmanın ve doğal kaynakları korumanın etkili bir yolu olduğunu farkındadır. Kompost, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştiren, böylece toprak kalitesini ve mahsul üretimini artıran kararlı bir organik madde sağımaktadır (https://agritech.tnau.ac.in/org_farm/orgfarm_index.html). Kompostlama, organik atıkların kullanımını teşvik etmek için etkili bir yöntemdir. Bununla birlikte, hiçbir organik materyal tek başına tüm faydaları sağlayamaz. Temel bitki besin maddelerini sağlananın yanı sıra, pirinç samanı, misir sapi, pirinç kabuğu, talaş vb. gibi bazı karbonlu organik maddeler toprağın fiziksel ve biyolojik özelliklerini iyileştirmede çok faydalıdır. Kompost, besin açısından zengin insan yapımı ve ayırmış malzemeden oluşan bir gübredir. Tarımsal ürün artıkları, hayvan atıkları, yemek atıkları, bazı belediye atıkları ve uygun endüstriyel atıklar gibi ham organik maddeler, kompostlamadan geçtikten sonra gübre kaynağı olarak toprağa uygulanmaya uygunluklarını artar. Kompostlama, ekonomik durumu iyi olmayan çiftçilere gübre ve diğer çiftlik girdilerini satın almak için birçok fırsat sunmaktadır. Kompost, bitki besin maddelerinin depolandığı ve hızlı kullanımının sağlandığı birbanka gibidir. Ayrıca, kimyasal gübrelerle ilişkili, yalnızca pahalı olmakla kalmayıp aynı zamanda çevreye ve insan sağlığına da zararlı olan birçok riski de bertaraf etmeye ve/veya azaltmaktadır.

Kompost gübresi, birçok organik sebze yetiştiricisi tarafından tercih edilir, çünkü kompostlama, ham gübrenin potansiyel sağlık ve çevresel risklerini azaltır ve kompost daha uzun vadeli olarak toprak verimliliği ve toprak sağlığına katkıda bulunur (Buchanan ve Gliesmann, 1991). Organik standartlara göre (USDA, 2017), "kompostlanmış bitki veya hayvan malzemeleri, 25:1 ile 40:1 arasında bir başlangıç karbon-azot (C:N) oranı oluşturan ve

130°F ve 168°F” (54.4–75.6°C) arasında bir sıcaklık elde eden bir süreçle üretilmelidir.. Çeşitli kompostları kullanırken C:N oranı önemli bir husustur; aynı zamanda kompostlama sürecinin kendisinde de kontrol edici bir faktördür (Brust, 2019). Kompostlama ve kompost kullanımı, uygun şekilde yönetildiğinde, mahsulleri kirletme ve fayda sağlama potansiyelini azaltan besin yönetim planlarında avantajlı hale gelmesini sağlar. Kompost, çiftlikte çok düşük maliyetle kolayca hazırlanabilen organik bir gübredir. Burda en önemli girdi çiftçinin emeğidir. Ayrıca kompost bileşenlerinin çoğu çiftliğin çevresinde kolayca bulunabilir.

Kompostlama, organik bileşenleri besleyen ve yiğilmiş organik materyali oldukça kararlı, besin açısından zengin bir toprak ıslahına dönüştüren aerobik mikroorganizmaları uyarın oksijenin rutin olarak verilmesini gerektirir (Larney ve Blackshaw, 2003). Kompost, gübre olarak tarım alanlarına uygulanabilir, toprak yapısını iyileştirmek için eklenebilir, bahçecilikte turba yerine kullanılabilir ve enzim aktivitelerini artırmak için mikrobiyal katkı maddesi olarak da kullanılabilir (Steger ve diğerleri, 2007).

Toprak kompost ilavesinden büyük ölçüde yararlanır. Verimlilik, su tutma kapasitesi, hacim ağırlığı ve biyolojik özellikleri iyileştirir (Flavel ve Murphy, 2006). Mikrobiyal ayrışma sırasında meydana gelen yüksek sıcaklıklar nedeniyle kokular azalır ve sinek yumurtaları ölürl (Larney vd., 2006). Bazı yabancı ot tohumları çiftlik hayvanlarından geçebilir ve ekili arazilere uygulanan gübrede büyütülebilir. Uygun şekilde kompostlanmış gübrede az sayıda yabancı ot tohumu canlı kalır, bu da yabancı ot kontrolü için gereken herbisit veya toprak işleme miktarını azaltabilir. Tarımsal kullanım ve toprak ıslahı için bitki ve hayvan kaynaklı organik kalıntıların ve atıkların ayrıştırılmasına yardımcı olan süreç, yüzyıllardır yaygın olarak bilinmektedir. Organik ürünlerin üretim maliyetlerinin artması nedeniyle kırsal kalkınmanın önemli bir alternatif kaynağı olan organik gübre ve kompost ihtiyacı önemli ölçüde artmıştır. Bu ihtiyaçtan yola çıkarak proje koordinatörlüğünde, kompostlaştırmancıların AB program ülkelerinde tarımsal atık ve sera gazı emisyonlarına katkıları değerlendirmenin bir yolu olabileceğini değerlendirerek stratejik bir ortaklık projesi fikri geliştirildi. Kompostun bitki besin maddeleri açısından hayatı önemini, atık geri dönüşümüne olan faydaları, doğal bir pestisit olarak kullanılabilirliği, toprak erozyonunu azaltma işlevi ve toprak bozulmasını önlemedeki rollerini anlatan bir değerlendirme raporu hazırlandı.

Aşırı gübre ve kimyasal kullanımı gibi tarımsal uygulamalar toprağın bozulmasına, tuzluluğa, sağlık etkilerine, toprak biyoçeşitliliğinin azalmasına, atmosfer ve su kirliliğine ve iklim değişikliğine neden olmaktadır. Toprak organik maddesinin korunması ve besin döngüsünün sağlanması, toprak yönetimi ve tarımsal verimlilik stratejilerinin başarısı için çok önemlidir. Bunlar yerel koşullarda nasıl uygulacağı bilgisi ile birlikte uygulanan besinlerin

tarımsal kullanım verimliliğini ve dolayısıyla mahsul verimliliğini en üst düzeye çıkarmayı amaçlayan organik ve inorganik gübrelerin uygulanmasını içermektedir. Konvansiyonel tarımın yanı sıra organik üretim de son yıllarda hızlı bir büyümeye göstermiştir. Projenin nihai amacı kompostlamayı öğreterek toprak sağlığının ve organik üretimin iyileştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Proje önceliklerinin seçimine uygun olarak üniversiteler arası işbirliği sayesinde kompost üretim kılavuzları hazırlanacak, pazarlama ve tanıtım stratejisi oluşturulacaktır. Ayrıca bu Proje ile kompost sektöründe Türkiye, Litvanya ve İspanya arasında uzun vadeli işbirliği ve ortaklık ilişkilerinin kurulması hedeflenmektedir. AB kalite ve standartlarına uygun kompost üretimi ve sağlıklı bilgi alışverisinin sağlanması konusunda en iyi uygulamalar, sürdürülebilir kompost üretim yöntemleri konusunda eğitim programları tasarlamanak ve bu yöntemleri uygulamaya koymak amacıyla partner ülkelerde genç çiftçiler eğitilecek ve pilot tatbikatlar düzenlerek bazı yenilikçi kompostlama yöntemleri uygulanacaktır.

Kompost projesinin organik atık üreticileri, yerel çiftçi ve çiftçi birlikleri, özel tüketiciler, çevre grupları ve kuruluşları, Ziraat Fakültesi ve Meslek Yüksekokulu öğrencileri, politika yapıcılar (yerel yönetimler ve belediyeler) ve çevre STK'ları gibi farklı hedef grupları bulunmaktadır.

Projenin Hedefleri:

Kompostlama sürecini öğreterek organik üretimin yanı sıra toprak sağlığının iyileştirilmesine katkıda bulunmak,

Kompost sektöründe Türkiye, Litvanya ve İspanya arasında uzun vadeli işbirliği ve ortaklık ilişkileri kurmak,

AB kalite ve standartlarına uygun kompost üretimi konusunda en iyi uygulamaları geliştirmek ve sağlıklı bilgi alışverisini sağlamak,

Sürdürülebilir kompost üretim yöntemleri konusunda eğitim programı tasarlamanak ve bu yöntemleri uygulamaya koymak,

Ciftçileri yetiştirmek, pilot tatbikatlar düzenlemek ve yenilikçi kompostlama yöntemlerini uygulamak,

Çevrenin korunmasına ve iklim değişikliğinin azaltılmasına katkıda bulunmak,

Türkiye ve AB'de kentsel ve kırsal alanda ve ayrıca Ziraat Fakültesi ve Meslek Yüksek Okulu öğrencilerinde kompost bilincini artırmak.

Bu proje ile şu sonuçlar hedeflenmektedir;

Sıfır atık (organik çiftlik ve tarımsal atıkların değerlendirilmesi),

Ekonominik fayda (atıkların yeniden kullanımı ve döngüsel ekonomiyi teşvik etme),

Sürdürülebilir tarım (kompost üretimi, kaynakların verimli kullanımı ile sürdürülebilir tarım sistemlerinin geliştirilmesine yardımcı olacaktır),

Toprak ve çevre kirliliğini önlemek (bitkisel üretimde organik kompost kullanılması toprağa kimyasal girdilerin azalmasıyla sonuçlanacaktır),

İklim değişikliği ve toprak sağlığı (toprak karbonunun arttırılması, toprak sağlığının geliştirilmesi ve topraklarda karbon tutulması yoluyla iklim değişikliğinin azaltılması).

Kompost ile ilgili bilgilerin ve proje ile ilgili diğer haberlerin yayınlanması için proje web sitesi hazırlanmıştır. Web sitesi adresi, www.komposterasmus.org

BÖLÜM 2

KOMPOST ÇEŞİTLERİ

2.1. Çiftlik gübresi

Çiftlik gübresi, süt ve besi sığırları, atlar, koyun ve keçilerin katı ve sıvı dışkılarının ayrılmış karışımı ile ahırlarda zemine serilen yataklık malzemeden oluşmaktadır (Şekil 1). Substrat içeren veya içermeyen zeminlerde hayvan dışkısının işlenmesi (olgunlaştırılması/kompostlaştırılması ve neminin alınması/azaltılması) sonucunda elde edilen ürün olarak tanımlanırken, sıvı çiftlik gübresi ise "katı çiftlik gübresinin suda çözünmesiyle elde edilen sıvı ürün" olarak tanımlanmaktadır (Kacar, 2013; Roman ve ark., 2015).



Şekil 1. Sığır gübresi (a), domuz gübresi (b), kümes hayvanı gübresi (c) ve at gübresi (d)

Çiftlik gübresinin etkisi kimyasal gübreler gibi tek yönlü değildir. Çiftlik gübresi bir yandan toprağa bitki için gerekli besin maddelerini sağlarken, diğer yandan toprağın yapısını tarıma uygun hale getirir. Toprağın su tutma kapasitesini artırır. Toprağın su geçirgenliğini olumlu ve önemli ölçüde etkiler. Suyun toprak yüzeyinden bağımsız akışını, buharlaşmasını ve ekilebilir arazinin taşınmasını (erozyon) önler. Çiftlik gübresi toprağın kolayca işlenmesini sağlar. Kumlu topraklarda çiftlik gübresi toprak parçacıklarının birbirine bağlanması

sağlarken, ağır killi topraklarda; bağı gevşetir ve gözenekliliği artırır. Toprağın havalandması için uygun bir etkiye sahiptir. Toprakları koyulaştırır ve tutma kapasitesini arttırmıştır (Soyergin, 2003; Kacar, 2013).

Çiftlik gübresinin içeriğini birçok faktör etkiler. Bunlar hayvanların cinsi ve yaşı, beslenen yemin miktarı ve besin değeri, hayvanların yaptığı iş, kullanılan altlık türü ve altlık oranı, ahırın durumu ve gübrenin depolama tekniğidir. Tablo 1, hayvanların katı ve sıvı dışkılarının içerdikleri bitki besin maddeleri açısından önemli farklılıklar gösterdiğini göstermektedir. P_2O_5 açısından ise katı dışkı idrardan daha zengindir.

Tablo 1. Çiftlik hayvan gübrelerinin bileşimleri (Kacar, 1997)

	Gübre Bileşimi (%)							
	Su		N		P_2O_5		K_2O	
	Katı	Sıvı	Katı	Sıvı	Katı	Sıvı	Katı	Sıvı
At	75	90	0.55	1.35	0.30	Iz miktar	0.40	1.25
Süt inegi	85	92	0.40	1.00	0.20	Iz miktar	0.10	1.35
Koyun	60	85	0.75	1.35	0.50	0.05	0.45	2.10
Domuz	80	97	0.55	0.40	0.50	0.10	0.40	0.45

2.2. Yeşil gübreler

Gelişimini tamamlamamış bazı yeşil bitkilerin toprakla karıştırılmasına yeşil gübre, bu iş için kullanılan bitkilere ise yeşil gübre bitkileri denir (Şekil 2). Yeşil gübre bitkileri toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerinde olumlu ve önemli bir etkiye sahiptir. Yeşil gübre bitkisi olarak çok çeşitli bitkiler yetiştirilmesine rağmen, baklagıl bitkileri her zaman baklagıl olmayan bitkilere tercih edilir ve bunlar en iyi yeşil gübre bitkileri olarak kabul edilir. Yeşil gübre bitkisi olarak sıkılıkla yetiştirilen bitkiler Tablo 2'de verilmiştir (Soyergin, 2003; Kacar, 2013).

Tablo 2. Yeşil gübre bitkileri (Kacar ve Katkat, 1999)

Baklagıl bitkileri	Baklagıl olmayan bitkiler
Yonca	Yulaf
Çayır tırfili	Arpa
Taş yonca	Darı
Soyafasulyesi	Karabuğday
Kanada Yem Bezelyesi	Buğday
Börülce yemi	Çimen
Kırmızı yonca	Sudan otu
Japon yoncası	Hardal
Vahşi killı fıg	Kolza
Avusturya bezelye çavdarı	Yulaf

Yeşil gübre bitkisi olarak kullanılan baklagil bitkilerinin, kendilerinden sonra yetişirilen bitkilerin N kullanım verimini artırdığı uzun yıllardır bilinmektedir. Ekonomi ve çevre koşullarının baskısıyla yeşil gübrenin yeniden gündeme gelmesi, bitkisel ürünler kadar



Şekil 2. Yeşil gübre bitkileri: a) bakla, b) Bezelye, c) fig, d) yulaf, bakla, yonca ve yabani ot gibi ürünler

toprak özellikleri üzerindeki etkileri ve yeşil gübrenin agroekonomik sistemde önemli bir yere sahip olmasıdır (Şekil 2) (Kaçar, 2013). Bir bitkinin amaca uygun yeşil gübre bitkisi olabilmesi için: a) Hızlı gelişmesi, b) Bol vejetatif organ oluşturmaları ve c) Fakir topraklarda da iyi gelişebilmesi gereklidir. Bitkinin hızlı gelişimi, o bitkinin hem ekim nöbetinde hem de toprak ıslahında daha fazla kullanılmasına olanak sağlar. Bitkinin daha fazla vejetatif organa sahip olması, toprağa daha fazla bitki organının karışmasını sağlar ve yüksek su içeriğinden dolayı bitkinin topraktaki çürümesini daha kısa sürede tamamlamasına neden olur. Fakir toprakların organik madde gereksinimlerinin zengin topraklardan daha yüksek olduğu tartışılmaz. Diğer koşulların benzer olması durumunda; yeşil gübre bitkisi olarak baklagil olmayan bitkiler yerine baklagil bitkilerinin yetiştirilmesi tercih edilmelidir. Baklagil bitkileri ile toprağa daha fazla azot verilmesinin yanı sıra daha fazla organik madde verilmesi de mümkündür (Kacar, 2013).

2.3. Kompost

Kompostlama, hayvan gübresi, yapraklar, kağıt ve gıda atıkları gibi organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından kompost adı verilen topraksı bir yapıya dönüştürüldüğü biyolojik bir süreçtir. Kompostlama aslında doğada, bitkilerin yetiştiği her yerde doğal bir süreçtir. Bitkiler yapraklarını döktüğünde veya herhangi bir artıkları toprağa düşüğünde, bu bitki artıkları doğadaki mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılır ve humus formuna dönüştürülür. Başka bir deyişle, mikroorganizmalar organik maddeyi daha kararlı organik son ürünlere ayırtarak karbondioksit, su, ısı ve humusa dönüştürür. Aslında bu, ekosistemde besin geri dönüşümüdür. Kompostlama, bu doğal fenomenin iyi incelenmesi ve taklit edilmesiyle oluşturulmuştur. Başka bir deyişle, bu doğal ayrışma ideal koşulların yaratılmasıyla teşvik edilmiş ve hızlandırılmıştır. Kompost, kompostlamadan stabilize ve sterilize edilmiş, bitki büyümeye uyumlu ve faydalı ürünü olarak tanımlanabilir (Şekil 3) (Insam ve Bertoldi, 2007). Kompost, daha az kullanışlı ve genellikle israf edilen organik bileşenlerden elde edilen faydalı bir doğal üründür (Rynk ve ark., 2022). Toprağı değiştirerek fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirir, bu da ürün verimliliğinin ve çevre kalitesinin artmasına neden olur (Brown ve Cotton, 2011). Bu işlem sonucunda oluşan kompost, toprak düzenleyici, organik gübre olarak veya toprak kaynaklı mikroorganizmaların kontrolü için kullanılabilir (Keener ve ark., 2000).

Kompostlama ve kompost kullanımı, gübre işlemeyi kolaylaşırma ve çevre kirliliğini önleme faydalarına sahiptir. Kompostlamada, nemî uzaklaştırıcı, patojen ve yabani ot kaynaklarını yok eden ısı üretilir. Süreç doğru yönetilirse koku minimum düzeyde olacaktır. Kompost elde edildiği hammaddeden farklıdır. Koku oluşturmaz, işlenmesi kolaydır ve uzun süre saklanabilir. Ayrıca kompost çeşitli şekillerde kullanılır. Bu nedenle kompost çiftçilerin ilgisini çekmektedir.

2.4. Solucan gübresi

Solucan gübrelemesi, solucanlar kullanılarak yapılan kompostlaştırma işlemidir. Organik maddenin stabilizasyonu ile sonuçlanan oksidatif bir süreçtir (hava ile). Olgun kompost gibi, nihai ürün organik maddedir, ancak solucanlar bu işlemi mikroorganizmaların yardımıyla gerçekleştirir (Lazcano, 2008). Solucanlar yerel mikropları ve organik partikülleri tüketir. Solucan gübresi, dışarı attıkları sindirimmiş parçacıklardır. Vermicompost ya da vermicast, sindirimmiş dışkı ve diğer hammaddelerin bir karışımı olan son ürünün adıdır (Sherman, 2018). Bu işlem sırasında, solucan gübresi toprağa uygulandığında, çözünmeyecek mineraller çözünür hale getirilir ve bitkilere sunulur. Benzer şekilde, selüloz gibi diğer karmaşık organik bileşikler,

solucanın sindirim sistemindeki bakteriler tarafından kısmen basit bileşiklere indirgenerek azotun kullanılabilirliğini artırır. Bazen Kaliforniya kırmızı solucanı olarak da bilinen *Eisenia foetida*, Avrupa'ya özgü olmasına rağmen solucan gübresi yapımında kullanılan en popüler solucan türüdür (Şekil 4).



Şekil 3. Gül yağı işleme katı atık, ayrılmış süt gübresi, samanlı kanatlı gübresinden yapılan kompost (Ekinci vd., 2021).

Muhtemelen bir anti-avcı adaptasyonu olan türün eksüdalarının kokusu, ona foetida adını verir. Her 24 saatte bir kendi ağırlığı kadar besin tükettiği için, bu solucan türü özellikle beslenme konusunda yetkindir. Solucan biyokültlesi (büyüme ve yeni solucanlar) ve gübre üretmek için, solucanlar taze veya çeşitli ayrışma aşamalarında bitkisel, hayvansal veya karışık organik maddeler tüketir. Bu türün hayatı kalabilmesi için yüksek düzeyde organik maddeye ve düşük ışık seviyeleri, 6,5 ile 7,5 arasındaki pH değerleri ve 19 ile 25°C arasındaki ideal sıcaklıklar gibi belirli iklim faktörlerine ihtiyaççı vardır. Bir solucanın hayatı olasılığı, ortamda ne kadar organik madde bulunduğuna bağlıdır (Roman vd., 2015).

Vermicompost üretimi için bir kap veya yatak (Şekil 5), kompostlanacak malzeme, anaç ve elverişli çevre koşulları gereklidir. Solucan yetiştirmek için çeşitli seçenekler, boyutlar ve kap türleri vardır. Genellikle ahşaptan yapılan kaplar, beslenmeyi ve görünürlüğü kolaylaştırmak için açık olmalıdır. Solucanlar yiyecek aramak için tipik olarak alt tabakaya 40 cm veya daha az dalarlar (Schuldt vd., 2007), bu nedenle yatak 1 m genişliğinde ve 50-60 cm derinliğinde olmalıdır; uzunluk kullanılır alana bağlıdır. Don veya kış zamanlarında, yatak yağmurdan, güneş ışığından ve aşırı sıcaklıklardan korunmalıdır. Kağıt ve boyasız karton, meyve ve sebzeler, yumurta kabukları, çim kupürleri, saman, tarımsal atıklar, kahve küspesi ve

tahıl taneleri, kabul edilebilir materyallerin bazı örnekleridir. Ek olarak, evsel atık su arıtma tesislerinden elde edilen biyokatılar da kullanılabilir (Lotzof, 2012).



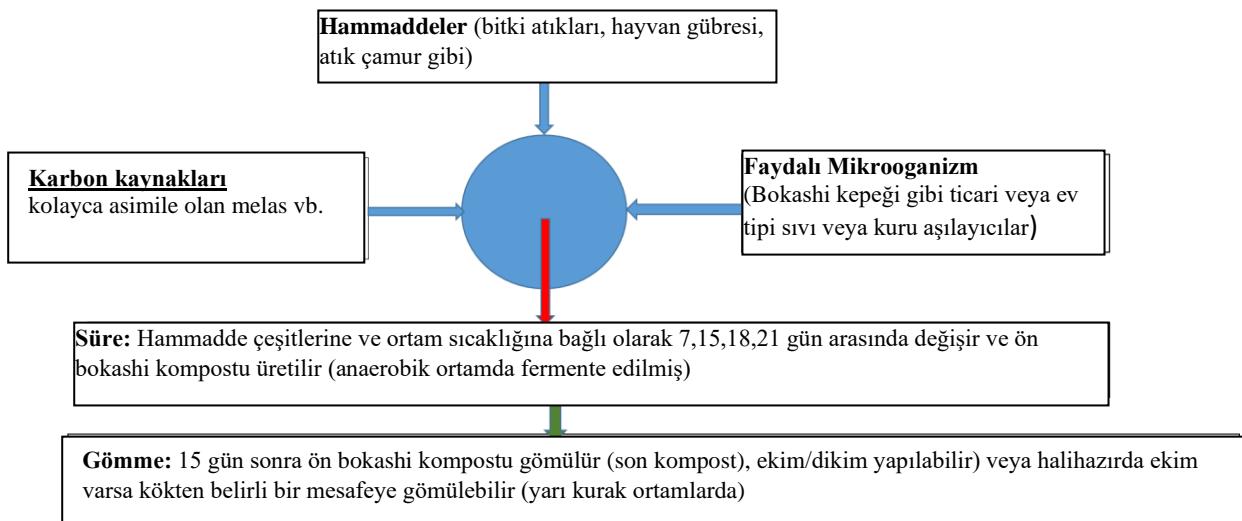
Şekil 4. California kırmızı solucanı (*Eisenia foetida*)



Şekil 5. Vermicompostlama yatağı

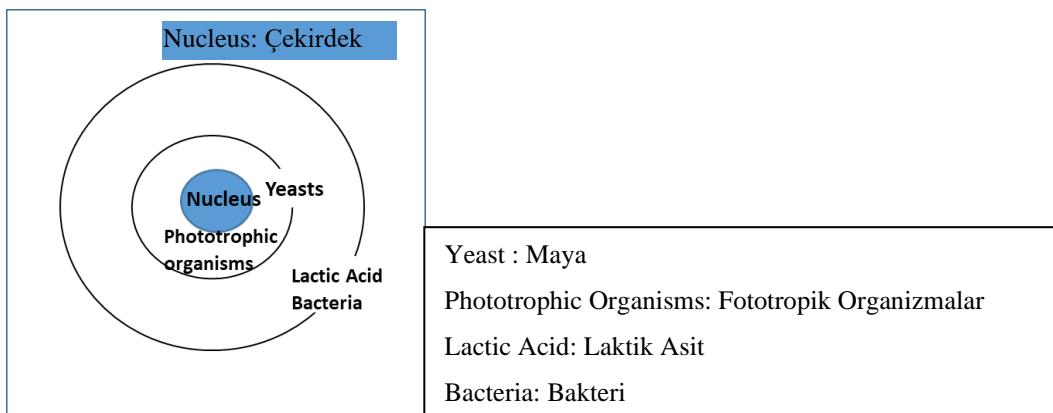
2.5. Bokashi kompostu

Bokashi kompostlama, mikroorganizmaların glikoz gibi şekerli gıda bileşenlerini organik asitlere, alkollere parçaladığı ve geleneksel kompostlamadan tamamen farklı olduğu anaerobik bir fermantasyon işlemidir. Organik maddenin toprak biyotası tarafından asidik bir ortamda mikroorganizmalar aracılığıyla anaerobik olarak fermantasyonu ile toprağa hızlı bir şekilde asimile edilmesiyle oluşan bir kompost türüdür (Footer, 2013). Şekil 6, Bokashi kompostlanmanın adımlarını göstermektedir.



Şekil 6 Bokashi kompostlaşturma (Madelaine Quiroz ve Cecilia Céspedes, 2019; Footer, 2013)

Gıda atıklarını anaerobik olarak bokashi ile fermente ederek özel olarak seçilmiş bir mikroorganizma grubu (Şekil 7) kullanılarak zararlı bakteriler nötralize edilir ve faydalı bakterilerin çoğalması sağlanarak istenmeyen yan ürünlerin oluşumu engellenebilir. Bokashi kullanılarak kompostlama planlandığında (Şekil 8), fermantasyon sürecini başlatmak için gıda atığına faydalı mikroorganizmaların katılması gereklidir. Bokashi kompostu, ticari olarak yetiştirilen Etkili Mikroorganizma (EM) kültürleri veya bokashi kepeği veya evde yetiştirilen laktik asit bakterileri (LAB) serumu kullanılarak yapılabilir (Higa, 1991; Higa ve Wididana, 1991; Footer, 2013). EM, pH değeri 3.5 olanı sıvı bir ortamda laktik asit bakterileri (*Lactobacillus plantarum*, *L. casei* ve *Streptococcus lactis*), maya (*Saccharomyces spp.*), fotosentetik bakteriler (*Rhodopseudomonas plastris* ve *Rhodobacter sphaeroides*), aktinomisetler (*Strptomyces spp.*) gibi seçilmiş mikroorganizmaları içerir. Bokashi veya bokashi kepek gibi kuru bir ortamda uyumlu bir şekilde bir arada bulunurlar (Higa, 1991).



Şekil 7. Laktik asit bakterileri ve diğer iki organizma grubu (Pinto, 2013)



Şekil 8. Bokashi kompostlama kutuları

Bokashi kompost üretim modelleri dünyanın farklı bölgelerinde değişmektedir. Ancak, genellikle EM, buğday veya pirinç kepeği melas ve su ile birleştirilir (böylece bokashi kepeği oluşturulur) ve kapalı bir kapta gıda atıklarına eklenir, iki hafta boyunca mayalanmaya bırakılır (ön kompostlama) (Christel, 2017). Anaerobik fermantasyondan iki hafta sonra, ferment edilmiş organik atık doğrudan bahçe toprağına veya saksı toprağına karıştırılabilir ve uygulanabilir. Geleneksel kompostlamada, organik madde bir oksidasyon işleminde parçalanır. Bu nedenle, oksijen vermek için yiğini periyodik olarak döndürmek gereklidir. Pasif olarak havalandırılan bir kompost yiğininin tamamen bitmiş kompost haline gelmesi bir yıl kadar sürebilir. Aynı zamanda kompostlamada anaerobik koşullar oluşursa kötü kokular oluşur. Geleneksel kompost yiğinları genellikle açık havaya maruz kaldığından, uygun nem seviyesini

korumak için süreç boyunca ekstra su eklenmelidir. Bokashi kompostlama sistemi kapalıdır ve organik madde genellikle en az %30 neme sahiptir. Bu nedenle sistemin boyutu ne olursa olsun ekstra su eklenmesine gerek yoktur. Bokashi sızıntı suyu kaptan boşaltıldığında, bir miktar su çıkarılır, ancak fazladan su eklenmesini gerektirecek kadar değildir. Bokashi kompostlama, geleneksel kompostlamadan çok daha hızlıdır. Bokashi ile kalıntılar 30 gün içerisinde toprağa gömülme aşamasına gelir. Bu 30 gün boyunca, süreç çok az iş gerektirdiğinden genellikle sadece beklemek gereklidir (Footer, 2012). Tablo 3'te geleneksel kompost, (çiftlik) bokashi kompostu, ticari üretim bokashi kompostu, solucan kompostunun kimyasal özellikleri karşılaştırılmıştır.

Tablo 3. Geleneksel kompost, (çiftlik) bokashi kompostu, ticari üretim bokashi kompostu, solucan kompostu karşılaştırması (Cerrato vd., 2007)

	C	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	C/N
	(%)						(mg kg ⁻¹)				
Geleneksel Kompost	40	2.0	0.5	2.1	1.5	0.5	9200	26	177	557	20
Çiftlik bokashi kompost	40	1.6	0.4	2.2	1.0	0.7	15175	32	108	500	25
Ticari üretim bokashi kompost	50	1.6	0.2	2.7	0.7	0.4	6750	19	58	288	32
Solucan gübresi	33	1.7	0.3	0.2	3.6	0.4	21080	49	244	610	19

BÖLÜM 3

KOMPOST HAMMADELERİ

Hammaddeler, kompost üretimi için biyolojik olarak parçalanabilir organik hammaddelerdir. Farklı hammaddeler farklı miktarda karbon, azot ve diğer besin maddelerine sahiptir. Hammaddeler organik, ekonomik (ücretsiz veya çok ucuz) ve yerel olarak temin edilebilir olmalıdır. Hammaddelerin özelliklerinin nihai kompost kalitesini etkilediği unutulmamalıdır. Örneğin, yüksek elektrik iletkenliği (EC) değerlerine sahip hammaddeler, yüksek EC'li kompost üretme eğilimindedir. Bu nedenle, kompostlamada yüksek tuz içeriğine sahip hammaddelerden kaçınmak daha iyidir. Ek olarak, hammadde türü organik maddenin ayrışma hızını belirler.

Hammadde artık aktif olarak ayrılmadığında ve biyolojik ve kimyasal olarak stabil olduğunda kompost bitmiş olarak kabul edilir. Kompostlama için hammadde bahçe atıkları (YW), biyokatılar, belediye toprak atıkları (MSW), hayvan gübreleri (kümes hayvanları, mandıra, at, domuz ve altlıklı ve altlıksız sığır gübresi) ve kentsel veya tarımsal alanlardan gelen diğer biyolojik olarak parçalanabilir atık yan ürünlerinden üretilebilir (Ozores-Hampton ve ark., 2011). İstenen kompost kalitesini elde etmek için genellikle birkaç bileşeni birleştirmek gereklidir. Bileşenlerin karışımı ve göreceli oranları "reçete" olarak adlandırılır. Genel olarak, gübre ve yatak malzemeleri ile mahsul artıkları çiftliklerdeki kompost tariflerinin ana bileşenleridir.

Tablo 4. Kompostlama için en uygun hammadde özellikleri (Rynk vd., 2021)

Parametreler	Kabul edilebilir aralık	İdeal aralık
Nem içeriği	40-65%	50-60%
Hammader için C:N oranu	20:1-60:1	25-40:1
Hammadde tane boyutu	<5cm	
Hacim ağırlığı	<0.7 g/cm ³	0.4-0.6 g/cm ³
pH	5.5-9.0	6.5-8.0

3.1 Karbon açısından zengin hammaddeler

Karbon bakımından zengin organik maddelere **kahverengi** denir çünkü çoğu kahverengimsi renktedir. Kuru, lifli, hacimli ve çürümeye dayanıklı bitki atıkları kahverengi olarak sınıflandırılır. Kahverengi bileşenler kompost yığınlarının havalandırılmasına yardımcı olur.

3.1.1 Kuru yapraklar

Kompost için en hazır kaynaklardan biri yaprak döken ağaçların yapraklarıdır. Çam iğneleri de kullanılabilir ancak çam iğneleri üzerindeki reçineli kaplamanın parçalanması biraz zaman alabilir, bu nedenle bunları sınırlı miktarda kullanmak gereklidir. Kuru yapraklar, kompost karışımında kullanılmaya hazır kahverengi maddelerdir. Yapraklar herhangi bir yöntemle kompostlanabilir. Yaprak kalıp kompostu, kompostlama işlemi sırasında çevrilmediği için soğuk kompostlama işlemidir. Geleneksel kompostlama sistemlerinden daha yavaş ayrışır ve daha yüksek bir mantar-bakteri oranı içerir. Yapraklar mantarların yanı sıra bakteri ve aktinomisetler (Insam ve de Bertoldi) tarafından da kolayca parçalanır. Richardwille vd., (2022), toprakları yaprak küfü kompostıyla değiştirmek, bitkilerin ekin hastalıklarına neden olan patojenlerin saldırılara karşı direnmesine yardımcı olan faydalı mikrobiyal aşılıyıcıların hayatı kalmasını artttığını bildirmiştir. Yemek artıkları ve mutfak atıkları gibi ıslak malzemeler de kuru yapraklarla karıştırılabilir. Ligin açısından zengin bileşenler hızlı bir şekilde ayrışmaz. Ayrışmayı hızlandırmak kompost üretmek için, 1000 kg atık başına 5 kg kireç eklenebilir. Kireçleme, lignin yapısını zayıflatır ve humifikasyon sürecini iyileştirir ve humus kalitesini iyileştirir (Hubbe vd., 2010).

3.1.2. Odunsu peyzaj bitkileri

Çalılar, ağaçlar, palmiye yaprakları, budama atıkları, çok yıllık ölü gövdeler, brüksel lahanası sapları ve kurutulmuş mısır sapları, kurutulmuş ayçiçeği sapları bu kategoriye girer. Ayrışmayı hızlandırmak için bu malzemeyi mümkün olduğunda kırın, doğrayın ve parçalayın. İlk önce ince dalları el budayıcıları ve/veya budama makasları ile daha küçük parçalara ayırin (Cronnel ve NGA,2010). Odunsu hammaddelerdeki C'nin (C: Karbon) çoğu lignindir ve yavaş yavaş bozunur. Yüksek oranda lignin, mikroorganizmalar için dahaaz karbon kullanılabilirliğine neden olur. Bu nedenle lignin açısından zengin hammaddeler, kompost yığınında değişiklik ve hacim artırıcı maddeler olarak kullanılabilir.

İşler vd., (2022), nötr pH'lı ve düşük C/N oranlı (11.72) (C/N: karbon/azot) bağ budama atığı kompostu üretmiş ve bu kompostla toprakların ıslahı, toprak karbon içeriğini ve toprak agregat stabilitesini arttırmıştır. Zeytin yaprakları ve budama atıkları kompostlama için iyi

kaynaklardır. Zeytin yaprağı ve dalları esas olarak lignoselülozik malzemeden oluşurlar. Kompostlama bileşenlerinde güvenle kullanılabilirler.

3.1.3. Kağıt ürünlerı

Kağıt tahtadan yapılır ve çokaz nitrojen içerir. Kağıt besin açısından çok zengin değildir. Kağıt, kompost yiğinlarının nem içeriğini azaltır ve havalandırmaya yardımcı olur. Kağıt ürünleri arasında gazete kağıdı, karton, peçete ve kağıt mendil bulunur. Kompost yiğinına eklenmeden önce kağıt besleme stoklarının boyutu küçültülmelidir.

Ahmed ve arkadaşları (2018) mürekkepsiz gazete kağıdı, mürekkepli gazete kağıdı, geri dönüştürülmüş kağıt ve kuşe kağıdın biyolojik bozunabilirliğini araştırmıştır. Mürekkepsiz ve mürekkepli gazete kağıtlarının biyolojik bozunmasının kompostta sırasıyla 18 ve 21 gün sürdüğünü bildirmişlerdir. Ancak, parlak kağıt ve geri dönüştürülmüş kağıdın biyolojik bozunabilirliği, gazete kağıdından daha kısa olup, sırasıyla 14 gün ve 16 gün sürmüştür.

3.1.4 Saman

Saman tarımsal bir atıktır ve tarlaya uygulanması yaygın bir uygulamadır, ancak saplar tarladaki operasyonlar için sorun olabilir. Tarımsal ürün kalıntılarının çoğu iyi ayrısan ve çok az koku riskine neden olan temiz hammaddelerdir. Saman, toprak organik karbonunu artırmak için faydalıdır. Yüksek humus üretim potansiyeline sahiptir (100 kg C t⁻¹ saman) (Joschko et al, 2012). Buğday ya da mısır samanı 70/1 ila 100/1 arasında yüksek bir C/N oranına sahiptir.

Çeltik samanı kompostlama için bir başka alternatif hammaddedir. FAO'ya (2020) göre, küresel çeltik üretimi 756,7 milyon Mt'dur. Çeltik, her 1 Mt tahlil başına yaklaşık 1 Mt saman ürettiğinden, yılda büyük miktarda kalıntı birikmektedir (Nakhshiniev ve ark. 2014). Yüksek C/N oranları nedeniyle, hızlı kompostlama için samanların gübre veya azot bakımından zengin diğer bileşiklerle birleştirilmesi önerilmektedir. Kompostlamada C/N oranı 30/1'in üzerinde olan bir hammadde kullanıldığında, mikroorganizmalar için yeterli azot olmayacağından ayırtma süreci yavaş olacaktır.



Şekil 9. Çeltik samanı (1-2 cm uzunlukta)

3.1.5 Talaş

Talaş çok yüksek C:N oranına sahip olduğundan kompost yiğinında az miktarda kullanılmalıdır. Genel olarak talaş, kompostlama sürecinde hacim arttırıcı madde olarak kullanılır. Ayrıca, sızıntı suyunun tutulmasında ve kompost yiğinındaki aerobik durumun korunmasında kritik öneme sahiptir (Sharma et al. 2018). Talaş kompostu kurutacaktır, bu nedenle kompost yiğinını nemli tutmak için yeterli miktarda su eklenmelidir. Talaşın azot bakımından zengin hammaddelerle karıştırılması önerilmektedir. Hatten ve arkadaşları (2009), tavuk altlığı ile karıştırılan ve daha sonra kompostlanan talaşın, tek başına tavuk altlığına kıyasla N ve K sızıntı potansiyelini azalttığını ve böylece çevrenin kirlenmesini önlemeye yardımcı olduğunu bildirmiştir.

3.1.6 Zeytin pirinası

Zeytin yetiştiriciliği ve zeytinyağı üretimi akdeniz ülkelerinde çok yaygın bir uygulamadır. Zeytinyağı ekstraksiyonu, yüksek fitotoksiteleri nedeniyle çevre için sorun yaratabilecek yüksek miktarlarda sıvı ve kuru atık (pirina) üretir. Pirina önemli miktarda tuz, fenolik bileşikler, organik asitler ve yağ asitleri içerdiginden, yüksek dozlarda kullanıldığında bitki çimlenmesi üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir (Linares vd., 2003). Bu nedenle tarımsal kullanım için mutlaka kompost yapılması önerilmektedir. Chowdhury vd., (2015), kompostlama işlemi sırasında zeytinyağı dejermenin atıklarının suda çözünür fenollerinin yaklaşık %90 oranında azlığı bildirilmiştir. Ayrıca olgunlaşmış pirina kompostunun (102 gün) herhangi bir genotoksik ve sitotoksik etkiye sahip görünmediği ve bu nedenle tarımda güvenle kullanılabileceğini bildirmiştir. Zeytin pirinası kompostlama için potansiyel ekonomik hammaddelerden biridir (Şekil 10). Zeytinin hacimce yaklaşık %50-60'ı “katı” atiktır. Zeytin prinası gübre, tahıl veya pirinç samanı, budama atıkları, balık atıkları ve

kompost üretmek için diğer hammaddelerle birleştirilebilir. Yüksek organik maddesi (>%90) ve bitki besin içeriği göz önüne alındığında, pirina kompostu, bozulmuş ve erozyona uğramış toprakları ıslah amacı ile de kullanılabilir. Zeytin prinasının kumlu topraklara uygulanması, toprak agregat stabilitesini 2 ayda %18,2'den %80,6'ya yükselmiştir (Kavdir ve Killi, 2008). Pirina kompostunun uygulanması, tın, kumlu tın ve kil topraklarda toprak organik karbon içeriğini önemli ölçüde artırmıştır (İşler vd., 2022).



Şekil 10. Zeytin pirinası kompostu

3.2 Azot açısından zengin hammaddeler

Azot bakımından zengin kompost hammaddeleri, yeşilimsi renklerinden dolayı **yeşil** olarak adlandırılır. Himes (2018), taze kalıntıının <%45 karbon içerdigini ve karbonun %35'inden azının humusa dönüştürüleceğini bildirmiştir. Dönüşüm sırasında mikroorganizmalar, metabolizma ve üreme için azot ve diğer besin maddelerine ihtiyaç duyar. Kompostlama sırasında, çoğu azot mikroorganizmalar tarafından yarayıssız hale getirilir ve bir miktar N (azot), amonyak olarak kaybedilir.

Tablo 5. Kompostlama için azot bakımından zengin hammaddelerin yaklaşık C/N oranları (a)

Azotca Zengin Maddeler	Karbon Azot Oranı* (C/N)
Tavuk gübresi	10:1
Kahve telvesi	20:1
Çim	10-25:1
Mutfak atıkları	10-50:1
Balık atıkları	4:1*

*İlay vd., 2019

3.2.1 Gıda işleme ve mutfak gıda atıkları

FAO'ya göre, küresel olarak yaklaşık 1,3 milyar ton gıda kaybedildi veya israf edildi (Gustavsson vd., 2011). Avrupa Birliği'nde gıda atığı üretim hızı yılda 88 milyon ton civarındadır (Stenmarck vd., 2016). Kompostlama, gıda atık yönetimi için çevre dostu bir alternatifdir ve gıda işlenmeden elde edilen çok çeşitli yan ürünler kompostlama için iyi hammaddeler oluşturur. Kompostlaştırılabilen gıda işleme yan ürünlerine meyve ve sebze atıkları, kabuk, kepek, pirina, küspe (şeker işleme), pamuk tohumu küspesi (pamuk işleme), elma kabukları, muz, portakal, domates ve patates, kullanılmış tahıllar, fındık kabukları (badem, fistik, ceviz), kullanılmış kahve telvesi, deniz ürünleri işleme atıkları örnek olarak verilebilir.

Tohumlardan yağ çıkarıldıkten sonra ortaya çıkan ana yan ürünler küspe ve küspedir. Avrupa'da küpenin büyük bir kısmı kolza (13,5 milyon ton), soya (12,5 milyon ton) ve ayçiçeğinden (4,8 milyon ton) üretilmektedir ve AB'de yılda toplam 32 milyon ton bu yan ürünler üretilmektedir (FEDIOL, 2019)

Bir ton ham palmiye yağı üretimi sırasında, atık olarak 1425 kg boş meyve salkımı ve 300 kg palmiye çekirdeği kabuğu açığa çıkmaktadır. Hektar başına yaklaşık 74 ton kuru palmiye gövdesi üretilirken, boş meyve salkımı yan ürününün %23'ü palmiye yağı fabrikasında taze meyve salkımının (FFB) işlenmesinden kaynaklanmaktadır (Chin ve ark. 2013).

3.2.2 Bahçe peyzaj atıkları

Yaprak döken yapraklar, çim kirpintileri, çam iğneleri, kullanılmayan meyve ve sebzeler, çalılar, ağaç dalları, bahçe bitkileri ve bahçelerin, parkların ve diğer kamu ve özel peyzaj alanlarının bakımından kaynaklanan diğer bitki materyalleri bu gruptadır. Bahçe kirpintileri pestisitler, yabani ot tohumları ve kompostlamadan önce dikkate alınması gereken diğer kirleticiler içerebilir. Büyük ölçekli üretimde, kuru yapraklar kış boyunca depolanabilir ve ilkbahar ve yaz aylarında kırpılmış çimlerle karıştırılır. Bahçe kirpintilerinin maliyetinin %67 gibi bir kısmını atıkların toplanması ve taşıınması oluşturmaktadır (Ligon ve Garland, 1998). Bahçe kirpintileri mikroorganizma sağlar, azot içerir ve kompost yığınlarının havalandmasını iyileştirir (Lopez ve ark. 2010).

3.3 Çiftlik gübresi

Çiftlik gübresinden kompost yapmak, atık yönetiminin en popüler biçimlerinden biridir. Çiftlik gübresinin kompostlaştırılması, gübreyi tarım için stabilize ve sterilize edilmiş bir son ürün olarak geri dönüştürerek sera gazı (GHG) emisyonlarını ve yoğun hayvansal üretimden

kaynaklanan atık hacmini azaltır (Bernal ve ark., 2009). Tarlaya taze çiftlik gübresi uygulamak kokuya neden olur ayrıca bitki büyümeyi engelleyebilecek veya tohum çimlenmesini önleyebilecek konsantre azot içerir. Kompostlanan çiftlik gübrelerinde patojenler ve yabani otlar ortadan kalkar, atıkların hacmi ve nemi azalır, kokuları azalır ve kaliteli organik toprak düzenleyiciler oluşur (Bernal vd., 2009). Öte yandan, maliyet ve geniş alan gereksinimleri, çiftlik gübresinin doğrudan kullanımına kıyasla gübre kompostlaştırmanın olumsuz bir yanı olabilir. Tavuk, inek, ördek, kaz, keçi, at, lama, tavşan, koyun ve hindi gübreleri kompostta güvenle kullanılabilir. Gübre, tüm bitkilerin ihtiyaç duyduğu çok az miktarda makro besinlerin (azot, fosfor ve potasyum) yanı sıra bor, demir ve çinko gibi temel mikro besinleri içerir.

Kaliteli kompost için tek başına hayvan gübresi kullanmak yeterli olmayabilir. Genel olarak gübreler yüksek yoğunluk ve nem içeriğine, düşük gözenekliliğe, düşük C/N oranına ve bazı durumlarda yüksek pH değerlerine sahiptir. Bu nedenle gübre kompostlamasında diğer hacim artırıcılar kullanılmalıdır. Gübre kompostlaştırması için bir hacim ilavesi hava boşluğunu, nem içeriğini, C/N oranını, partikül yoğunluğunu ve pH'ı optimize eder (Petric vd., 2009). Arpa, pirinç, buğday ve yulaf samanı, pirina, talaş, budama atıkları gibi birçok hacim artırıcı madde bulunmaktadır.

Tablo 6. Kompostlama için karbon ve azot bakımından zengin bileşenlerin yaklaşık C/N oranları (b)

Karbonca zengin maddeler	Karbon Azot Oranı (C/N)*
Mısır sap ve koçanları	60:1
Kuru yapraklar	40–80:1
Gazete kağıdı	150–200:1
İğne yapraklı çam artıkları	60–110:1
Saman	50–150:1
Odunsu bitki süsleri	200–1300:1
Zeytin pirinası	30-45*
Yeşil ceviz kabuğu	41*
Azotca zengin maddeler	Karbon Azot Oranı (C/N)*
Tavuk gübresi	10:1
Kahve telvesi	20:1
Çim	10-25:1
Mutfak atıkları	10-50:1

**Kavdir vd., 2018; Kavdir vd., 2019; Killi ve Kavdır, 2013

3.4. Kompost yaparken kaçınılmazı gereken malzemeler

Tütün (zehirli maddeler içerir), deterjanlar, antibiyotikler, ilaçlar kompost yığınlarında kullanılmamalıdır. Tohuma giden yabancı otlar veya kirlenmiş topraklarda yetişen bitkiler kompostlama için kullanılmamalıdır. Taş, şüşeler, etiketler, kartonlar gibi fiziksel kirleticiler,

plastikler, mikroplastikler ve metaller gibi bozunmayan malzemeler, pestisit kalıntısı olan ürünler, yüksek ağır metal içeriğine sahip bitki parçaları kompost yığınlarında kullanılmamalıdır.

Ev ölçüğünde kompostlama için et atıklarının kullanımı ile ilgili birçok ülkede düzenlemeler bulunmaktadır. Avrupa'da Hayvansal Yan Ürünler Yönetmeliğine (EC 1069/2009 Yönetmeliği) göre düzenlenir. Birkaç Avrupa ülkesi et atıklarının evde yapılan kompostlaştırmaya dahil edilmesini yasaklarken, çoğu ülke ev ölçüğünde kompost yapıldığında et atıklarının kullanımını düzenlememektedir (Storino vd., 2016). Siyah ceviz ağaçları (*Juglans nigra*) juglon adı verilen bir kimyasal üretir. Bu kimyasal çevredeki bazı bitki türlerinin büyümeyi engellerken bir kısım bitkiler ise bu kimyasala karşı toleranslıdır. Bununla birlikte, siyah ceviz yapraklarını aktif olarak yönetilen bir kompost yığınında kompostlamak güvenlidir çünkü juglon parçalanır ve 2 ila 4 hafta içinde toksisitesini kaybeder (Cronnel ve NGA, 2010).

Tablo 7. Kompost hammadde çeşitlerinin toprak özelliklerine etkisi

Hammadeler	Uygulama oranı	Toprak tekstürü	Etkiler	Kaynak
MSW	0,60,120 t/dekar		SHC, WAS, ve AWC artma, BD azalma	Albaladejo vd., 2008
PMBS	0, 22.3, 44.6 ve 66.9 t/ha		WIR, SHC, AS ve AWC da artma, BD azalma	Price ve Voroney, 2007
Hayvan gübresi	0 ve 30		AS ve BD artma	Gülser vd., 2015a
MSW+YT	15, 30, ve 45 t t/ha	Tın	Zn ve Cd konsantrasyonlarında artma	Baldantoni vd., 2010
	0, 50, ve 100 t/ha	Killi tın	SOM ve pH da artma	Giannakis ve Kourgialas, 2014
MWC	0, 40, 80, 120, 160 ve 200 t/ha	Killi tın	SOM, EC, CEC, AS ve K artma, BD de azalma	Yuksel ve Kavdir, 2020
Pirina (OP)+FYMC	0, 4, 8 and 10% (pot)	Kum ve tın	CEC, EC ve AS de artma, C/N da azalma	Killi ve Kavdir, 2013
OPC	0, 3%, and 6%	Kil, tın ve kumlu tın	AS ve TC artma, MWD azalma	İşler vd., 2022
Bağ budama atığı	0, 3%, and 6%	Kil, tın ve kumlu tın	AS ve TC artma, MWD azalma	İşler vd., 2022

OPC	30 kg/tree	-	Yarayışlı K ve P de artma	Proietti, vd., 2015
Kanalizasyon atık (SSC)	48 t/ha	Siltli tın	DOM ve ağır metal yıkanmasında artma	Fang, W., Wei, Y., & Liu, J., 2016

MSW: Kentsel atık, MWC: Kentsel atık kompostu, FYMC: Çiftlik gübresi kompostu, YT: Bahçe peyzaj atıkları; GWC: Yeşil atık kompostu; OPC: Zeytin pirina kompostu; BD: Hacim ağırlığı; WAS: Agregat stabilitesi (suda); SHC: Sature hidrolik iletkenlik; AWC: Yarayışlı su miktarı; WIR: Infiltrasyon oranı; AS: Agregat stabilitesi; CEC: Katyon değişim kapasitesi; EC: Elektriksel iletkenlik; TC: Toplam karbon; DOM: Çözünmüş organic madde; SOM: Toprak organic maddesi; Zn: Çinko, Cd: Katminyum; K: Potasyu; P: Fosfor.

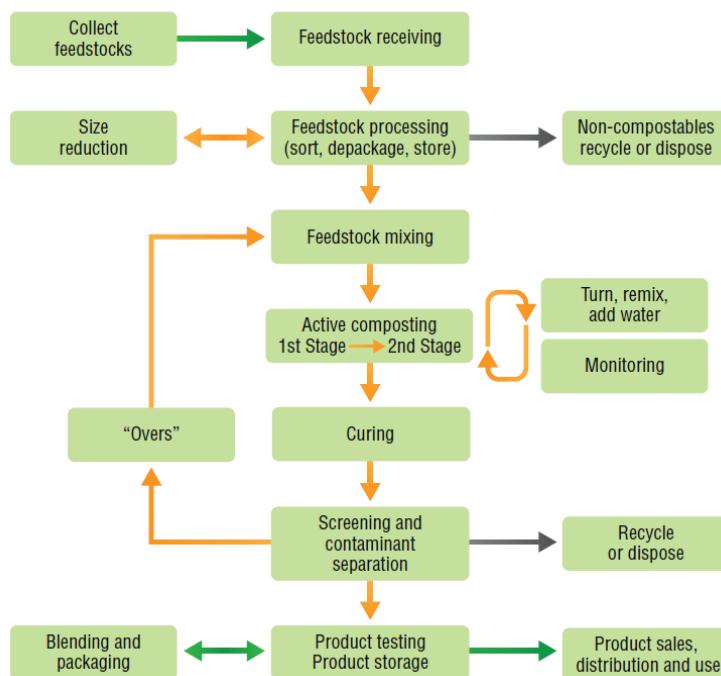
BÖLÜM 4

KOMPOST EKİPMANLARI

4.1. Giriş

Kompostlama işlemi için doğru ekipmanı seçmek çok önemlidir. Kompostlama yöntemine, hammadde türüne, kapasiteye, iklime vb. bağlıdır. Çiftçiler genellikle donanıma sahiptir, bu nedenle tamamlayıcı olabilecek ekipmanı seçmek, sermaye maliyetlerinden tasarruf sağlayabilir ve böylece tüm süreç maliyetlerini azaltabilir. Ekipmana genel bakış, traktöre veya teleskopik yükleyiciye ek olarak ve daha büyük operasyonlar için bağımsız olarak ekipman seçme seçeneklerine odaklanacaktır.

Kompostlamada kullanılan ekipmanların çoğu, malzemelerle taşıma, karıştırma veya diğer işlemlerde yer alacaktır. Tüm kompostlama süreci adımlara bölünebilir (Şekil 11).



Şekil 11. Tipik kompostlama sürecinin akış şeması (*Kaynak: The Composting Handbook*)

İlk olarak, hammadde alınır ve işlenir. Daha sonra gerekirse boyut küçültülerek veya kirleticiler uzaklaştırılarak işlenir. Daha sonra hammadde kompostlama için karıştırılır. Prosese bağlı olarak, birkaç tur daha veya birkaç karıştırma gerektirebilir. Kompostlaştırmanın optimal koşullarda olmasını sağlamak için üzerinde örtülmesi veya sulanması gerekebilir. Malzeme kurlendikten sonra, işleme geri döndürülen "fazlalar" ve

safsızlıklar olan bitmiş bir kompost için elenir. Bitmiş kompost daha sonra saf olarak veya toprak ve diğer katkı maddeleri ile karışım halinde kullanılır.

4.2 Kompostlama Sahası

Kompostlama sahası (Şekil 12), planlanan miktarlar besleme stoğu ve kompostlama



Şekil 12. Kompostlama alanı

yöntemi ile eşleşmelidir. Ekipmanın herhangi bir zorluk çekmeden hareket edebilmesi ve çalışabilmesi için düz yapılmalıdır. Ayrıca içine yeraltı suyu giremeyecek ve doğaya su akışı en aza indirilecek veya önlenecek şekilde yapılmalıdır. Bunun için, akış suyunun toplanması ve depolanması ile birlikte %1-2 eğimli üniform bir asfalt veya beton yüzey kullanılabilir.

Yakınlarda komşular varsa hakim rüzgar konumu göz önünde bulundurulmalı ve buna göre yer seçilmelidir.

4.3. Kompost sahasında malzeme taşıma

Kompostlama işlemleri genellikle önemli miktarlarda atık veya kompostla ilişkilendirilir. Bu malzemeleri hareket ettirmek için ağır makinelere ihtiyaç vardır. Seçenekler, eldeki besleme stoğuna, miktarlara ve mevcut ekipmana bağlıdır. Hammadde ve kompost nakletme ve/veya karıştırma, depolama, kepçesi olan makineler kullanılarak yapılabilir. Bunların en yaygın olanı: tekerlekli yükleyici, teleskopik yükleyici ve traktördür (Şekil 13).

Şekil 13. Hammadde ve kompost taşıma ekipmanları



Ön yükleyiciler, hammaddelerin taşınması, yiğinların oluşturulması, yiğinların döndürülmesi ve karıştırılması, kompostun taşınması, gemilerin yüklenmesi gibi çeşitli işlemler için kullanılır. Çok çeşitli boyutlarda, manevra kabiliyetinde ve yeteneklerdedirler. Ana üretkenlik özelliği, ön yükleyicinin kovasına sığdırabileceği malzeme miktarı ve kaldırabileceği yüksekliktir. Verimli çalışan bir kompost sahasına sahip olmak için, ön uç yükleyicilerin boyutu ve dönüş yetenekleri göz önünde bulundurularak tasarlanmalıdır.

Ön uç yükleyicilerin yeteneklerini artırmak için ek kepçeler kullanılır:

1) Açılmış kepçeler (Şekil 14)

Bunlar, daha büyük ön uç yükleyiciye takılabilir ve daha yüksek etkili boşaltma yüksekliği sağlar.

2) Kıskaçlı kepçeler (Şekil 15)

Bunlar saman balyalarını, dalları ve diğer gevşek malzemeleri toplamak için kullanılabilir.

Forklift ve ekskavatör kullanmak da mümkündür, ancak malzeme hareketi için verimli değildirler.



Şekil 14. Dışarı açılan kepçe



Şekil 15. Kıskaçlı kepçe (Kaynak: norcar.com)

4.4. Hammadde hazırlama

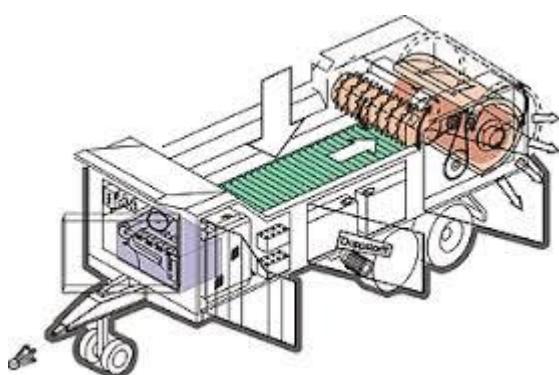
Kompostlama işleminin optimal olması için, doğru boyutta parçacık boyutuna, nem içeriğine, gözenekli karbon ve azot dengesine sahip olarak hazırlanması gereklidir. Kompostlama işlemleri için ana hammadde hazırlanırken hammadde de boyut küçültme ve homojen karışım gereklidir.

4.4.1 Boyut Küçültme

Boyut küçültme için kullanılan en yaygın ekipman türleri öğütücüler, dilimleyiciler ve parçalayıcılardır. Hepsi hammadde parçacıklarını parçalamak için fiziksel güç kullanır. Besleme stoğuna ve kompostlama için normal boyutla karıştırılan malzemeye bağlı olarak 25 ila 160 mm arasında öğütme veya parçalama yapılır.

4.4.1.1 Öğütücüler

Öğütücler, birleşik çekme, kapsamlı ve kesme kuvvetleri uygulayan çekiçli değirmen ile malzemeyi azaltır. Hammadde, boşaltma kapısından veya elekten geçene kadar boyut olarak küçütlür. Öğütüclerin çıktısı, kompostlama işlemi için çok faydalı olan düzensiz parçacık boyutuna ve büyük yüzey alanına sahiptir. Odunsu biyokütle için en uygun olanıdır.



Source: Doppstadt



Source: CBI

Şekil 16. Öğütücü ve çekiçli değirmen

4.4.1.2 Parçalayıcı (Dilimleme makinaları)

Atık yönetimi endüstrisinde parçalayıcılar tipik olarak malzemeleri parçalayan düşük hızlı, yüksek torklu bir makine olarak tanımlanır. Öğütücler daha çok yönlüdür ve katı ve esnek hammadde ile çalışabilir. Parçalayıcıların çıktısı uzun bir şekele sahip olma eğilimindedir. Kompostlamada, öğütücler genellikle büyük odun parçalarının önceden parçalanması için kullanılır.



Şekil 17. Tek şaftlı ve iki şaftlı mobil parçalayıcı (*source: Komlech*)

4.4.1.3 Parçalayıcı-öğütücü

Öğütücüler genellikle malzemeleri tek tip şekil ve boyutta parçalar halinde keser. Tipik olarak, yalnızca kesme odasına tek tek sokulan odunsu biyokütle için kullanılırlar. Öğütücüler cips veya malç üretir.



Şekil 18. Traktöre monte parçalayıcı (*Source: John Deer*)

Daha güçlü traktörlerle bağlantı için PTO şaftlı daha küçük parçalayıcı ve öğütücüler yapılmıştır. Ek olarak, demir içeren malzemeleri toplamak için öğütücü veya parçalayıcının arkasına mıknatıslar takılabilmektedir.

4.5 Malzeme karıştırma

Eğer kompostlama statik yığınlarda yapıliyorsa, verimli süreç elde etmek için malzeme karıştırmaya ihtiyaç vardır. Kompostlama için en uygun parametreleri elde

etmek için karıştırma yapılmalıdır. Sadece ön yükleyici kullanarak karıştırmak mümkündür, ancak süreç verimli değildir. Bunun yerine birkaç başka seçenek kullanılabilir: karıştırma kovası (Şekil 19) veya dikey / yatay karıştırma makinesi (Şekil 20). Karıştırma kovaları, nispeten düşük miktarlarda gübrelenebilir hammadde içeren çiftliklerde kullanılır. Dikey ve yatay karıştırma makineleri tek başına ve PTO şaftlı olabilir ve büyük miktarlarda hammaddeyi karıştırabilir.



Şekil 19. Tek şaftlı ve iki şaftlı mobil parçalayıcı (Kaynak: Emily)



Kaynak: Foresin

Şekil 20. Tek şaftlı ve iki şaftlı mobil parçalayıcı

4.6 Materyali döndürme (ters düz etme, karıştırma)

Sıralı döndürme kompostlama, en popüler kompostlama yöntemlerinden biridir. Bunu verimli bir şekilde yapmak için bir yığın döndürücüye (Şekil 21) ihtiyaç vardır. Bir döndürme makinesi yığından her geçtiğinde malzemeyi homojenleştirir ve havalandırır. En popüler döndürme tipi yığının üzerinden geçen ve yığını çalkalayan ve yeniden

şekillendiren bir tambura sahip olan tamburlu döndürücülerdir (karıştırıcılardır). Sıralı döndürücüler kendinden tahraklı ve PTO'dan güç alabilir.



Şekil 21. Kendinden pervanaeli (iticili) ve PTO ile çalışan yığın döndürücüler

Source: Eggersmann

Source: Kompost-Systems

Ayrıca birkaç başka tür yığın döndürücü bulunmaktadır. Bunlar; burgulu, yükselen yüzeyli, yamuk ve ön kepçeli (Şekil 22, 23) dirler



Source: Reotemp instruments

Source: Brown Bear

Şekil 22. Ön kepçeli çevirici

Şekil 23. Sıcaklık ve oksijen probu

4.7 İzleme

Kompostlama, değişen parametrelere sahip devameden bir süreçtir. Mikroorganizmalar için en önemlileri sıcaklık, oksijen seviyesi ve nem seviyesidir. Sıcaklık ve oksijen seviyeleri, probalar kullanılarak hızlı ve verimli bir şekilde ölçülebilir (Şekil 24). Sıcaklık ve oksijen değerleri istenildiği gibi olmalıdır. Sonuçlara ulaşılmazsa,

hammadde seçimi doğru değildir veya iyi karıştırılmamıştır. Nem seviyesi elle ölçülebilir (Şekil 25).



Şekil 25. Elle nem ölçümü

Source: Reotemp Kompost

Şekil 24. Sıcaklık ve oksijen probu

4.8 Nem Kontrolü

Kompostlamada nem çok önemli bir parametredir, çünkü materyal çok ıslak veya çok kuru ise kompostlama ile ilişkili mikrobiyal aktiviteyi yavaşlatır veya durdurur. Hammadde ve iklim koşullarına bağlı olarak nemi kontrol etmek için birkaç strateji uygulanabilir:

- 1) Çatılı kompost alanı veya kompost örtüsü (Şekil 26) dışarıdaki nemin yığının içine girmesini engeller. Kompost kapağı, önden yükleyici veya yuvarlanma mekanizmalı karıştırıcı makinesi kullanılarak yerleştirilebilir. Ek olarak, kompost örtüsü, parametrelere bağlı olarak bir miktar kokuyu da azaltabilir.



Source: Sevier Solid Waste



Source: Kompost Systems

Şekil 26. Çatılı kompostlama sahası ve kompost örtü sistemi

Verimli kompostlama sürecini sürdürmek için ihtiyaçlara göre sulama yapmak gerekebilir. Su depoları ayrı ayrı veya hareketli sistemler ile birlikte kullanılabilir (Şekil 27).



Source: Kompost Systems

Şekil 27. Kompost sulama ekipmanı

4.9 Kompostu elemek

Hammadde ve uygulamaya bağlı olarak hazır kompost ya kullanıma uygundur ya da elenmedir. Kompost, yapraklar gibi herhangi bir kirletici madde içermeyen kolay parçalanan bitki bazlı malzemelerden yapılsaydı, doğrudan tarımda kullanılabilir. Eleme; gerekli kompost boyutunun elde edilmesini ve büyük boyutlu organik parçacıkların (büyük odun parçaları gibi kompostlama işlemine geri döndürülebilecek) ve safsızlıkların giderilmesini sağlar. Kompost için eleme boyutu 8 mm (alt tabaka üretimi için) ile başlar ve 40 mm'ye kadar (tarım için) çıkabilir. En yaygın eleme türleri trommel, disk ve yıldızdır.

4.9.1 Trommel Elekler

Biyoatık yönetiminde trommel elekler, verimli ve bakımı kolay oldukları için en popüler olanlardır. Hazır kompost, genellikle tel örgüden yapılan döner silindirik tamburda elenir. Parametrelere bağlı olarak en az iki kesri ayrılabilir. Hareketli ve statik tambur elekleri bulunmaktadır (Şekil 28). Dönen fırçalar, trommel eleklerinin tıkanmasını önler.



Şekil 28. Mobil ve statik tambur elekleri

4.9.2 Disk ve yıldız elekler

Bu tip elekler (Şekil 29), bir durumda disk benzeri ve diğerinde yıldız benzeri olan dönen kısım dışında benzer bir tasarıma sahiptir. Eleme, kompost dönen elemanlardan geçtiğinde ve küçük boyutlu elemanlar düştüğünde ve büyük boyutlu elemanlar üzerinde kaldığında tamamlanır. Disk ve başlangıç ızgaralarının avantajları, komposttaki yüksek seviyedeki nem ile tikanma olmadan baş edebilmeleri ve nispeten geniş bir eleme yüzeyine sahip olmalarıdır. Her iki elek türü de statik veya hareketli olabilir.



Şekil 29. Disk ve yıldız elekler

Ek olarak, hidrolik bağlantılı daha güçlü bir ön yükleyiciye sahip olan daha küçük kompostlama işlemleri için eleme kepçesi kullanmak mümkündür (Şekil 30).



Source: ALLU

Şekil 30. Eleme kepçesi

4.10 Kompost karışımı yapmak

Bazen kompost diğer malzemelerle (yani toprak, kum, turba, zeolit vb.) karıştırılarak kullanılır. Öncelikle peyzaj, ticari ve konut kullanımı için tasarlanmıştır. Tarım uygulamaları için biochar ve mineral katkı maddeleri (jips, kükürt vb.) içeren kompost karışımıları kullanılmaktadır. Katkı maddelerinin spesifik oranları, alıcı çiftlikteki toprak koşullarına ve mahsullere göre hesaplanır. Kompost substratları, karıştırma veya döndürücü ekipmanı kullanılarak yapılır.

4.11 Torbalama

Önemli miktarda kompost ve kompost karışımı yaparken perakende pazarına girmek mümkündür. Bu, birkaç litreden 50 litreye kadar değişebilen torbaların kullanılması anlamına gelir. Küçük hacimlerde satılan kompost genellikle toplu halde satıldandan daha pahalıdır ve çiftçiler için daha yüksek bir marjı vardır. Bunun için müşteriler, daha düşük nem içeriği (yaklaşık %40) ve kokusuz, daha yüksek kalite bekler. Torbalarda hava sirkülasyonu sağlayan delikler anaerobik koşulların oluşmasını engeller. Torbalar elle ve/veya yarı otomatik ve tam otomatik (Şekil 31) torbalama ekipmanı ile doldurulabilir (gereksiz nemin içeri girmesini önlemek için genellikle iç mekanlarda yapılır).



Source: Option Srl.

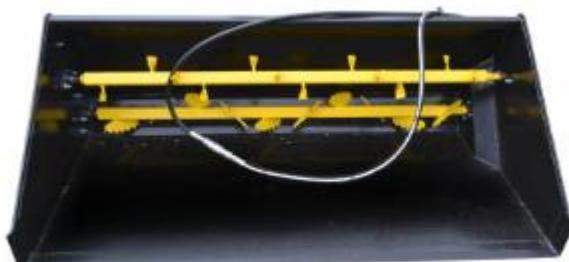


Source: Amadas Ind.

Şekil 31. Yarı otomatik ve tam otomatik torbalama makinesi

4.12 Üretilen kompostun tarlaya serilmesi veya serpilmesi

Üretilen kompostun çoğu tarımda kullanılmaktadır. Gübre serpme cihazları kompostun eşit ve verimli bir şekilde yayılmasını sağlamak için (Şekil 32) kullanılabilir. Kompost miktarına göre kepçe veya treyler kullanılmaktadır.



Source: idealattachments.com



Source: Tebbe

Şekil 32. Kompost serpme (yayma) makinaları

BÖLÜM 5

KOMPOSTLAŞTIRMA VE OLGUNLAŞMA

5.1 Kompostlaşturma İşlemi

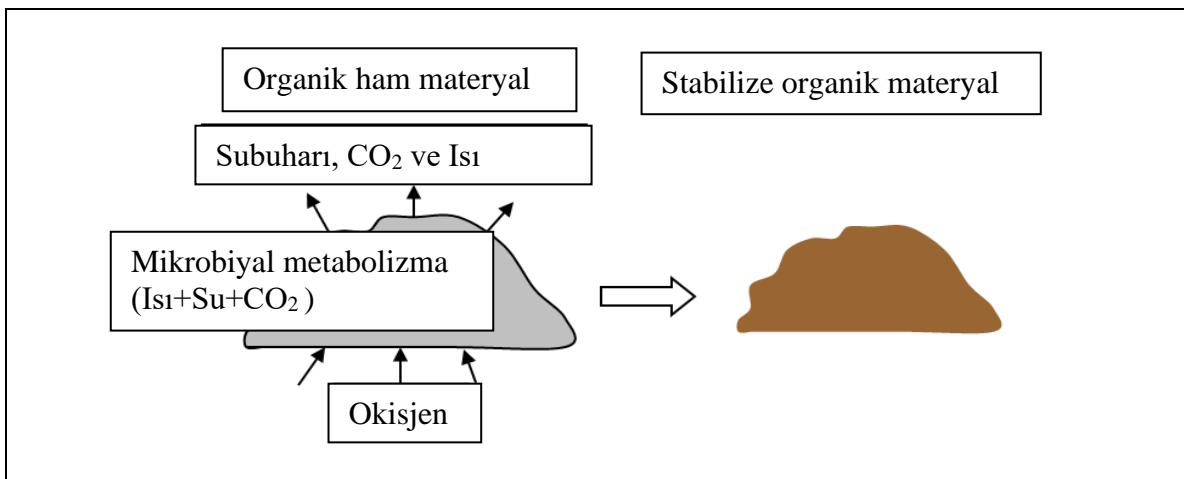
Son yıllarda endüstriyel gelişmeler çevresel atık sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Çevresel atıkların (endüstriyel ve tarımsal) ortadan kaldırılması veya kullanılması günümüz toplumları için kaçınılmaz hale gelmiştir. Genel olarak katı atıkların değerlendirilmesi ve bertarafı için dört farklı yöntem kullanılmaktadır;

- a. düzenli depolama,
- b. yakma,
- c. kompostlama,
- d. geri dönüşüm (Tchobanoglou vd., 1993).

Bu yöntemlerden kompostlaşturma, organik maddelerin ayrışmasını ve stabilizasyonunu hızlandıran, tarımsal ve endüstriyel atıkları çevreye zararsız hale getiren ve aynı zamanda tarımsal kullanım sağlayan bir süreç olması nedeniyle son yıllarda giderek daha fazla önem kazanmıştır (de Bertoldi ve Schnappinger, 2001).

Kompostlama; aerobik, yani oksijen gerektiren ve kontrollü koşullar altında organik maddelerin bozunmasına denir. Kompostlama işlemi sırasında mikroorganizma, organik materyalle beslenirken oksijen kullanır. Aktif kompostlama sırasında önemli miktarda ısı, karbondioksit (CO_2) ve su buharı (H_2O) açığa çıkar. Açığa çıkan karbondioksit (CO_2) ve su buharı (H_2O) miktarı, başlangıç materyali ağırlığının yarısı kadar olabilir (Epstein, 1997).

Kompostlamada işlem sırası şu şekildedir: Mikroorganizmalar biyokimyasal reaksiyonun gerçekleşmesi için O_2 kullanır ve bunun sonucunda ısı enerjisi açığa çıkar. Açığa çıkan ısı enerjisi ortamdaki suyu buharlaştırır ve kompost malzemesinin yavaş kurumasını sağlar (Finstein vd., 1986). Kompostlama sürecinin uygun kontrolü ile patojenik mikroorganizmalar yok edilir ve organik atıkların kütlesi ve hacmi azalır (Rynk, 1992). Etkin bir kompostlaşturma işlemi ile (fiziksel, biyolojik ve kimyasal faktörlerin aynı anda kontrol altına alınmasıyla) sistemdeki kötü koku ve tozun önüne geçilebilir (Miller, 1993). Basitleştirilmiş bir kompostlama işlemi Şekil 33'de verilmiştir.

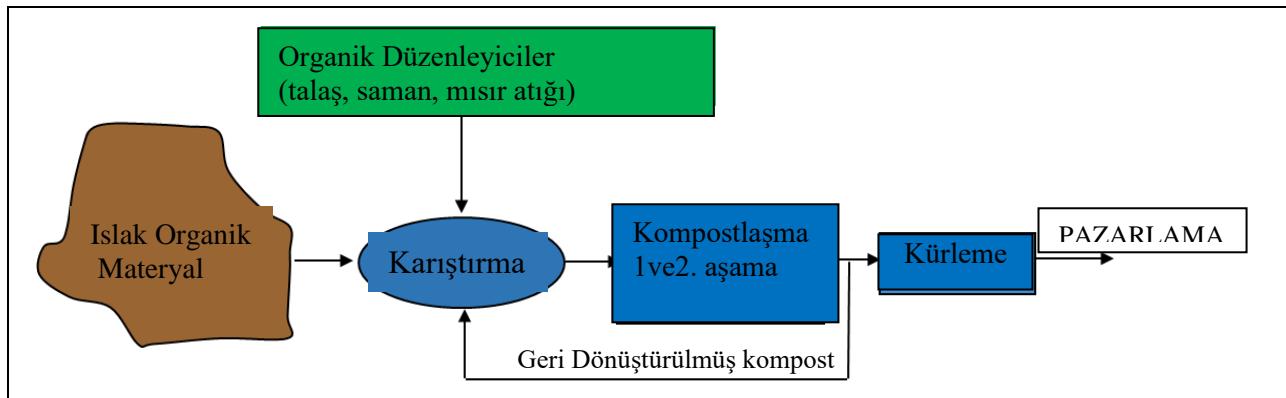


Şekil 33. Kompostlama İşlemi (Keener vd., 2000).

Kompostlama, kompost materyalindeki zararlı maddeleri azaltabilen, tarımsal uygulamalar için değerli organik gübreler ve toprak düzenleyici üreten organik atıkların bertarafı için verimli ve ekonomik bir yöntem olarak kabul edilir. Kompostlamanın üç ana uygulaması vardır: tarımsal üretim, mantar yetiştirciliği ve organik katı atıkların bertarafı. Kompostlamanın amacı ne olursa olsun, ortak bir ekolojiye dayanmaktadır (Miller, 1993). Ancak her uygulamadan elde edilen kompost, kullanılan malzeme, sistem ve sistem yönetimi nedeniyle farklı özelliklere sahiptir. Günümüzde kompostlaştımanın nasıl yapıldığına değil, kompostun nerede kullanılacağına daha çok odaklanılmış olunsa da (Rynk, 1992), iyi bir kompostlama süreci yönetimi olmadan olgun kompostun istenilen özelliklere sahip olmasının mümkün olmadığı belirtilmektedir (Keener vd., 2000).

Kompostun kalitesi temel olarak kullanılan malzemeye, işleme ve kompostlama sisteme bağlıdır (de Bertoldi ve Schnappinger, 2001). Bu temel faktörler tam olarak anlaşılmadığı için birçok ticari kompost tesisi kapatılmıştır. Kompostlama fiziksel, biyolojik ve kimyasal bir süreç olduğu için kompost üretimini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Özellikle bu faktörlerden besinler, nem, pH, sıcaklık, partikül boyutu ve gözeneklilik kompostlaştımanın kolay, ekonomik ve kokusuz hale getirilmesinde büyük önem taşımaktadır. Şekil 34'de konvansiyonel kompostlama sistemlerindeki malzeme akışı verilmektedir. C/N oranı, nem, pH gibi faktörleri göz önünde bulundurarak bir karışım hazırlamak için birincil malzeme, düzenleyiciler, geri dönüştürülebilir kompost malzemesi karıştırılır. Karışım yığın yapılrak veya reaktöre doldurularak kompostlaştırma işlemi başlatılır. Kullanılan kompostlama yöntemine göre günlük, 3 veya 4 günde bir veya haftalık ve aylık periyotlarla

yığın karıştırılır. Oluşan komposttan ısi çıkışı çok az veya hiç olmuyorsa kompostlanması düşünülen malzemelerin stabilize olduğu ve olgunlaşma aşaması başlamıştır.



Şekil 34. Geleneksel kompostlamada malzeme akışı (Keener vd., 2000)

Kompostlamanın stabilize ve sterilize edilmiş ürünü olarak ana ürün, bitki gelişimine uyumlu ve faydalı olan kompost olarak adlandırılmaktadır (Şekil 35) (Insam ve Bertoldi, 2007). Kompost, daha az kullanışlı ve sıklıkla kullanılmayan, heba edilen organik bileşenlerden elde edilen faydalı bir doğal üründür (Rynk vd, 2022). Toprağı değiştirir, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri iyileştirir, mahsul verimliliğinin artmasına ve çevre kalitesinin artmasına neden olur (Brown ve Cotton, 2011). Bu işlem sonucunda oluşan kompost, toprak düzenleyici, organik gübre veya toprak kaynaklı mikroorganizmaların kontrolü için kullanılabilir (Keener vd., 2000).



Şekil 35. Stabilize ve sterilize edilmiş kompost

Kompostlama işlemi farklı organik malzemeler (hayvan gübresi, yaprak, saman, ot atıkları, yemek atıkları vb.) kullanılarak gerçekleştirilir. Bu atıkların değerleri ve kullanımı

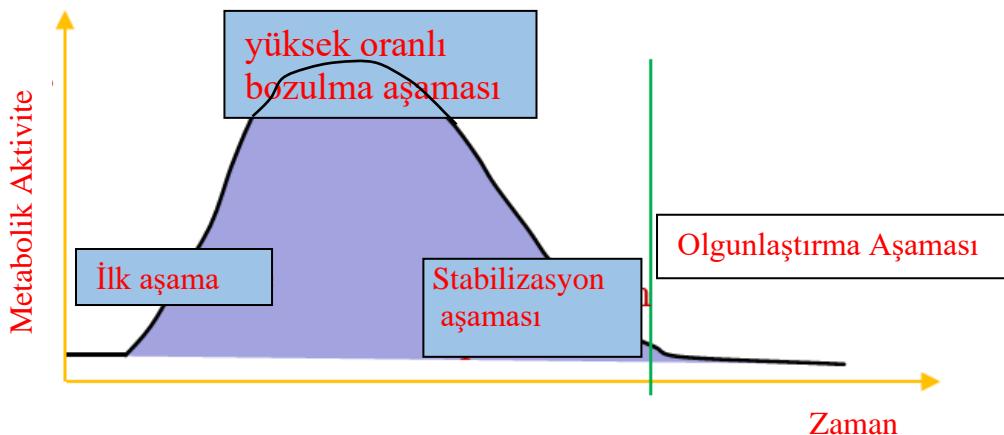
vardır. Toprağa, ürünlere, peyzaja, hayvanlara, insanlara, atmosfere ve çevreye fayda sağlayan enerji, mineral madde, organik madde, besinler ve mikroorganizmalar içerirler. Kompostlama işlemi ile bu kaynakların doğası korunurken, toprak iyileştirici ürünlere dönüştürülür. Kompostlanmış ürünlerin değeri hemen hemen her zaman orijinal hammaddelerin değerini aşmaktadır (Rynk vd., 2022).

Kontrollü koşullar altında kompostlaştırma süreci iki ana aşamadan oluşur: kompostlaştırma ve olgunlaşma (Chen ve Inbar, 1993). Bu aşamalar Şekil 4'te gösterilmiştir. Kompostlama aşaması 3 alt aşamadan oluşmaktadır. Kompostlanmanın farklı aşamalarında farklı mikroorganizma toplulukları baskın hale gelir.

1) Başlangıç aşaması: Bu aşama 1-3 gün sürer. İlk aşamada, mezofilik mikroorganizmalar ayrışma sürecinde aktiftir. Mezofilik mikroorganizmalar, çözünür, kolayca biyolojik olarak parçalanabilen bileşikleri bozar. Ayrışma sonucu oluşan ısı nedeniyle kompostun sıcaklığı hızla yükselir. Basit şeker, nişasta ve protein gibi bileşikler mezofilik mikroorganizmalar tarafından ayırtılır. Sıcaklık çok hızlı yükselir.

2) Yüksek ayrışma aşaması: Bu aşama 10-100 gün sürer. Sıcaklık yaklaşık 40 °C'ye ulaştığında, mezofilik mikroorganizmalar daha az rekabetçi hale gelir ve sıcaklığı seven termofilik mikroorganizmalar onların yerini alır. Yağlar, hemiselüloz, selüloz ve bazı ligninler termofilik mikroorganizmalar tarafından ayırtılır. Sıcaklık 40 °C'nin üzerine çıkar ve bu aşamada patojen mikroorganizmalar yok edilir. Oksijen tüketimi ve CO₂ üretimi zirvededir. Kompostlama süreci iyi kontrol edilmezse, büyük miktarda NH₃-N gazı ve diğer gazlar üretilir. İnsan ve bitki patojenleri de dahil olmak üzere birçok mikroorganizma 55 °C ve üzerindeki sıcaklıklarda yok edilir. 65 °C'nin üzerinde ayrışma son derece sınırlıdır. Bu nedenle sıcaklığı düşürmek için havalandırma ve karıştırma işlemleri yapılır. Termofilik faz sırasında, yüksek sıcaklık proteinlerin, yağların ve kompleks karbonhidratların (selüloz ve hemiselüloz gibi) parçalanmasını hızlandırır.

3) Stabilizasyon aşaması: Bu aşama da 10-100 gün sürer. Hemiselüloz, selüloz ve bazı ligninler ayrışmaya devam eder ve sıcaklık düşer. Yüksek enerjili bileşiklerin tükenmesi ile kompostun sıcaklığı düşer ve mezofilik mikroorganizmalar yeniden devreye girer ve son aşama olan organik maddenin olgunlaşmasında yer alırlar (Chen ve Inbar, 1993). Olgunlaşma aşamasında mezofilik mikroorganizmalar tekrar koloniler oluşturur. Olgunlaşma aşaması en az 1 ay, genellikle 3-6 ay sürer (Chen ve Inbar, 1993). Herhangi bir adımın süresi kompostlanacak organik malzemeye, C/N oranına, parçacık boyutuna, karıştırma sıklığına ve diğer birçok faktöre bağlı olarak değişir.



Şekil 36. Kompostlama süreci aşamaları (Keener vd., 2000).

Olgunlaşma evresinde mezofilik mikroorganizmalar tekrar koloniler oluşturur. Olgunlaşma aşaması en az 1 ay, genellikle 3-6 ay sürer (Chen ve Inbar, 1993). Herhangi bir adımın süresi kompostlanacak organik malzemeye, C/N oranına, parçacık boyutuna, karıştırma sıklığına ve diğer birçok faktöre bağlı olarak değişecektir.

5.1.1. Kompostlama sürecini etkileyen faktörler

Mikroorganizmanın büyümeyi ve işleyişini sağlayan koşullar sağlandığında kompostlama süreci daha hızlı gerçekleşir (Tablo 4).

5.1.2. Besinler

Karbon (C), azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kompostlama sürecinde çalışan mikroorganizmalar için gerekli besinlerdir. Hayvan gübresi, bitki atıkları ve gıda atıkları gibi organik maddeler çok büyük miktarda besin içerir (Rynk, 1992). Başarılı kompostlama için en önemli faktörlerden biri C/N oranıdır (Poincelot, 1977). Genel olarak, biyolojik organizmalar (insanlar dahil) azot başına 15-30 karbona ihtiyaç duyar. Bu nedenle mikroorganizmaların belirli oranlarda karbon ve azot sağlaması önemlidir. Karbonun azota oranına C/N oranı denir. Mikroorganizmalar hem enerji hem de büyümeye için karbon kullanır ve protein oluşturmak için nitrojen kullanır (Poincelot, 1977; Haug, 1993). Genel olarak, kompostlaşdırma için ideal C/N oranı 25-30:1'dir, ancak 20:1 ile 40:1 arasındaki ilk C/N oranları iyi kompostlama için kabul edilebilir sınırlar içindedir (Keener vd., 2000). Aşırı veya yetersiz miktarda karbon veya azot kompostlama sürecini etkiler. Düşük C/N oranı değerlerinde (20:1'den az), mevcut karbon ve nitrojen mikroorganizma tarafından tamamen stabilizasyon yapılmadan kullanıldığı için

amonyak gazı oluşur ve istenmeyen bir kötü koku oluşur (Ekinci vd., 2000). C/N oranı 40:1'den yüksek olduğunda ayrışma süreci yavaşlar (Rynk, 1992; Haug, 1993; Ekinci vd., 2002).

C/N oranı kompost için karışımın belirlenmesinde önemli bir parametre olmasına rağmen, karbon bileşiklerinin bozunma hızı da dikkate alınmalıdır. Örneğin, samandaki karbonların kullanımı odunsu malzemelerdeki karbondan daha kolaydır. Bunun nedeni, odunsu malzemedeki karbon bileşiklerinin, biyolojik bozunmaya karşı dirençli olan organik bileşik-ligin tarafından bağlanmasıdır. Benzer şekilde, meyve artıklarının basit şekerlerindeki karbon, samandaki selüloz-karbondan daha hızlı ayrılır. Karbonun ayrıştırılması zorsa kompostlama süreci yavaş olabilir. Ayrışma işlemi kompost partikülü üzerinde gerçekleştiğinden, kompost matrisinde gözeneklilik bir problem olmadığı sürece partikül boyutu azaltılarak (yüzey alanını artıran) bozunma hızı artırılabilir. İstenirse, daha uzun kompostlama süresine rağmen zayıf ayrışma oranını telafi etmek için karbon içeriği yüksek bir orana ayarlanabilir (Rynk, 1992).

5.1.3. Havalandırma ve oksijen konsantrasyonu (O_2)

Aerobik kompostlaştırmada hava üç ana amaç için sağlanır: (1) organik maddelerin ayrışması için gerekli olan oksijeni karşılamak, (2) kompostlama devam ederken kompost matrisindeki suyu uzaklaştırmak, (3) üretilen ısı enerjisi. bozunmanın bir sonucu ortamda sıcaklığı arttırır. Isı enerjisi ortamdan uzaklaştırılmazsa ayrışma önce yavaşlar, sonra durur. Bunu önlemek için ortamda fazla ısının havalandırma ile uzaklaştırılması gerekmektedir (Rynk, 1992; Haug, 1993; Ekinci; 2001). Havalandırma yöntemi, kullanılan kompostlama sistemine, organik malzemeye ve ekonomik faktörlere bağlı olarak farklılık gösterir. Hesaplamalar doğrultusunda elde edilen bilgilere göre, ısıyı uzaklaştırmak için gereken hava miktarı, oksijen sağlamak için gereken havalandırma miktarından 10 kat daha fazladır (Haug, 1993). Bu nedenle havalandırma miktarını ve sıklığını belirleyen kompost sıcaklığıdır (Keener vd., 1993). Malzemeden nemi uzaklaştırmak için gereken havalandırma hızı, ortama oksijen sağlamak için gereken havalandırma hızından daha yüksek, ancak ortamda üretilen ısıyı uzaklaştırmak için gereken havalandırma hızından daha düşüktür (Haug, 1993).

Aerobik kompostlamada mikroorganizmalar O_2 tüketir ve CO_2 üretir. Kompostlamanın ilk aşamalarında, hammaddenin kolayca parçalanabilen kısmı mikroorganizma tarafından kullanılır. Bu nedenle oksijen talebi ve ısı üretimi kompostlaştırmayanın ilk aşamalarında en fazladır ve kompostlama ilerledikçe azalır. Ortamda oksijen miktarı sınırlı ise kompostlama süreci yavaşlar (Miller, 1993). Kompost matrisinde, aerobik kompostlama için minimum %5 oksijen konsantrasyonu gereklidir (Rynk, 1992; Harper vd., 1992). Oksijen konsantrasyonu mikroorganizma faaliyetleri için yeterli değilse, kompostlama işlemi anaerobik koşullar altında

gerçekleşir. Anaerobik kompostlama, farklı mikroorganizmaları ve biyokimyasal reaksiyonları içerir. Anaerobik kompostlaştırmadanın aerobik kompostlaştırmaya göre daha az enerji salımı ve daha yüksek koku potansiyeline sahip olduğu, daha yavaş ve daha az etkili olduğu belirtilmektedir (Haug, 1993). Anaerobik kompostlama, farklı mikroorganizmaları ve biyokimyasal reaksiyonları içerir. Anaerobik kompostlaştırmadanın, aerobik kompostlaştırmaya göre daha az enerji salımı ve daha yüksek koku potansiyeli olduğu için daha yavaş ve daha az etkili olduğu belirtilmektedir (Haug, 1993). Anaerobik kompostlama, metan (CH_4), organik asit, hidrojen sülfür (H_2S) ve diğer bileşikler gibi ara ürünler üretir. Bu bileşiklerin birçoğu çok keskin bir kokuya sahiptir ve sağlık açısından tehlike arz eder. Ortamda aerobik koşulların sağlanması, anaerobik ortamda oluşan keskin kokunun önlenmesi açısından oldukça önemlidir (Rynk, 1992).

5.1.4. pH

Kompostlama işleminin sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için kontrol edilmesi gereken parametrelerden biri de ortamın pH değeridir (Ekinci vd., 2000). Tercih edilen ortam pH'ı 6.5-8.0 olmasına rağmen (Rynk, 1992), kompost ortamının doğal tamponlama kapasitesi nedeniyle bu sınırlar daha genişdir (Haug, 1993). pH 5.5 ile 9.0 arasında olduğunda kompostlama etkili bir şekilde yapılabilir. Bununla birlikte, ortam pH'ı nötr ($\text{pH}=7$) olduğunda, proses verimliliği, ortam pH'ının 5.5-9.0 olduğu duruma göre daha yüksektir. Kompostlamada azot içeriği yüksek malzemelerin kullanılmasında pH çok önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir (Elwell vd., 1998). pH=8.5 olduğunda azotun amonyak gazına dönüşümünü hızlandırır. pH'ın 8.0'in altına düşürülmesi amonyak gazı kayıplarını azaltır (Ekinci vd., 2000). Kompost pH'ını kireç, kül ve diğer katkı maddeleri ile artırmak her zaman gerekli değildir ve amonyak gazı kayıplarını artırdığından tavsiye edilmez. Bu tür katkı maddeleri kullanılaraksa az miktarda kullanılmalı ve çok iyi karıştırılmalıdır (Rynk, 1992). Kompostlama işlemi, kompost malzemesinin yapısını ve pH'ını değiştirir. Örneğin azotlu bileşiklerden oluşan amonyak gazı pH'ı yükseltirken, kompostun erken evrelerinde ortamda üretilen organik asit pH'ı düşürür. Başlangıç malzemesinin pH'ından bağımsız olarak, bitmiş kompostun pH'ı nötre yakındır (Haug, 1993).

5.1.5. Nem

Mikroorganizmanın metabolik aktivitelerini desteklemek için nem gereklidir. Su, kimyasal reaksiyonlar için ortam sağlar, besinleri taşıır ve mikroorganizmaların hareket etmesini sağlar. Teoride biyolojik aktiviteler, materyaldeki nem içeriği doymuş (%100) noktasında

olduğunda optimaldir (Gouleke, 1977). Ancak bu koşullarda mikroorganizmanın oksijen alımı zorlaştığından ve anaerobik koşullar oluştugundan nem içeriği %45-65 arasında olmalıdır (Rynk, 1992; Keener vd., 2000; Ekinci vd., 2004). . Malzemenin nem içeriği %15'in altına düştüğünde biyolojik aktiviteler durur (Rynk, 1992). Kompostlama işleminin nem içeriği %40'a yaklaşındından mikroorganizmalar faaliyetlerine yavaş yavaş devam eder. Nem içeriği %65'in üzerinde olduğunda kompost malzemesinin gözeneklerindeki havanın yerini su alır. Bu olay havanın hareketini sınırlar ve anaerobik koşullara yol açar. Kompostlama süreci ilerledikçe ilk nem içeriği 40'in çok üzerinde olmalıdır. Çoğu kompost karışımı için, %50-60 nem içeriği elde etmek için çok kuru malzemeler çok ıslak malzemelerle karıştırılır. Kompostlama işlemi sırasında kompost yığınından buharlaşma ile nem içeriği azalır ve yağmur ve kar yağışı ile su ilavesi artar. Genel olarak, buharlaşan su miktarı eklenen su miktarından daha fazla olduğu için nem içeriği azalma eğilimindedir (Rynk, 1992).

5.1.6. Organik malzemenin yapısı

Bitki hücre duvarları üç bileşikten oluşur: selüloz, lignin ve hemiselüloz. Ligninin parçalanması özellikle zordur ve diğer hücre duvarı bileşenlerinin biyoyararlanımını karmaşık hale getirir. Ayrıca farklı bitki materyalleri birbirinden çok farklı bozunmalara sahiptir (Richard, 2001). Selülozun enzimatik reaksiyonlarla parçalanması gereklidir. Hemiselüloz, glukoz, mannoz, galaktoz, arabinoz ve ksiloz polimerlerinin dallanmasıyla oluşur. Lignin, fenilpropan birimlerinden oluşan karmaşık bir polimerdir. Özellikle mantarlar, enzimatik reaksiyonlarla lignini bozar.

5.1.7. Sıcaklık

Kompostlamanın temel parametrelerinden biri olan sıcaklık, kompost ortamında hangi mikroorganizmaların baskın olacağını belirler. Kompostlamanın başlangıcında kompost kütlesinin sıcaklığı dış havanın sıcaklığına eşittir ancak kompost ortamında mikroorganizma çoğaldıkça sıcaklık artar. Sıcaklık 40 °C'nin üzerine çıktığında, mezofilik faz (10-40 °C) termofilik faz (40-70 °C) ile yer değiştirir (Poincelot, 1977). Mezofilik sıcaklıklar etkili kompostlama sağlasa da, birçok uzman kompost sıcaklığının 43 °C ile 65 °C arasında tutulmasını önermektedir. Termofilik sıcaklıklarda daha fazla patojen, yabancı ot tohumu ve sinek larvaları öldürdüğü için daha çok tercih edilir. Yasal uygulamalar, insan patojenlerini öldürmek için sıcaklığın 55 °C olması gerektiğini söylüyor (Rynk, 1992; Keener vd., 2000). Bu sıcaklık aynı zamanda bitki patojenlerinin yok edilmesi anlamına gelir.Çoğu yabancı ot tohumunu öldürmek için gereken kritik sıcaklık 63 °C'dir. Organik atıkların mikroorganizmalar tarafından parçalanması sonucunda büyük miktarda ısı enerjisi açığa çıkar. Kompost

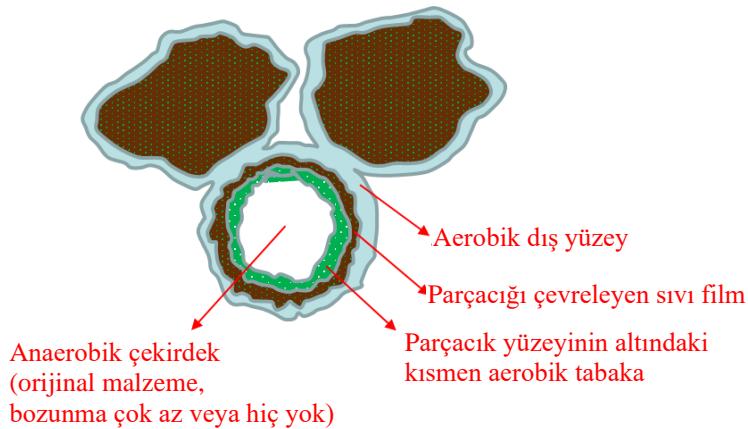
malzemesinin yalıtkan özelliği, sıcaklıkta bir artışa neden olan ısı birikimine yol açar (Finstein vd., 1986). Hava hareketi, su buharı ve diğer gazları taşırlı ve kompost malzemesi sürekli olarak ısı kaybeder. Kompost yiğininin karıştırılması veya havalandırılması ısı kaybını hızlandırır ve sıcaklığı belirli değerlerde tutmak için kullanılır. Soğuk hava ve küçük kompost yiğinları ısı kaybını hızlandırır (Fernandes ve Sartaj 1997).

Kompostta ısı birikmesi sonucu kompostun sıcaklığını 60°C 'nin oldukça üzerine çıkarır. Mikroorganizma, yüksek sıcaklık nedeniyle aktivitesini kaybeder ve kompostlama sürecini yavaşlatır. Mikroorganizmanın aktivitesine bağlı olarak üretilen ısı ve kompost malzemesinin yalıtkan özelliği nedeniyle sıcaklık 72°C 'ye kadar çıkabilmektedir (Keener vd., 1997). Bu noktada çoğu mikroorganizma ya ölür ya da çevrede hareketsiz kalır. Sonuç olarak, kompostlama süreci durur ve mikroorganizmanın hayatı kalması için gerekli ortam oluşturulana kadar işlevlerini yerine getiremez. Bu fenomeni önlemek için kompost sıcaklığı sürekli izlenmelidir. Kompost sıcaklığı 60°C 'ye yaklaşırsa, ısı kayipları havalandırma veya karıştırma yoluyla hızlandırılmalıdır. Mikroorganizmalar ısı nedeniyle canlılıklarını kaybederlerse kompost yiğininin başka bir aktif kompost yiğininden mikroorganizmalarla karıştırılması tavsiye edilir (Rynk, 1992).

5.1.8. Gözeneklilik, yapı, doku ve parçacık boyutu

Gözeneklilik, yapı ve doku, malzemenin fiziksel özellikleri olan parçacık boyutu ve şekli ile ilgilidir. Bu fiziksel özellikler kompostlama sürecinde uygulanan havalandırma sürecini etkiler. Bu fiziksel özellikler, seçilen malzemeye ve kırma veya karıştırma işlemine bağlı olarak değişebilir. Parçacık boyutu, malzemenin boyutuna ve hava boşluğuna göre hesaplanır. Daha büyük parçacıkların ve daha düzgün parçacıkların varlığı gözenekliliği arttırmır (Rynk, 1992). Yapı, parçacıkların dayanıklılığı olarak tanımlanır (kompost malzemesinin zamanla çökmeye veya sıkışmaya karşı direncinin bir ölçüsü). İyi bir yapı, zamanla ıslak kompost yiğinındaki gözeneklilik kaybını önler. Doku, aerobik mikroorganizmaların aktiviteleri için mevcut olan malzeme yüzeyini tanımlamak için kullanılan bir özellikdir. Organik maddelerin aerobik ayrışması malzeme parçacıklarının yüzeyinde meydana gelir. Bunun nedeni oksijenin hava boşluklarında daha hızlı, sıvılarda ve partiküllerin katı kısımlarında daha yavaş hareket etmesidir. Aerobik mikroorganizma popülasyonları, partikül yüzeyini çevreleyen sıvı tabakada yoğunlaşmıştır. Mikroorganizmalar partikül merkezine giremedikleri için herhangi bir bozunma işlemi gerçekleşmez ve sadece partikül yüzeyindeki mevcut oksijeni kullanırlar. Küçük parçacıklar için yüzey alanı daha büyük olduğundan, artan yüzey alanı ile ayrişma hızı artar. Bununla birlikte, küçük parçacıklar etkin gözenekliliği azaltır.

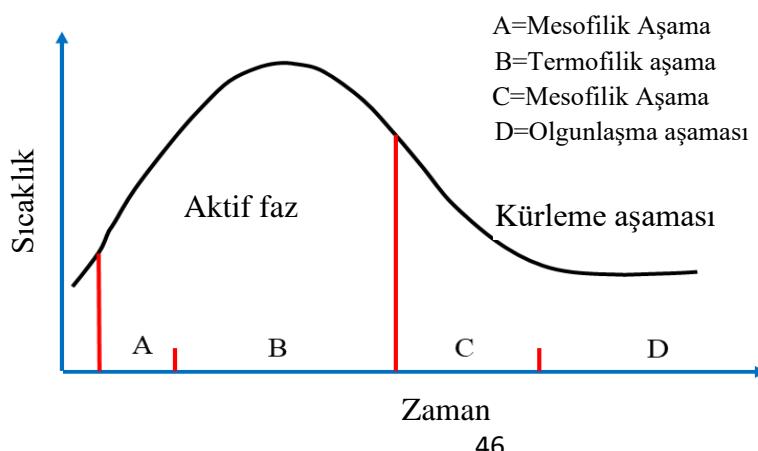
Parçacık boyutları 0,3-5 cm arasında olduğunda kompostlaşturma işlemi iyi sonuçlar verir (Rynk, 1992).



Şekil 37. Katı parçacıkların ayrışması

5.2. Olgunlaşma

Kompostun olgunlaştiği kür aşaması hayatı derecede önemlidir ve kompostlaştırmının her zaman vurgulanmayan önemli aşamalarından biridir. Kürleme aşaması, fitotoksik etkiler olmaksızın saklanabilen ve kullanılabilen stabil bir kompost ürünü elde etmek için esastır (Epstein, 2011; Oshins vd., 2022). Solunum hızlarındaki daha hızlı azalma nedeniyle kürleme sırasında havalandırma düşünülmeli dir (Haug, 1993). Kürleme aşaması düşük sıcaklıklarda gerçekleşir. Aktif faza göre daha az metabolik enerji üretilir, daha az oksijen tüketilir ve daha az nem buharlaşması gözlemlenir. Kürleme aşamasının başlangıcı ve bitisi için kesin bir nokta yoktur (Şekil 38). Öte yandan, yiğinların karıştırılmasından sonra yeniden ısıtmanın gözlenmediği noktada kürleme aşaması başlar. Cebri havalandırmalı statik kazık yönteminde, kazık sıcaklığı sabit bir düşüş gösterdikten sonra başlar ve mezofilik seviyelere (40°C) yaklaşır. Yiğinde yeterli nem varsa, soğutma için artık havaya gerek yoktur (Oshins vd., 2022).



Şekil 38. Ortalama bir kompost yığınındaki sıcaklık değişimleri (Briški ve Domanovac, 2017)

Sertleşme aşamasında, ayırmaya dirençli bileşikler, organik asitler ve aktif fazdan gelen büyük partiküller ayırmaya devam eder. Bazı selülozik bileşikleri parçalayabilen mantarlar ve aktinomisetler, yalnızca kürleme fazının mezofilik sıcaklık rejiminde aktiftir. Bu aşamada C/N oranı azalır, değişim kapasitesi artar ve hümik bileşenlerin konsantrasyonu artar. İstenen bazı değişiklikler yalnızca düşük sıcaklıklarda gerçekleşir. Örneğin, (1) nitrifikasyon, amonyumun nitrat nitrojene dönüştürülmesidir. Nitrifikasyon sadece kürleme aşamasında fark edilir hale gelir. (2) başka bir değişiklik, kompostun hastalık baskılacyjı özelliklerini veren toprak organizmalarının yeniden kolonizasyonudur (Oshins vd., 2022). İyileştirme aşamasının temel hedeflerinden biri, çeşitlendirilmiş bir mikrobiyal topluluğun yeniden kurulması gibi görünmektedir. Bakteriyel enfeksiyonların yeniden büyümesini önleme kapasitelerinin bir sonucu olarak, çeşitli flora da kompost ürünlerinin önemli bir faydası gibi görülmektedir (Haug, 1993). (3) humus benzeri bileşiklerin gelişimi, belirtilen koşullar altında daha kolay gerçekleşir (Oshins vd., 2022).

Kısa aktif fazlı bir kompostlama süreci veya kötü yönetilen bir kompostlama prosesinden elde edilen kompost, kürleme fazının süresini uzatarak kompostun güvenli kullanımını sağlar ve olgunlaşmamış kompost kullanımının tesise zarar vermesini engeller. Termofilik bozunma sırasında üretilen bazı fitotoksik ara ürünler, kürleme fazı sırasında tamamen ayırsız (Oshins vd., 2022). Olgunlaşmamış kompostla ilgili bir problem, sürekli ayırmadır. Mikrobiyal biyokütle, materyali parçalamak için toprak gözeneklerindeki oksijeni kullandığından, toprakta olgunlaşmamış bir kompostun devam eden ayırması anaerobik koşulları indükleyebilir (Mathur, 1993). Olgunlaşmamış kompost oksijen tüketmeye devam eder, böylece bitki köklerine oksijen kullanılabilirliğini azaltır. Tamamen olgunlaşmamış kompost oksijen tüketmeye devam eder ve bu da bitki kökleri için mevcut olan oksijen miktarını azaltır (van der Wurff vd., 2016; Oshins vd., 2022). Bazı bahçecilik veya tarımsal kullanımlar için olgunlaşmamış kompost kullanıldığında, yüksek miktarlarda organik asitler (Haug, 1993) ve amonyum, yüksek C/N oranı ve zararlı olabilecek diğer nitelikleri de içerebilir. Amaçlanan kompost olgunluk seviyesi, teoride kürleme süresini belirlemelidir. Genel fikir birliği, kürleme için en az bir ay verilmesini önerilir (Oshins vd., 2022).

Aerobik parçalanma sürecini sürdürdüğü için kürleme sırasında hala yeterli havalandırma gereklidir (Haug 1993; Epstein, 2011; Oshins vd., 2022). Solunum hızlarındaki daha hızlı azalma nedeniyle, kürleme sırasında havalandırma dikkate alınmalıdır (Haug, 1993).

Kürleme yiğinlarının boyutu ve nem içeriği, devam eden oksijen talebiyle sınırlıdır. Kürleme sırasında oksijen ihtiyacı termofilik fazdakinden çok daha düşük olduğundan, kürleme yiğinları anaerobik koşullara girmeden öncekilerden önemli ölçüde daha büyük olabilir. Kür yiğinlarında anaerobik koşullar ortaya çıkarsa, üretilen anaerobik ürünler kürlenmiş kompost havaya maruz kaldığında oldukça hızlı bir şekilde bozulabilir (Oshins vd., 2022). Kürleme, ayrı bir adım olmaktan ziyade ana kompostlama sürecinin önemli bir bileşeni olabilir. Yine de, kürleme adımı aktif kompostlama aşamasından ayırmadan faydalıdır. Kompost yaşlandıkça ısı üretimi ve oksijen ihtiyacı önemli ölçüde azalır. Tipik olarak, bu daha düşük bir yönetim düzeyi sağlar. Kürleme aşamasını izole ederek süreç izleme ve kontrol yönetimi için gereken süreyi kısaltmak mümkündür (Stoffella ve Kahn, 2001). Ön eleme veya eleme sonrası kürleme her ikisi de mümkündür. Taramadan sonra kürleme yapılrsa, hacim arttırıcı madde elimine edilir. Sonuç olarak, daha az hacim arttırıcı madde bozulması ve daha fazla geri kazanım vardır. Kürleme daha az yer gerektirir. Bu koşullarda en iyi havalandırma tekniği zorlanır. Kürledikten sonra kompost taranırsa, kürleme için daha fazla alan gereklidir. Konvektif hava oksijen için yeterli olabilirken kompostta hacim arttırıcı madde hala mevcutsa cebri hava gerekliliğine sahip olamaz. Hacim arttırıcı madde bozulacak ve geri dönüşüm kapasitesini azaltacaktır (Epstein, 2011).

Sıcaklık düşüşü yalnızca termofilik fazdan kürlemeye geçişe gösterebileceğinden, kompostlaşdırma işleminin bitip bitmediğini belirlemek için sıcaklık tek başına yeterli değildir. Kararlılık ve olgunluk, bir kompostun tamamlanma durumunu tanımlamak için kullanılan iki kelimedir. Kürleme aşamasında kompost stabil ve olgun hale gelebilir. Bazı uygulamalar daha bitmiş kompost gerektirdiğinden kompostun kullanım amacı önemlidir; diğerleri olgunlaşmamış kompost kullanabilir (Oshins vd., 2022). Kompost olgunluğu fitotoksisite ile ilgiliyken, stabilité genellikle kompostun mikrobiyal aktivitesi ile ilgilidir (Iannotti vd., 1993). Bununla birlikte, fitotoksik bileşikler stabil olmayan kompostlarda mikroorganizmalar tarafından üretildiğinden, hem stabilité hem de olgunluk genellikle birlikte değerlendirilir (Zucconi vd., 1981). Kararlılık belirli bir aşamayı veya ayırmayı ifade ederken, olgunluk kompostlaşırmanın tamamlanma derecesi veya seviyesidir (Bernal vd., 2009). Mikrobiyal topluluk, bir ürün stabil olduğunda daha az oksijen kullanır ve daha az karbondioksit üretir. Ürün rahatsız edici olmayacağı ve toprak kokusuna sahip olacaktır. Düşük yağ asidi içeriği ve ürünün bitki büyümeyi engelleyememesi, olgun bir ürünü tanımlar (Epstein, 2011).

BÖLÜM 6

KOMPOSTUN ÖZELLİKLERİ VE KALİTESİ

6.1 Kompostun Özellikleri

Kompostu karakterize etmekte kullanılan genel parametreler; pH, karbon, azot, kükürt, NH_4/NO_3 içeriği (amonyum/nitrat), organik madde, nem, elektriksel iletkenlik ve ağır metal içeriğidir.

Kompostlama kontrolünün ana faktörleri; (a) çevresel parametreler (sıcaklık, nem içeriği, pH, havalandırma) ve (b) hamadelere ait bazı doğal parametreler (C/N oranı, partikül boyutu ve besin içeriği) dir. Kompost kalitesi, çeşitli inorganik ve organik kirleticilerin varlığı ve bunların stabilitesi, besin içeriği, fiziko-kimyasal ve biyolojik parametreleri ile ilişkili önemli bir çevresel faktördür (Silva vd., 2007). Kompostun olgunluğunu değerlendirmek için birçok araştırma (Bernal vd., 2009; Cestonaro vd., 2021; Illera-Vives vd., 2017; Toledo vd., 2020) pH gibi kimyasal özelliklere dayanmaktadır. Tipik değerler 6.5-8.5'tir, bu parametreler kompostun asitliğini veya bazlığını ölçer. Aşırı yüksek değerler amonyak kokularına ve amonyak kayıplarına neden olabilir.

Elektriksel iletkenlik (EC), katyonlar (Na^+ sodyum, K^+ potasyum, Ca^{2+} kalsiyum ve Mg^{2+} magnezyum) ve anyonlar (HCO_3^- bikarbonat, Cl^- klor ve SO_4^{2-} sülfat) içeren numunenin çözünür mineral içeriğini yansıtır. Elektriksel iletkenlik (EC) değerleri tipik olarak 500-4.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında olur. Buna karşılık yüksek EC bitkiler üzerinde dehidrasyon etkisi yaratır ve özellikle saksılarda ve/veya fide tüplerinde yüksek oranlarda köklendirici harç olarak kullanılrsa tohum çimlenmesini ve ürün gelişimini önemli ölçüde engelleyebilir (Paradelo vd., 2012).

Toprağa eklenmesi amaçlanan kompost, yüksek oranda organik madde içermelidir (Gigliotti vd., 2012). Organik madde, kompostlama işleminden sonra kalan kuru maddenin yüzdesini gösterir. %30'un altındaki değerler genellikle kompostun kum, toprak, kül veya başka bir mineral bileşik ile karıştırıldığını gösterir, ancak bu organik maddenin kompostlama işlemi sırasında stabil ve olgun olması çok önemlidir. Farklı kimyasal parametreler, özellikle C/N oranı, KOİ (kimyasal oksijen içeriği), $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ oranı ve mikrobiyal solunum oranları kompost stabilitesini ve olgunluğunu yansıtır (Barrena vd., 2006). **C/N oranı, kompostlama sürecini ve kompostun stabilitesini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir göstergedir.** Bu indeks, organik maddenin mikrobiyal bir perspektiften stabilitesini gösterir ve kompostun toprakta stabil olup olmadığını tahmin eder. Literatürde kompostlama için en uygun C/N oranı konusunda bir fikir birliği yoktur. Bazı araştırmacılar (Benny Chefetz vd., 1996; Provenzano vd., 2001) 10'a yakın değerlerin yavaş mikrobiyal aktiviteyi gösterdiğini ve materyal stabilizasyonuna yol açtığını düşünmektedir. Tomati'ye göre (Tomati vd., 2002) stabilize kompostun C/N oranı 11 ile 22 arasında olmalıdır. Benny Chefetz vd., (1996) bu oranı

kabulenmesine rağmen özellikle belediyelerin atıklardan oluşturdukları kompostlarda C/N oranının kompost olgunluğunu göstermede güvenilir bir parameter olmadığını ileri sürmektedir. Azot içeriği normalde 1%.0-2.5 arasında değişir. Azot içeriği yüksek (>%3) kompost üretmek için yüksek havalandırma seviyesi ve uzun süre ve düşük partikül boyutu kullanılması tavsiye edilir. El Kader'e göre (el Kader vd., 2007) serbest hava boşluğu (partikül boyutu ile ilgili) ve yüksek azot içeriği kaybına neden olan amonyum emisyonları arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır. Fosfor değerleri normalde %0.40-1.2 arasında değişir; Potasyum (K₂O) % 0,50-1,3 arasındadır. Mineral besin değerleri büyük ölçüde başlangıç biyoatığına (bahçe ve mutfak atıklarının oranı), ayrıca kompostlaştırma sürecine (endüstriyel veya kendi kendine kompostlaştırma) ve numunenin karıştırılmasına bağlıdır.

Kompostun olası olumsuz etkilerinden biri, çevreye bulaşabilen ağır metal içeriği ve bu ağır metallerin topraktan besin zincirine geçme olasılığıdır. Bu nedenle, 'Düşük metalli kompost' toprak yönetimi uygulamaları için çok değerli bir kaynaktır. Real Decreto 506/2013'e göre kadmiyum, bakır, nikel, çinko, cıva, krom ve kurşun gibi ağır metaller, Tablo 8'de gösterildiği gibi kompostta düşük konsantrasyonda bulunmalıdır.

Tablo 8. Ağır metal içeriğine göre kompost sınıflaması (RD 506/2013 e göre)

Birim mg/kg	¹ Sınıf A	² Sınıf B	³ Sınıf C
Kadminyum	0.7	2	3
Bakır	70	300	400
Nikel	25	90	100
Kurşun	45	150	200
Çinko	200	500	1000
Cıva	0.4	1.5	2.5
Krom (total)	70	250	300
Krom (VI)		-	

1Sınıf A: Ağır metal içeriğinin A sütunundaki değerlerden hiçbirini aşmadığı gübre ürünler.

2Sınıf B: Ağır metal içeriğinin B sütunundaki değerlerden hiçbirini aşmadığı gübre ürünler.

3C Sınıfı: Ağır metal içeriğinin C sütunundaki değerlerden hiçbirini aşmadığı gübre ürünler.

Organik toprak ıslahı olarak kompost kullanmanın faydaları tarım arazilerinde görülebilir. Ancak, kompost sadece karakterize edildikten ve güvenli olduğu gösterildikten sonra toprağa uygulanmalıdır. Laboratuvar analizleri kompost üretiminde önemli bir araçtır. Amaçlanan kullanımlar için;

- pH: Herhangi bir kompostun pH'sı nötr ila hafif asit (6.05-7.5) arasında olmalıdır ve pH 8.0'i aşarsa düşürülmelidir. Yüksek pH'ın düşürülmesi amonyak buharlaşmasını (kayıplarını) ve kokuları azaltır, dengeli bir mikrobiyal popülasyonu destekler.

- N-P-K (azot-fosfor-potasium): bitmiş kompostun yüzdeleri nispeten düşüktür, ancak faydaları bitkilerin daha etkili bir şekilde kullanabileceği organik olarak bağlı N ve P'nin toprakta yavaş salımında yatkınlık göstermektedir (Gershuny ve Martin, 1992).

- Kompost kalitesi açısından ideal olan mutlak bir organik madde seviyesi yoktur, bunun yerine miktarlar kompostun yaşı, azot içeriği ve kullanım amacı ile bağlantılı olarak değerlendirilmelidir.

- C/N oranı yaklaşık 17 olduğunda kompostlar olgun kabul edilebilir.

- Tuzluluğa en çok katkıda bulunan bileşenler Na, K, Cl, amonyak, nitrat ve sülfattır. Düşük değerler, mevcut tuzların eksikliğini gösterirken, yüksek değerler, biyolojik aktiviteyi engellemeyecek veya büyük miktarlarda malzeme kullanılması durumunda arazi uygulaması için uygun olmayabilecek büyük miktarda çözünür tuzları gösterir.

- Bitki gelişimi için önemli faktörler P, Mg, K ve Ca gibi besin elementleridir. Bu elementlerin konsantrasyonları, toplam veya mevcut formlar olarak ifade edilebilir.

- Alt tabakaların hazırlanmasında dikkate alınması gereken fiziksel özellikler arasında toplam gözeneklilik, serbest hava boşluğu, su tutma kapasitesi, yoğun yoğunluğu, sıkıştırılmış yoğunluğu ve parçacık yoğunluğu bulunmaktadır.

- Kompostun organik maddesinin büyük bir bölümünü oluşturan hümik maddeler, kararlı metal şelatlar oluşturarak metal çözünürlüğünü azaltabilir (Ross, 1994).

- Düşük nitrat konsantrasyonu, denitrifikasyon yoluyla gaz halindeki N kaybına neden olarak yetersiz oksijeni veya nitrifikasyon yapan mikroorganizmaların inhibisyonuna neden olan yüksek pH'ı gösterebilir.

- Çözünebilir azot kompostta amonyak olarak da bulunabilir, ancak bu daha uçucu olduğundan ve kompost yüzeye yayılırsa kaybolabileceğinden bu arzu edilmez.

Topraktaki artan N, P, K, pH ve C (karbon) seviyeleri, uygulama yıllarının ötesinde mahsul verimini artırabilir. Yapılan bir çalışmada, toprak pH'sı, organik madde, toplam N, NO₃-N (nitrat azotu) ve P seviyelerinin hayvan gübresi uygulaması sona erdikten 4 yıl sonra hala yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Mugwira, 1979). Eghball vd., (2004), N bazlı gübre veya kompost uygulamasını takiben toprakta artan bitki kullanılabilir P seviyesinin, herhangi bir ilave P ilavesi olmaksızın 10 yıla kadar bitkinin P alımına katkıda bulunabileceğini bulmuştur.

Ginting'e göre (Ginting vd., 2003), 4 yıl önce durdurulan artık gübre ve kompost uygulamaları sonucunda sera gazı emisyonlarında (CO_2 (karbondioksit), CH_4 (metan) ve N_2O (azot dioksit)) artış tespit edilmemiştir.

6.2 Kompost Kalitesi

Bu bölümde ortak ülkelerin “Ulusal Kompost Yönergelerinin Durumu” özetlenecektir. Kompost standartları karşılaştırılacak ve önerilen standartlar özetlenecektir. Bu bölüm bölüm 7'den sonra verilmiştir.

BÖLÜM 7

KOMPOSTUN BİTKİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE VE TOPRAK DÜZENLEYİCİ OLARAK KULLANIMI

7.1 Toprak Düzenleyici Olarak Kompost Kullanımı

Tarımda kompost kullanımının ana alanı çoğunlukla toprak ıslahı ile ilgilidir. Toprağa kompost uygulaması toprak yapısını iyileştirir. Kompost organik bir malzeme olduğu için toprak organik madde içeriğini korumak ve artırmak için kullanılabilir. Birçok çalışma, toprak agregasyonu, katyonik değişim kapasitesi (KDK), su tutma kapasitesi, havalandırma, hidrolik iletkenlik, toprak pH'sı gibi toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinde iyileşmeler bildirmiştir ve bunlardan bazıları aşağıda açıklanmıştır. Toprağa kompost uygulanması, toprak kütle yoğunluğunu azaltabilir, agregat stabilitesini ve su tutma kapasitesini artırabilir (Miller ve Miller, 1999).

7.1.1 Toprak hacim ağırlığı

Organik orijini nedeniyle kompost, düşük hacim ağırlığına ve daha yüksek gözenekliliğe sahiptir (Martin ve Stephens, 2001) ve toprağa kompost eklenmesi ile toprağın hacim ağırlığını azaltır. Toprağın hacim ağırlığı, hacmi bilinen toprağı 105 °C'de fırında sabit ağırlığa gelene kadar kurutulduktan sonra, kuru ağırlık/hacim oranı ile hesaplanır. Uzun dönemli çalışma sonuçları, 30 cm toprak derinliğine 25 ton/ha/yıl oranında kompost ilavesinin, üst 0-15 cm toprağın hacim ağırlığını 0.1.41 g/cm³'ten 1.12 g/cm³'e ve 15 ton uygulamasında ise 1.46'dan 1.20 g/cm³'e düşürdüğünü ortaya koymuştur (Çelik vd., 2010). Üksel ve Kavdir (2021), Çanakkale'de yürütükleri tarla denemesinde ayçiçeği parsellerine altı farklı kompost dozda kompost (0, 40, 80, 120, 160 ve 200 t ha⁻¹) uygulamışlardır. Kil tınlı toprağa belediye katı atık kompost (MSWC) uygulamaları her iki yılda da toprak kütle yoğunluğunu azaltmıştır.

Aggelides ve Londra (2000), kompost (%62 şehir atıkları, %21 kanalizasyon çamuru ve %17 talaştan oluşan) uygulamaları ile kütle yoğunluğunun ve penetrasyon direncinin azaldığını ve tınlı toprakta killi toprağa göre azalmanın daha fazla olduğunu bildirmiştir. İyileşmenin artan kompost uygulaması ile orantılı olduğunu belirtmektedirler.

Tablo 9: Farklı kompost çeşitlerinin toprak hacim ağırlığı üzerine etkileri

Ceşit	Toprak tekstürü	Bitki	Hacim ağırlığı b* (g cm ⁻³)	Uygulama oranı	Hacim ağırlığı a* (g cm ⁻³)	Kaynak
CMC	-	Buğday-mısır	1.43	Gübrenin %25'i	1.33	Guo vd., 2016
MSWC	SiCL		1.34	25 t ha ⁻¹ 50 t ha ⁻¹ 100 t ha ⁻¹	1.33 1.28 1.03	Hemmat vd., 2010
FC	SL	Yemlik pancar Yemlik mısır Brüksel lahanası Patates	1.40 1.37 1.41 1.42	50 m ³ /plot	1.38 1.35 1.38 1.39	D'Hose vd., 2012

*Hacim ağırlığı-b: Islahtan önceki ;Hacim ağırlığı a: Islahtan sonraki; CMC: Sığır gübresi kompostu; MSWC: Belediye katı atık kompostu; FC: Çiftlik kompostu

7.1.2 Toprak organik karbonu (SOC)

Topraktaki organik materyallerin kimyasal yapısı, C girdilerinin kimyasal bileşimi tarafından kontrol edilir (Baldock ve ark. 1992). Bu nedenle, kompostun hammadde türü ve kaynağı toprağın SOC'sini korumak için önemlidir. Genel olarak, karbon bakımından zengin kompostun topraklara uygulanması, toprağın organik karbon içeriğini ve toprak verimliliğini korur ve geliştirir. Kompostun SOC içeriği üzerindeki etkisi kompost türlerine, uygulama oranlarına ve toprak özelliklerine bağlıdır. Örneğin, 120 t ha⁻¹ kuru kompost uygulamaları, geleneksel çiftçi uygulamasına (%1,3) kıyasla toprak SOC'sini önemli ölçüde (%2,1) iyileştirmiştir (Eldridgeet al., 2014). Quebec'teki kumlu-tınlı Humik Gleysol toprağa, 15 Mg ha⁻¹ 'a kadar kompostlanmış sığır gübresi uygulamaları 5 yıl sonra SOC içeriğine 1,35 ila 2,02 Mg C ha⁻¹ yr⁻¹ katkıda bulunmuştur. (Whalen vd., 2008). Laboratuvar çalışması, üst toprak için çeltik kabuğu (RHC) kompostunun artan uygulama oranları ile SOC'yi artırdığı ve kalıntı etkisinin uygulamadan yaklaşık 24 ay sonra da sürdüğü belirlenmiştir. Toprakta RHC'nin ayrışması tarla > sera > laboratuvar koşullarında olmuştur (Anda vd., 2010).

Tautges ve arkadaşları (2019), 19 yıllık çalışmada dokuz ekim sistemini gözlemlemiş ve sadece bir sistemde, yani mısır dayalı sistemlerde kanatlı gübresi kompostu ve kişilik örtü bitkisi gübrelemesinde, 2 m derinlikteki toprak profili boyunca SOC stoklarında artış olduğunu göstermiştir. Yıllık 9 t/ha kompostlanmış kanatlı gübresi girdisi, geleneksel gübrelerle kıyasla toprağa $2,22 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ daha fazla C eklenmesiyle sonuçlanmıştır. SOC'deki en büyük artışlar organik uygulamada, özellikle de SOC'nin en üst 15 cm'lik katmanda $4,20 \text{ g kg}^{-1}$ ($p < .001$) ve 15-30 cm'de $2,59 \text{ g kg}^{-1}$ arttığı yüzey katmanlarında gözlenmiştir. Kumlu tınlı toprağa balık atıkları ve pirina kompostu uygulamaları (%9 w/w), kontrol toprağına kıyasla SOC'yi yaklaşık %68 oranında artırmıştır. Başlangıçta toprağın SOC içeriği %2,94 iken, kompost uygulamasından sonraki iki ay içinde %4,96'ya yükselmiştir. Kumlu tınlı toprağa balık atıkları ve pirina kompostu (w/w %9) uygulamaları, kontrol toprağına kıyasla SOC'yi yaklaşık %68 artırmıştır. Toprağın SOC içeriği %2,94 iken kompost uygulamasından sonraki iki ay içinde %4,96'ya yükselmiştir. Kompost ilavesiyle artan SOC içeriği, toprak agregat stabilitesinin de %52'den %85'e yükselmesini sağlamıştır (Ilay ve ark. 2019).

Tablo 10: Kompos uygulamasının toprak organik karbonuna etkileri

Çeşit	Toprak tekstürü	Bitki	SOC-b (%) kontrol toprağı	Uygulama orani	SOC-a (%)	Kaynak
CMC	-	Buğday-mısır	0.75	%25 of total fertilizer	1.46	Guo vd., 2016
MSWC	SiCL		0.89	25 t ha^{-1} 50 t ha^{-1} 100 t ha^{-1}	1.45 1.72 2.22	Hemmat vd., 2010
FC	SL	Yemlik pancar Yemlik mısır Brüksel lahanası Patates	1.13 1.15 1.17 1.09	$50 \text{ m}^3/\text{plot}$	1.30 1.23 1.22 1.29	D'Hose vd., 2012

*SOC-b: Toprak organic karbon uygulama öncesi; SOC-a: Toprak organic karbonu uygulama sonrası; CMC: Sığır gübresi kompostu; MSWC: Belediye katı atık kompostu; FC: Çitlik kompostu; SW+FWC: Deniz yosunu+balık atık kompostu.

7.1.3 Su tutma kapasitesi ve hidrolik iletkenlik

Kompost uygulaması, kompost partikül boyutu ve hammadde türüne bağlı olarak toprağın su tutma özelliklerini iyileştirir. Bitki materyali, arıtma çamuru ve biyokömür kombinasyonundan üretilen kompost, su tutma kapasitesi açısından en iyi sonucu göstermiştir. Kompost uygulaması gerek su tutma kapasitesinin artması gerekse suyu itme riskini artırır (Glab ve ark. 2020).

Toprak gözenekliliği ve gözenek boyutu dağılımı, toprak profili içindeki su ve hava hareketini belirler. Topraktaki makro gözenekler su infiltrasyon hızını ve havalandırmayı düzenlerken mikro gözenekler su tutma kapasitesini kontrol eder. Makro gözenekler ve mikro gözenekler arasında bir denge olan toprak, bitki büyümesi için optimum koşulları sağlar

Aggelides ve diğerleri (2000) şehir atıkları, kanalizasyon çamuru ve talaştan oluşan kompostu tınlı ve killi topraklara 75, 150 ve $300\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ oranlarında uygulamıştır. Tınlı ve killi topraklara kompost uygulaması ile toplam porozite ve doymuş hidrolik iletkenlik artmıştır. Toplam gözeneklilikteki artış tınlı toprakta, killi toprağa göre daha fazla olmuş fakat doymuş hidrolik iletkenlik killi toprakta tınlı toprağa göre daha fazla olmuştur. Kompost uygulamaları tüm fiziksel özellikleri iyileştirmiştir. Hacim ağırlığını ve penetrasyon direncini azaltmış, toprak porozitesini ve doymuş hidrolik iletkenliği artırmıştır.

Öte yandan, kompostun kimyasal özellikleri toprak su özellikleri üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Genel olarak kompostun dahil edilmesi toprak gözenekliliğini, strüktürünü ve geçirgenliğini iyileştirir. Ancak, Hanson vd., (1999), kil toprakların, Na^+ bakımından zengin kompost uygulamasından sonra sodyum (Na^+) kaynaklı kil şişmesinden etkilenebileceğini bildirmiştir. Colombani vd., (2020) sonuçları, kullanılan kompostun yüksek sodyum içeriği nedeniyle kompost ilavesinin toprağın fiziksel ve hidrolik özelliklerini değiştirdiğini, kılın şişmesine yol açtığını ve bu da toprağın su tutma kapasitesini ve iletkenliğini olumsuz etkilediğini göstermiştir. Bu çalışmada kompost uygulama oranı 30t ha^{-1} olup, 450 ppm Na^+ içeriği ile siltli killi toprağa uygulanmıştır.

Toprak yüzeyine kompost ile malçlama, buharlaşmayı azaltır, sıcak iklimlerde üst toprak sıcaklıklarını düşürür ve kök gelişimi için en uygun ortamı sağlar. Le Bissonnais ve diğerleri, (2007) toprak organik karbonunun, toprak agregat stabilitesini ve gözenekliliğini artırarak hidrolik iletkenliği artırdığını bildirmiştir. Kompost toprak yapısını iyileştirerek kabuk oluşumunu azaltır ve su infiltrasyonunu artırır. Kompostun toprağa eklenmesi toprak gözenekliliğini, toprağın su tutma kapasitesini (toprak strüktürüne bağlı olarak) ve hidrolik iletkenliği artırır (Hargreaves ve ark., 2008; Ramos, 2017). Öte yandan, bazen kompost

uygulaması özellikle kumlu topraklarda toprakta su iticiliğine neden olmaktadır (Scott, 2000). Su iticiliğinin partikül boyutuna ve kompost hammaddesine bağlı olduğu gözlemlenmiştir. Kompost partiküllerinin boyutu azaldığında, su iticiliği kumlu topraklar için hızla artmıştır (Glab ve ark. 2020).

7.1.4 Toprak agregasyonu

Kaba tekstürlü (kum, kumlu tınlı vb.) topraklarda az miktarda kil ve oksit bulunduğuundan, agregat stabilitesi büyük ölçüde organik madde içeriğine bağlıdır. Kompostlama, organik madde ve kil partiküllerini katyon köprüleri aracılığıyla bağlayarak ve mikrobiyal aktiviteyi artırarak toprak yapısını iyileştirir (Farrell ve Jones, 2009)

Farklı kompostların uygulanması, agregat stabilitesini ve ilgili fiziksel özellikleriyi iyileştirir. İşler vd., (2022), farklı tekstürlü toprakları prina (OPC) ve bağ budama atığı (VPC) kompostları uygulamışlardır. Killi toprakta, %3 OPC ve %6 VPC uygulamalarının en yüksek agregat stabilitesi (AS) değerleri, inkübasyonun 210. gününde (AS %93) kaydedilmiştir. Tınlı toprak için %6 OPC ve %6 VPC (%82,7 ve %83,1) için en yüksek AS değerleridir. Kaba bünyeli topraklara kompost uygulanması, ince bünyeli topraklara göre toprak agregat stabilitesinde daha yüksek artışlarla sonuçlanmıştır. AS'nin killi topraktaki en yüksek artışı %6,8, kumlu tınlı topraktaki artış ise yaklaşık %41'dir (İşler vd., 2022).

Kumlu toprakta kompost uygulaması nedeniyle makroagregat miktarı %4, tınlı toprakta ise %1,6 artmıştır (Rivier vd., 2022). Makro agregat stabilitesi açısından kompost uygulamasının (vermikompost ve kanalizasyon çamuru kompostu) nispi etkilerinin toprak bünyesine bağlı olduğunu ve zayıf yapıya sahip topraklarda daha güçlü etkinin görülebileceğini bildirmiştir. Kompostların eklenmesi kumlu toprağın agregat stabilitesini arttırmıştır.

Annabi ve diğerleri (2007) olgunlaşmamış ve olgun kompostların tınlı toprakların agregat stabilitesini artırdığını bildirmiştir. Olgunlaşmamış komposttaki mikrobiyal aktivite, toprağın su iticiliğini artırarak toprak agregat stabilitesini artırabilir. Olgun kompostların eklenmesi, organik maddelerin agregatlara difüzyonu nedeniyle agregat kohezyonunu artırarak agregat stabilitesini geliştirmiştir. Killi ve Kavdir (2013) kumlu ve tınlı topraklara artan miktarlarda pirina ve pirina kompostu (%0, 4, 8 ve 10) uygulamış ve domates (*Solanum lycopersicum*) bitkisi yetiştirmiştir. Toprak agregat stabilitesi her iki material uygulaması ile de artmıştır, ancak kompostun toprak agregat stabilitesini artırma etkisi kumlu topraklarda tınlı topraklara göre daha yüksek olmuştur. Bazı durumlarda, halihazırda stabil agregatlara sahip yüksek killi toprağın agregat stabilitesi kompost uygulaması ile azalmaktadır. Rivier vd., (2022),

halihazırda stabil agregata sahip olan topraklara, az miktarda organik düzenleyici eklenmesinin, stabilitede bir fark yaratmadığını bildirmiştir.

Literatürde agregaların ortalama ağırlık çapının (MWD) kompost uygulamasına farklı tepkiler verdiği belirtilmektedir. Aggelides ve Londra (2000) kompost uygulamalarının çalışma topraklarının tüm fiziksel özelliklerini iyileştirdiğini bildirmiştir. Her iki toprakta da agregatların ortalama ağırlık çapı azalırken, agregat stabilitesi artmıştır. Obalum ve diğerleri (2019) kompost uygulamasının kuru ve yaş elenmiş agregatların MWD'sini artırmadığını bildirmiştir. Toprağa 16 t ha⁻¹ oranında belediye atığı kompostu uygulanması, iki yıllık saha çalışmasında toprak AS değerini %52,27'den %60,88'e yükselmiştir (Yuksel ve Kavdir, 2020)

7.1.5 Toprak pH'sı

Kompost ilavesi ile toprak pH'ında meydana gelen değişiklikler, başlangıçtaki toprak pH değerine ve toprak organik madde içeriği, toprak tekstürü, toprak katyon değişim kapasitesi, toprak pH tamponlama kapasitesi gibi toprak özelliklerine bağlıdır. Bu nedenle, düşük pH'lı kumlu bir toprağa yüksek pH'lı kompost uygulanması toprak pH'ını artırabilir, ancak aynı kompost düşük pH'lı kil bünyeli bir toprağa uygulandığında toprak pH'ında çok az değişiklik olabilir veya hiç değişiklik olmayabilir. Ayrıca toprağa uygulanan kompostun pH değeri ve miktarı da toprak pH'ını değiştirebilir. Toprak pH'ı düştükçe, makro bitki besin maddelerinin kaynağı azalırken, birkaç mikro besin maddesi daha fazla çözünür ve bitkiler için toksik hale gelir. Kompost, toprak pH'ını ve toprağın tamponlama kapasitesini iyileştirebilir (Latifah et al. 2018). Kompost pH'ı, kompostlama döneminde elementel kükürt gibi asitleştirici materyaller veya kireçleme materyalleri eklenerek ayarlanabilir.

Kompost uygulaması, OM mineralizasyonundan salınan Ca, Mg ve K içerdiginden kireçleme etkisine sahiptir. Toprak pH'sındaki artış da eklenen organik materyalin baz katyon içeriği ile doğru orantılıdır (Wong ve ark. 1998). Erana ve arkadaşları (2002), *Allium cepa L.*'nin beş farklı düzeyde tarımsal-endüstriyel atık kompostu kullanılarak yetiştirildiği bir tarla deneyi yürütmüştür. Kompost (pH:7.3), sebze işleme tesislerinden gelen atıklar ve bunların kırıntıları, mezbaha atıkları, kemik unu ve talaşın birlikte kompostlanmasıyla hazırlanmıştır. Uygulamaların çoğu kompost ilavesinden sonra pH artışı göstermiştir. Zeytin pirina kompostunun kumlu ve tınlı topraklara uygulanması, pH'da sadece hafif bir değişiklikle sonuçlanmıştır (Killi ve Kavdir, 2008). Sadece bazı durumlarda kompost uygulamasından sonra pH düşüşü gözlemlenmiştir. Sığır gübresi kompostunun 6,12,18 ve 24 t ha⁻¹ oranlarında uygulanması, pH'sı 8.25 olan tuzlu-alkali topraklarda toprak tuz içeriğini ve toprak pH'sını

azaltmıştır. pH düşüşüne muhtemelen sığır gübresi kompostunda bulunan organik asitler ve asit fonksiyonel grup neden olmuştur (Li vd., 2022).

7.1.6 Katyon değişim kapasitesi (KDK)

Toprağa kompost ilavesi toprakların, özellikle de kaba tekstürlü toprakların katyon değişim kapasitesini artırır. Kum ve tın tekstürlü topraklara zeytin iprına kompostu ilavesi, katyon değişim kapasitesinin artmasına yönelik bir eğilimle sonuçlanmıştır. Kumlu toprakların KDK değeri 28'den 40 cmol/kg'a yükselirken, tın tekstürlü toprakların KDK değeri 8'den 18 cmol/kg'a yükselmiştir (Killi ve Kavdir, 2008).

Cooper ve arkadaşları (2020), yüzey ve yüzey altı topraklarda, KDK'daki en güçlü artışın kompost-biyokömür karışımının yüksek uygulama oranı ($C_{70}B_{31.5}$ - 70 t ha^{-1} kompost ve 31.5 t ha^{-1} biyokömür) için olduğunu bildirmiştir. Toprak yüzeyine kompost (kontrol < düşük oran < yüksek oran) uygulamasına yanıt olarak KDK'da önemli bir artış bulmuşlardır. Yüzey toprağında $C_{70}B_{31.5}$ uygulaması ile en yüksek KDK değeri 134 mmol_c kg^{-1} olurken, en düşük KDK değeri $C_{20}B_9$ uygulamasında 92 mmol_c kg^{-1} bulunmuştur.

7.1.7 Toprak bitki besin madeleri

Toprağa kompost uygulamasının temel amacı, azot, fosfor ve potasyum gibi bitki büyümesi için gerekli besin maddelerini sağlamak değil, toprak sağlığının ve yapısının iyileştirilmesine katkıda bulunmaktadır (De Bertoldi vd., 1983). Komposttaki besin maddelerinin miktarı ve çözünürlüğü kimyasal gübrelerdeki gibi olmasa da kompost bitki gelişimi için gerekli olan N(azot) ve P(fosfor) elementlerini içerir.

Azotlu gübreye yönelik küresel talebin 2015-2020 yılları arasında yıllık %1,5 büyümeye oraniyla 110,03 tondan 118,76 tona çıkacağı tahmin edilmektedir (FAO, 2017). Besin kaynağı olarak kompost, gübre veya bitki artıkları gibi organik değişikliklerin kullanılması daha cazip hale gelmektedir.

Peletlenmiş domuz gübresi kompostunun mısır için etkili bir yavaş salınımlı gübre olduğu gösterilmiştir. Kompostlama öncesinde hacim arttırıcı bir madde eklenmesi, küçük çaplı peletlerin kullanılması ve kompostların toprağa karıştırılması önerilmiştir. Daha küçük çaplı kompost peletleri, bitki N konsantrasyonunu ve kök üretimini artırmıştır (Pampuro et al. 2017).

Bazen kompost ve kimyasal gübreleri bir araya getirmek gereklidir. Noor ve arkadaşları (2020), kompost ve gübrenin beraber uygulanmasının, sadece birinin uygulanmasına göre daha fazla verimi artırdığını belirlemiştir. En yüksek susam (*Sesamum indicum L.*) verimi (805,1 kg ha^{-1}), entegre gübre uygulamalarında 30 t ha^{-1} kompost + $\frac{1}{2}$ doz kimyasal gübre ile elde

edilmiştir. Kompost uygulaması tarla kapasitesini, solma noktasını ve toprağın kullanılabilir nemini artırmış ve toprağın hacim ağırlığını azaltmıştır.

Uygulanan kompostun miktarı kadar kalitesi de agronomik faydaları için önemli bir faktördür. Kompost hem organik hem de inorganik N formları içerir. Komposttaki azotun çoğu organic N, az bir miktarı ise inorganic N formundadır. Kompostun mineralizasyonu sırasında toprakta hem mineralizasyon hem de N'un immobilizasyonu gerçekleşir. Kompostun toprağa uygulanmasından sonra azotlu bileşiklerin salınımı, azot immobilizasyonu nedeniyle yavaş gerçekleşir. Mineralizasyon, azotun bitkiler tarafından kullanılabilen NH_4^+ ve NO_3^- gibi inorganik formlara ayrışması anlamına gelir. Immobilizasyon, mevcut azotun mikroorganizmalar tarafından alındığı ve sonuç olarak N'nin bitkiler tarafından erişilemediği anlamına gelir (Oscar et al, 2017). Kompost yüksek C:N oranına, yüksek lignin veya yüksek polifenol içeriğine sahipse, toprakta N immobilizasyonu meydana gelir. Immobilize azot bitkiler tarafından kullanılabilir ancak mineralizasyon oranlarının yavaş olduğu düşünülmektedir (toplam N/yılın %1-3'ü), (Al-Bataina ve ark., 2016).

Genel olarak, C/N oranı $> 20 - 40$ olan organik materyallerin uygulanması net N immobilizasyonunu teşvik eder (Vigil ve Kissel, 1991). Al-Bataina ve diğerleri, 2016, yağış simülasyonu çalışmaları kapsamında yeşil atık kompost yaşıının, azot salınımının kapsamı ve oranları üzerindeki etkisini incelemiştir. Simüle edilen firtınalar sırasında azot salınımı 4 hafta > 9 hafta > 0 hafta sırasına göre azalmıştır. Öte yandan, toplam fosfor salınımı yaşlanma süresiyle birlikte azalmıştır. Fırtınalarda salınan başlıca azot formu amonyumdur (Al-Bataina ve ark. 2016).

Tüm toprak ve kompost türleri dikkate alındığında, ılıman iklimlerde kompost için mineralizasyon oranı uygulamadan sonraki ilk yıl için %0-20 arasındadır (Ozores-Hampton vd., 2022). Bu nedenle komposttan elde edilen N miktarı iklim, toprak tipi ve kompost N içeriği ve kompost uygulama oranına göre tahmin edilebilir. Hayvan gübreleri ve biyokatı kompost, bitkisel hammaddelerden üretilen komposttan daha yüksek konsantrasyonlarda P içerir. P-yararlanımının uygulamanın ilk yılında %30 ile %50 arasında, 2 yılda ise %60 ile %90 arasında değiştiği öne sürülmüştür (Ozores-Hampton vd., 2022).

Bazı araştırmacılar kompost ilavesinin bitki fosfor içeriğini artırdığını belirtmiştir. Örneğin, kanola (*Brassica napus L.*) 0,04 kg kompostlanmış ve kompostlanmamış çiftlik gübresi ile karıştırılmış killi tınlı toprak içeren saksılarda yetiştirilmiştir. Karşılaştırma için inorganik P gübresi (KH_2PO_4) ve kontrol toprağı dahil edilmiştir. Kümülatif P alımı kompostlanmış (74 mg kg^{-1} toprak) ve kompostlanmamış gübreler (60 mg kg^{-1} toprak) için benzer bulunmuştur. Kümülatif P alımı, organik madde uygulamaları için kontrolden (24 mg

kg^{-1} toprak) ve kompost uygulaması için ise inorganik gübredeñ önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Toplam fosfor kullanımı 363 günlük süre boyunca kontrol için 23.8 mg kg^{-1} ve kompostlaştırılmış çiftlik gübresi uygulaması için 73.9 mg kg^{-1} bulunmuştur (Zvomuya et al. 2006).

7.1.8 Toprak kökenli patojenler

Toprak kaynaklı patojenlerin neden olduğu bitki hastalıkları, bitki sağlığını ve verimliliğini tehdit etmektedir. Son yıllarda, devam eden toprak işleme, yoğun ekim, mono kültür ve toprak organik madde içeriğinin eksikliği tarım topraklarında bu patojenleri teşvik etmiştir (Jambhulkar et al. 2015). Kompost ilavesi, kompostun rekalsitrant karbon havuzu içermesi halinde hastalıkları baskılayabilir. Kompost ilavesi verimliliği artırabilir ve toprağa biyokontrol tabanlı mikrobiyota sağlayabilir (Santos ve ark., 2011) ve hastalıkları bastırmak için toprağın kimyasal, fizikal ve biyolojik kapasitesini artırır (Stone ve ark. 2004).

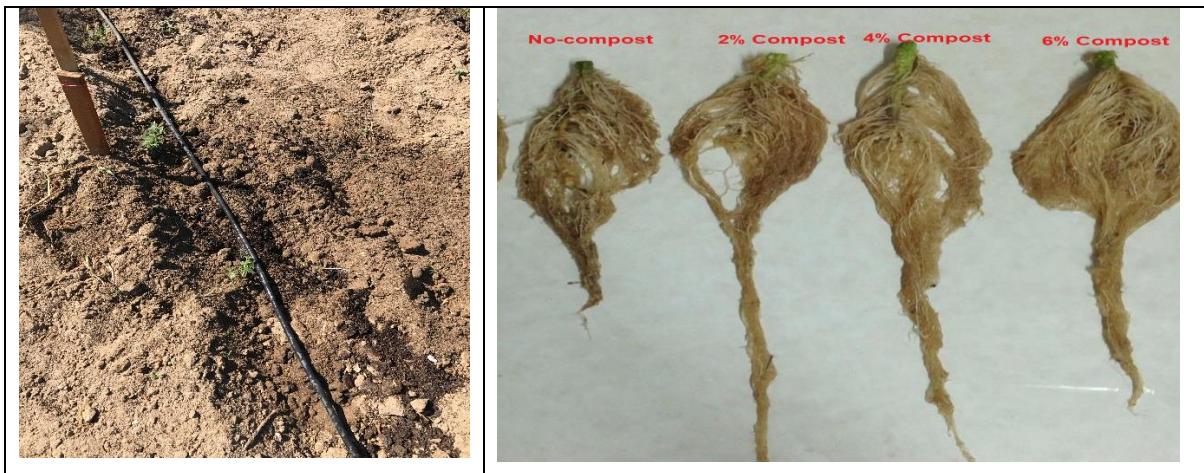
Bonanomi ve diğerlerinin (2007) çalışmasında, OM'nin %45'inde baskılayıcı olduğu, %35'inde önemsiz olduğu ve OM'nin %20'sinde hastalığı artırdığı bildirilmiştir. Organik materyallerin baskılayıcı etkileri türlerine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin, kompostlar ve organik atıklar tüm organik materyaller içinde en baskılayıcı türler olmuştur. Kompost uygulaması hastalıkları %50'den fazla baskılamış ve sadece <%12 oranında artırmıştır.

Santos ve arkadaşları (2011) kumlu ve killi topraklara 0, 7.5, 15, 30 ve 60 Mg ha^{-1} oranlarında tabakhane çamuru kompostu (TSC) uygulamıştır. 7.5 Mg ha^{-1} TSC uygulaması mikrobiyal biyokütle ve aktiviteyi önemli ölçüde artırmıştır. Toprak enzimleri üzerinde 7.5 Mg ha^{-1} uygulamasının olumlu ya da olumsuz bir etkisi olmamıştır. TSC, en düşük oranda bile toprak mikroorganizmalarını ve aktivitelerini olumsuz etkilememiştir. Toprak mikrobiyal biyokütlesi, inkübasyonun 15. gününde tabakhane çamurunun içeriði hazır C ve besin maddeleri nedeniyle artmıştır.

Ntougias vd., (2008), zeytinyağı, şarap ve *Agaricus* mantarı tarım endüstrilerinin yan ürünlerinden üretilen dokuz farklı kompost üzerinde çalışmışlardır. Tüm kompost uygulamaları domatesten *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan'a karşı olgunluktan hemen sonra uygulandığında baskılayıcılık göstermiş, ancak kompost olduktan 9 ay sonra uygulandığında kompostlar nispeten daha az etkili olmuşlardır.

Kavdir vd., (2019) Çanakkale'de kompost uygulamasının domates kök-ur nematodu üzerindeki nematisidal etkilerini araştırmak için hem saksı hem de tarla denemesi yapmış ve

kompost uygulamasının toprakta nematod (*Meloidogyne incognita*) sayısı ve domates köklerinde gal oluşumu önemli ölçüde azalttığını bildirmiştir. Ayrıca kompost uygulamaları domates büyümeyi, taze kütleyi, kök uzunluğunu, kök yüzey alanını ve domates verimini önemli ölçüde artırılmıştır. Kompost ilavesiyle toprağın fiziksel özelliklerindeki iyileştirmeler, bitki kök gelişimi ve toprak sağlığında iyileşmeler görülmüştür. Kötü fiziksel kaliteye sahip (sıkıştırılmış, sınırlı tabaka, zayıf havalandırma) topraklar kök büyümeye oranını düşürür ve kökler kolayca enfekte olabilir (Allmaras vd., 1988).



Şekil 39. Domates Tarlasına kompost uygulaması (solda), kök-ur nematodu bulaştırılmış ve farklı oranlarda kompost eklenmiş saksılarda domates kök gelişimi (Kavdir vd., 2019)

Khumalo vd., (2021), azalan nem koşulları altında tinli ve kumlu topraklarda *Heterorhabditis bacteriophora* enfektif yavrularının hayatı kalması ve enfektivitesi üzerine kompost değişikliklerinin etkisini araştırmıştır. Tarım topraklarında organik kompost kullanımının, sahada biyokontrol ajanları olarak kullanılabilen entomopatojen nematodların (EPN'ler) hayatı kalma ve etkinliğini artırabileceğini sonucuna varmışlardır. Tablo 11'de kompostların nematod üzerine etkileri özetlenmiştir.

Tablo 11. Kompostun nematodlar üzerine etkileri

Kompost çeşidi	Nematod türü	Bitki	Nematod sayısı her 100ml'de	Oran	Nematod sayısı her 100ml'de	Kaynak
FC		Yemlik pancar Yemlik mısır Brüksel lahanası Patates	2630 4329 2203 5197	50 m ³ /plot	3355 6777 2633 6291	D'Hose vd., 2012
Bahçe atığı kompostu	<i>Criconemella spp.</i> <i>M. incognita</i> <i>Paratrichodor us minor</i>	Mısır	91 24 74	269 t/ha	14 12 39	McSorley ve Gallaher, 1996
<i>Patates atığı</i>	Kök-ur nematodu Kök-lezyon nematodu	Patates	1410 /kg toprak 2,880	16 t/ha	1050 /kg toprak 5,250	Kimpinski vd., 2003

CMC: Sığır gübresi kompostu; MSWC: Kentsel katı atık kompostu; FC: Çiftlik kompostu

7.2 Bitki yetiştirmek için kompost kullanımı

Kompostun bitki büyümeye üzerindeki etkileri türler ve ortamda kompost miktarı ile yakından ilişkilidir. Her ne kadar birçok araştırma, karışımlarındaki orta dereceli (%30'a kadar) kompost dozlarının bitki büyümeye üzerindeki faydalı etkilerine odaklanmış olsa da, kompost uygulamalarına bitkilerin verdiği tepkiler büyük ölçüde türe, kaynağa ve kullanılan kompost miktarına bağlıdır. Bitkiler üzerinde olumsuz etkilerden kaçınmak için, kompost iyice stabilize olana ve olgunlaşana kadar bitki büyümeye için kullanılmamalıdır.

Çiftlik gübresi kompostunun tarımsal kullanımı sadece düşük maliyetli bir bertaraf yöntemi değil, aynı zamanda bitki büyümesi için besin maddelerinin geri dönüşümü ve modern tarım topraklarının çoğunda azalan organik madde içeriğinin dengelenmesi için bir araçtır. Çiftlik gübresi kompostu uygulamasının, bitkisel üretim üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (Woodbury, 1992). Ucuz ve besin açısından zengin organik ortam alternatifleri geliştirmek sadece çevresel etkileri ortadan kaldırmakla kalmaz, aynı zamanda gübreleme oranlarının, sulama oranlarının ve tarımsal maliyetlerin düşürülmesi anlamına da gelir (Wilson vd., 2001). Çok sayıda çalışma, bu organik kalıntıların, uygun kompostlamadan sonra, torf yerine büyümeye ortamı olarak çok iyi sonuçlarla kullanılabileceğini göstermiştir (Garcia-Gomez vd., 2002).

Farklı organik materyallerden elde edilen kompostların torf için çok umut verici ikameler olduğu kanıtlanmıştır (Sánchez-Monedero ve ark., 2004). Yapılan bir çalışmada, genellikle kullanılan turba bazlı substratlara alternatif olarak domates ve marul fidesi üretimi için substrat olarak kompost kullanımına ilişkin sonuçlar elde edilmiştir. Domatesler için en yüksek büyümeye, fideler %100 kompostlanmış substrat üzerinde yetiştirildiğinde elde edilmiştir. Marul fidelerinin büyümesi ise substrat bileşimindeki kompostun varlığından etkilenmemiştir. Substratların fiziksel özellikleri, bu çalışma durumunda karışıklarda bulunan kompost yüzdesinden önemli ölçüde etkilenmiştir:

- Kompost ilavesi substratların pH değerlerini önemli ölçüde artırmıştır.
- Substratlardaki kompost yüzdesinin artması, sürgün dokularındaki N, Mg²⁺ ve Ca²⁺konsantrasyonunu artırılmış ve K konsantrasyonunu azaltmıştır.

Literatür, bu kompost türleri arasında pH değerleri, elektriksel iletkenlik veya besin içerikleri arasında büyük farklılıklar olduğunu göstermektedir (Benito vd., 2000), yine de kompostun iyi kalitede bitki büyümeye ortamları (harçları) olarak kabul edilmesi gerektiği sonucuna varmaktadır.

Çiftlik gübresi kompostunun kullanıldığı bir vaka çalışmasında, bitki büyümesi için toprak makro ve mikro besin maddelerinde artış olmuştur. Bitkilerin element alımına bakıldığından, kompost uygulamasının aşırı Zn, Cu ve Cd alımına yol açmadığını bulmuşlardır. İyi bir bitki yetişirme ortamının en önemli gereksinimleri, yüksek nem tutma kapasitesi ve fazla suyun drenajıdır. Analitik testler ve pratik denemeler, birçok durumda, fiziksel ve hidrolojik özellikleri açısından kompostlanmış malzemelerin potansiyelinin iyi olduğunu göstermiştir. Bu bağlamda, bitmiş kompostun turba ile yüzde 40 ila 70 oranında karıştırılması

(özellikle optimum hidrolojik özelliklere sahip kompostlar) mükemmel bitki yetiştirme ortamı sağlayacaktır (Bugbee, 1994; Y. ve ark., 1988). Kompostlaştırılmış gübre uygulaması, topraktaki besin maddesi ve organik madde konsantrasyonlarının artmasına neden olabilir (Eghball ve ark., 2002). Kompost uygulamasını takiben toprakta artan besin maddeleri ve organik maddenin ürün verimi ve toprak özellikleri üzerindeki kalıntı etkileri birkaç yıl sürebilir (Mugwira, 1979).

Organik üretim yapan çiftçiler, özellikle yoğun sebze üretim sistemlerinde toprak verimliliğini ve kalitesini artırmak ve üretkenliği sürdürmek için kompostları toprak ıslahı olarak sıkılıkla kullanmaktadır. Kompost; uygulandığı toprakların biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerini iyileştirir ve bitki patojenlerinin neden olduğu hastalıkların etkili biyolojik kontrolünü sağlayabilir.

BÖLÜM 6 Devamı

Kompost kalitesi: Bu bölümde ortak ülkelerin “Ulusal Kompost Yönergelerinin Durumu” özetlenecektir. Kompost standartları karşılaştırılacak ve önerilen standartlar özetlenecektir.

6.2.1 İspanya'da Ulusal Kompost Yönergelerinin Durumu

865/2010 nolu kraliyet kararnamesinde (Real Decreto 865/2010), PRA/1943 (Orden PRA/1943, 2016), yetiştirme ortamları (karışım) veya bileşenleri olarak pazarlanabilen ürünler, aşağıdaki grplardan birine ait olmalıdır: Söz konusu düzenlemede (Ek I); yerleşik grplardan birine entegre olmayan ürünlerin piyasaya arz edilemeyecek şekilde dir. Kompost, büyümeye ortamı (harç) veya bunların bileşenleri gibi organik ürünler olarak tanımlanan Grup I'ın içindedir.

Ek I, Tablo 12, büyümeye ortamı veya bileşenleri olarak tanımlanan organik ürünlerin sınıflandırılmasını göstermektedir:

Tablo 12. Yönetmeliğe göre kompostta istenen minimum özellikler RD 865/2010

Tanımlama	Özellikler	Zorunlu açıklamalar	İsteğe bağlı açıklamalar
Gübrenin kontrollü koşullar altında aerobik biyolojik bozunması (termofilik faz dahil) ile elde edilen, bitkisel maddeler ilaveli veya ilavesiz, sterilize edilmiş ve stabilize edilmiş ürün.	Kuru maddedeki organic madde içeriği (m/m). >20%	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ana bileşenler (%10'dan (v/v) fazla) azalan yüzde sırasına göre düzenlenmiştir. ▪ Organik madde içeriği kuru madde üzerinden ▪ Elektrik iletkenliği, EC. ▪ pH. ▪ Hacim cinsinden miktar. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kuru kütle yoğunluğu. ▪ Hava hacmi. ▪ 1, 5 ve 10 Kpa'da su hacmi. ▪ Kuru madde. ▪ Toplam gözenek alanı. ▪ Hayvan türlerinin adı. <p>Alındığı yer belirtilmeli örneğin "kanatlı gübresi"</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Granülometri

İspanya yönetmeliği, gübre ürünlerine ilişkin 28 Haziran tarihli 999/2017 Kraliyet Kararnamesi (Gerçek Kararname 999/2017) değişiklik (Gerçek Kararname 506/2013) aracılığıyla (bkz. Ek I), -farklı kompost türleri için- belirli kaliteyi düzenlemektedir (Tablo 9). Bu Kraliyet Kararnamesi'nde, gübre ürünlerinin bir sınıflandırması", kompost(1) (Grup 6'ya dahil edilmiş): organik düzenleyiciler(2), dört tip ayrıt edilmiş:

Organik düzenleyici kompostu: Aynı Ek I'de (Gerçek Kararname 999/2017) yer alan ve ayrı olarak toplanan organik fraksiyonun kompostunu ve arıtma tesisinden kentsel kanalizasyonu içerecek olan biyolojik olarak parçalanabilen organik malzemelerden elde edilen kompost. Ayrıca, Atık üzerine Ley 7/2022'ye göre kompost olarak kabul edilemeyen Karışık Atıklardan (Dinlenme Fraksiyonu) biyostabilize edilmiş malzemeleri (3) içerir.

- Organik Düzenleyici Bitkisel Kompostu: Sadece yapraklardan, kesilmiş ot ve sebzelerden veya budama kalıntılarından elde edilen kompost.
- Organik Düzenleyici Gübre Kompostu: sadece gübreden elde edilen kompost.
- Organik Düzenleyici Vermicompost: solucanlarla sindirilerek organik maddelerden elde edilen kompost.

Bu Kraliyet kararnamesine uygunluk için, aşağıdaki nem, toplam organik madde içeriği, C/N oranı, granülometri ve safsızlık parametrelerinin kontrol edilmesi ve bunlara uyulması gerektiğini belirten daha sonraki bir yönetmelik (Orden AAA/2564, 2015) yayınlanmıştır (Tablo 13) metal içerikleri;

Tablo 13. Yönetmeliğe göre kompostta istenilenler Orden AAA/2564/2015

Nasıl elde edileceği, gerekli bilgiler ve temel bileşenler	Minimum ve maksimum içerik (kütle olarak yüzde) Diğer gereklilikler	Diğer bilgiler Çeşit, tanımı veya etiketleme	Besin içeriği beyan edilecek ve garanti edilecektir. Besin formları ve çözünürlük Diğer kriterler
<ul style="list-style-type: none"> Organik düzenleyici kompost kontrollü koşullar altında sadece gübreden biyolojik bozunma ile (termofilik termofilik faz dahil) elde edilen sterilize edilmiş ve stabilize edilmiş ürün, 	<ul style="list-style-type: none"> - Toplam organik madde: %35. - Maksimum nem: %40. - C/N < 20. - Kirlilik içermeyebilir veya aşağıdakiler gibi herhangi bir tür atık: taşlar, çakıllar, metaller, cam veya plastic içermemelidir. - Parçacıkların %90'ı 25 mm elektrot geçecektir. 	<ul style="list-style-type: none"> - pH. - Elektiriksel iletkenlik. - C/N oranı. - Minimum ve maksimum nem. - 2. sütunda belirtilen açıklamaya göre işleme veya detaylandırma süreci 	<ul style="list-style-type: none"> -Toplam organik madde. - Organik C. - Toplam N (%1'in üzerindeyse). - Organik N (%1'in üzerindeyse). - Amonyak N (%1'den fazla ise). - Toplam P₂O₅ (%1'den fazla ise). - Toplam K₂O (%1'den fazla ise). - Hümik asitler. - Granülometri.
<ul style="list-style-type: none"> Organik Düzenleyici Bitkisel Kompostu Kontrollü koşullar altında, yalnızca yapraklardan, kesilmiş ot ve bitki veya budama kalıntılarından aerobik biyolojik ayışma (termofilik faz dahil) ile elde edilen sterilize edilmiş ve stabilize edilmiş ürün 	<ul style="list-style-type: none"> - Toplam organik madde: %40. - Maksimum nem: %40. - C/N < 15. - Taş, çakıl, metal, cam veya plastik gibi her türlü maddeyi içermemeli veya saf olmalıdır. 	<ul style="list-style-type: none"> - pH. - Elektiriksel iletkenlik. - C/N oranı. - Minimum ve maksimum nem. - 2. sütunda belirtilen açıklamaya göre işleme veya detaylandırma süreci 	<ul style="list-style-type: none"> -Toplam organik madde. - Organik C. - Toplam N (%1'in üzerindeyse). - Organik N (%1'in üzerindeyse). - Amonyak N (%1'den fazla ise). - Toplam P₂O₅ (%1'den fazla ise). - Toplam K₂O (%1'den fazla ise). - Hümik asitler. - Granülometri.
<ul style="list-style-type: none"> Organik Düzenleyici Gübre Kompostu Sadece gübrenin kontrollü koşullar 	<ul style="list-style-type: none"> - Toplam organik madde: %35. 	<ul style="list-style-type: none"> - pH. - Elektiriksel iletkenlik. - C/N oranı. 	<ul style="list-style-type: none"> -Toplam organik madde. - Organik C. - Toplam N (%1'in üzerindeyse).

altında aerobik biyolojik ayrışması (termofilik faz dahil) ile elde edilen sterilize edilmiş ve stabilize edilmiş ürün	<ul style="list-style-type: none"> - Maksimum nem: %40. - C/N < 20. - Taş, çakıl, metal, cam veya plastik gibi her türlü maddeleri içermemeli veya saf olmalıdır. 	<ul style="list-style-type: none"> - Minimum ve maksimum nem. - 2. sütunda belirtilen açıklamaya göre işleme veya detaylandırma süreci 	<ul style="list-style-type: none"> - Organik N (%1'in üzerindeyse). - Amonyak N (%1'den fazla ise). - Toplam P₂O₅ (%1'den fazla ise). - Toplam K₂O (%1'den fazla ise). - Hümik asitler. - Granülometri.
Organik Düzenleyici Vermicompost. Organik maddelerden kontrollü koşullar altında solucanlarla sindirilerek elde edilen stabilize ürün	<ul style="list-style-type: none"> - Toplam organik madde: %30. - Maksimum nem: %40. - C/N < 20. - Parçacıkların %90'ı 25 mm elekten geçecektir. 	<ul style="list-style-type: none"> - pH. - Elektiriksel iletkenlik. - C/N oranı. - Minimum ve maksimum nem. 	<ul style="list-style-type: none"> -Toplam organik madde. - Organik C. - Toplam N (%1'in üzerindeyse). - Organik N (%1'in üzerindeyse). - Amonyak N (%1'den fazla ise). - Toplam P₂O₅ (%1'den fazla ise). - Toplam K₂O (%1'den fazla ise). - Hümik asitler. - Granülometri. - Kullanılan gübre çeşit veya çeşitleri

¹It should be recalled that Ley 7/2022 on Waste and Contaminated Soils only considers kompost that organic amendment obtained from biodegradable waste collected separately and subjected to aerobic and thermophilic biological treatment.

²Definition of organic amendment in the Real Decreto 506/2013: amendment from carbonated materials of plant or animal origin, used mainly to maintain or increase the organic matter content of the soil, improve its physical properties and also improve its properties or chemical or biological activity, the types of which are included in group 6 of Annex I.

³It should be remembered that Ley 7/2022 on Waste and Contaminated Soils establishes that organic material obtained from mechanical biological treatment plants of mixed waste, which will be called bio-stabilized material, will not be considered kompost.

6.2.2 Türkiye Cumhuriyeti Kompost Yönergeleri Durumu

Türkiye Cumhuriyeti Çevre Bakanlığı Kompost Yönetmeliği (No 29286, 2015).

5 Mart 2015 PERŞEMBE

Resmî Gazete

Sayı : 29286

TEBLİĞ

KOMPOST TEBLİĞİ

BİRİNCİ BÖLÜM

Amaç, Kapsam, Dayanak ve Tanımlar

Amaç

MADDE 1 – (1) Bu Tebliğin amacı; bir faaliyet sonucunda ortaya çıkan veya işletmelerden kaynaklanan biyobozunur atıkların;

a.Çevre ve insan sağlığına zarar vermeden kaynağında ayrı toplanarak yönetiminin sağlanması,

b.Geri kazanımının sağlanarak düzenli depolama tesislerinde bertaraf edilecek miktarının azaltılmasına,

c.Kompost tesislerinin teknik kriterlerinin belirlenmesine,

ç.Kompost tesislerinden elde edilen ürünlerin kalite kriterlerinin belirlenmesine, ilişkin usul ve esasların belirlenmesidir.

Kapsam

MADDE 2 – (1) Bu Tebliğ, işletmelerin faaliyetlerinden ve/veya tüketimden kaynaklanan, bu Tebliğin ek-1 atık listesinde yer alan biyobozunur atıkların kompost tesislerinde işlenmesi, oluşan ürünün özellikleri ve kullanımına ilişkin teknik esasları kapsar.

(2) Bu Tebliğ hükümleri,

a) Radyoaktif atıkları,

b) Atıksuları,

c) Hayvan kadavralarını, tarımsal amaçlı kullanılan hayvansal dışkıyı,

ç) 24/12/2011 tarihli ve 28152 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan İnsan Tüketimi

Amacıyla Kullanılmayan Hayvansal Yan Ürünler Yönetmeliği hükümleri saklı kalmak şartıyla biyogaz ya da kompost gibi geri kazanım tesisleri ile beraber yakma, yakma veya düzenli depolama tesislerine gönderilen hayvansal atıklar hariç diğer hayvansal yan ürünleri kapsamaz.

Dayanak

MADDE 3 – (1) Bu Tebliğ;

- a) 9/8/1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanununun 8, 11 ve 12 ncı maddeleri,
 - b) 11/7/2001 tarihli ve 4703 sayılı Ürünlere İlişkin Teknik Mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına Dair Kanun,
 - c) 29/6/2011 tarihli ve 644 sayılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin 9 uncu maddesi,
 - ç) 5/7/2008 tarihli ve 26927 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik,
 - d) 26/3/2010 tarihli ve 27533 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik,
- hükümlerine dayanarak hazırlanmıştır.

Tanımlar

MADDE 4 – (1) Bu Tebliğde geçen;

- a) Atık işleme: Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmeliğin ek-2/A ve ek- 2/B’deki geri kazanım ya da bertaraf işlemlerini,
- b) Atık işleme tesisi: Atıkları, Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmeliğin ek- 2/A ve ek-2/B’deki faaliyetlerle geri kazanan ve/veya bertaraf eden tesisi,
- c) Bakanlık: Çevre ve Şehircilik Bakanlığını,
- ç) Bakiye atık: İşlenmek üzere atık işleme tesisine kabul edilen atıklardan işlenemeyen veya işlenme sonucunda geriye kalan atıkları,
- d) Biyobozunur atık: Park, bahçe ve evler ile lokantalar, satış noktaları, gıda üretim ve benzeri tesislerden kaynaklanan oksijenli veya oksijensiz ortamda bozunmaya uğrayabilen atıklar arasında bu Tebliğin ek-1’inde yer alan atıkları,
- e) Çevre lisansı: 10/9/2014 tarihli ve 29115 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği kapsamında düzenlenen lisansı,
- f) Geri kazanım: Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmeliğin ek-

2/B'sinde listelenen işlemleri,

- g) İl müdürlüğü: Çevre ve şehircilik il müdürlüğünü,
- g) İşletmeci: Tesislerin işletilmesinden sorumlu gerçek veya tüzel kişiyi,
- h) Kompost: Organik esaslı atıkların oksijenli veya oksijensiz ortamda ayrıştırılması suretiyle üretilen ürünü,
- i) Ön işlem: Ayırma işlemi dâhil olmak üzere atıkların hacmini veya tehlikelilik özelliklerini azaltmak, yönetimini kolaylaştırmak veya geri kazanımını artırmak amacıyla atığa uygulanan fiziksel, ıslık, kimyasal veya biyolojik işlemlerden bir veya birkaçını,
- i) Tesis sahibi: Aynı zamanda tesisin işletmecisi de olabilen, tesisinin mülkiyetine sahip gerçek veya tüzel kişiyi,
- j) Ürün: Atığın işlenmesi sonucunda elde edilen ve kullanım amacına uygun olarak belirli kriterleri sağlayan maddeyi,
- k) Ürün biriktirme alanı: Ürünün tesiste bekletildiği yeri, ifade eder.

İKİNCİ BÖLÜM

Genel İlkeler, Görev, Yetki ve Yükümlülükler

Genel ilkeler

MADDE 5 – (1) Kompost ve kompost tesislerinin yönetimine ilişkin genel ilkeler şunlardır:

- a) Atık yönetim planları dahilinde biyobozunur atıkların, kaynağında veya üretildikleri yerde diğer atıklarla karıştırılmaksızın, sınıflandırılarak ayrı toplanması esastır.
- b) Atıkların, görünüş, koku, toz, sızdırma ve benzeri faktörler yönünden çevreyi kirletmeyecek şekilde kapalı olarak taşınması zorunludur.
- c) Atıkların yönetiminden sorumlu kişi, kurum ve kuruluşlar, atık yönetiminin her aşamasında çevre ve insan sağlığına zarar vermesini önleyecek tedbirleri almakla yükümlüdür.
- ç) Biyobozunur atıkların ön işleme tabi tutulması esastır.
- d) Atığın kabulünden itibaren gerekli tedbirler alınarak işletmeden kaynaklanan ve insan sağlığı açısından doğrudan risk oluşturan kirlilik kaynaklarının ortaya çıkarabileceği olumsuz etkilerin önlenmesi zorunludur.
- e) Düzenli depolama tesislerinde bertaraf edilecek biyobozunur atık miktarının azaltılması esastır. Atıkların düzenli depolama yöntemi ile bertaraf edilmesi ve

depolanacak olan biyobozunur atık miktarı hedefleri için, Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik hükümleri uygulanır.

f) Biyobozunur atıkların, bakiye atıkların ve/veya değerlendirilemeyen kompostun, atıktan türetilmiş yakıt üretiminde kullanılmasında, 20/6/2014 tarihli ve 29036 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği hükümleri uygulanır.

g) Kurulması planlanan kompost tesislerine ait bu Tebliğin ek-4'ünde yer alan formata uygun olarak hazırlanan ön fizibilite raporu ile teknoloji ve projelerin uygulanmasına ilişkin bu Tebliğin ek-5'inde yer alan formata uygun olarak hazırlanan uygulama projelerine Bakanlıktan uygun görüş alınması zorunludur.

ğ) Ön fizibilite raporu ve uygulama projeleri, çevresel etki değerlendirme yeterlilik belgesine haiz kurum ve kuruluşlar veya Bakanlıkça yetkilendirilmiş çevre danışmanlık firmaları tarafından hazırlanır.

h) Kompost tesisleri, Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliğine göre çevre lisansı almak zorundadır.

(2) Bu Tebliğ kapsamında yer alan ürünlerin çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde piyasaya arz edilmesi esastır.

(3) Sorumlu olan taraflar, ürünlerin ve atıkların çevreye olan olumsuz etkilerinin azaltılması ve güvenli bir şekilde yönetilmesi amacıyla ilgili personeline eğitim vermek/verdirmekle, kamuoyunda farkındalık yaratmakla, sosyal sorumluluk projeleri ve çevre eğitim projeleri yapmakla veya katkı sağlamakla, yazılı ve görsel basında spot yayınlar yapmakla veya bu amaçla yapılan çalışmalara katkı sağlamakla yükümlüdürler.

Bakanlığın görev ve yetkileri

MADDE 6 – (1) Bakanlık;

a) Bu Tebliğin uygulanmasına yönelik işbirliği, koordinasyonu sağlamak ve gerekli idari tedbirleri almakla,

b) Kurulması planlanan kompost tesislerine ait ön fizibilite raporu ile uygulama projelerini değerlendirmek ve uygun görüş vermekle,

c) Uygulama projesi Bakanlıkça uygun görülen tesisin inşaatının, uygulama projesi ve teknik şartnamesine uygun olarak tamamlandığına dair tesis onay yazısı düzenlemekle,

ç) Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliğine göre kompost tesislerine çevre lisansı vermek ve denetlemekle,

yükümlüdür.

(2) Bakanlık, gerekli gördüğü durumlarda birinci fikrada belirtilen yetkilerini il müdürlüklerine devredebilir.

İl müdürlüklerinin görev ve yetkileri

MADDE 7 – (1) İl müdürlükleri;

- a) Bu Tebliğin uygulanmasına yönelik işbirliği ve koordinasyonu sağlamakla, denetim yapmakla,
- b) Belediyelerin atık yönetim planı dahilinde toplanan biyobozunur atıklara ilişkin bilgi ve belgeleri Bakanlığa bildirmekle,
yükümlüdür.

Mahalli idarelerin, özel ve tüzel kişilerin görev ve yükümlülükleri

MADDE 8 – (1) Büyükşehir belediyeleri, mahalli idare birlikleri, il ve ilçe belediyeleri, özel ve tüzel kişiler;

- a) Sorumlulukları çerçevesinde atık yönetim planı dahilinde, biyobozunur atıkları kaynağında ayrı toplamak/toplattırmakla,
- b) Toplanan atıklara ilişkin bilgi ve belgeleri, takip eden yılın mart ayı sonuna kadar il müdürlüğüne sunmakla,
- c) Bu Tebliğ kapsamında yer alan biyobozunur atıkların yetkili olmayan kişiler tarafından toplanmasını, taşınmasını ve işlenmesini önlemek amacıyla gerekli tedbirleri almakla,
- ç) Kurulması planlanan kompost tesisi için bu Tebliğin ek-4’ünde yer alan formata uygun olarak ön fizibilite raporu hazırlamakla ve Bakanlığa sunarak uygun görüş almakla,
- d) Kurulması planlanan kompost tesislerine ait imar planına uygun şekilde bu Tebliğin ek-5’inde yer alan formata uygun olarak uygulama projesi hazırlamak ve projeyi Bakanlığa sunarak uygun görüş almakla,
- e) Tesis inşaatı bitiminde bu Tebliğin ek-6’sında yer alan formata uygun olarak hazırlanan işletme planını Bakanlığa sunmak ve uygun görüş almakla,
- f) Biyobozunur atık yönetiminde görev alan personelin, periyodik olarak eğitimini sağlamakla, sağlık kontrolünden geçirmekle, mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dâhil her türlü tedbirin alınması ve organizasyonunun yapılması ile gerekli araç ve gereçlerin sağlanması, sağlık ve güvenlik tedbirlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapmakla ve

diğer koruyucu, önleyici tedbirleri almakla,
yükümlüdürler.

(2) Mahalli idareler, bu maddenin birinci fıkrasındaki hükümlere ek olarak, biyobozunur atıkların yönetimi kapsamında, bu Tebliğ ile sorumluluk verilen taraflarla birlikte bilinçlendirme ve eğitim faaliyetleri yapmak veya katkıda bulunmakla yükümlüdür.

İşletmecinin yükümlülükleri

MADDE 9 – (1) İşletmeci;

- a) Tesisin işletilmesi ile ilgili işletme planını uygulamakla,
 - b) Tesisin faaliyetleri sonucu oluşan atıklar ile bakiye atıkların ilgili mevzuatta belirtilen hükümlere uygun olarak yönetimini sağlamakla,
 - c) İşletme sürecinde sera etkisi de dâhil olmak üzere tesisten kaynaklanabilecek gazların toplanması, işlenmesi ve kullanılması işlemlerini çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde yapmakla,
 - ç) Tesise, işlenmeye uygun olmayan atıkları kabul etmemekle,
 - d) Tesise gelen ve işlenmeye uygun olmayan atıklar ile tesisten çıkan ve kullanıma uygun olmayan ürünleri ilgili mevzuata uygun olarak bertaraf etmekle,
 - e) Atıklara ilişkin bilgi ve belgeleri takip eden yılın mart ayı sonuna kadar il müdürlüğüne sunmakla,
 - f) Acil durumlarda alınacak önlemlerle ilgili personelin eğitimini sağlamakla, acil durum söz konusu olduğu zaman Bakanlığa bilgi vermekle,
 - g) Tesisin risk taşıyan bölümlerinde çalışan personelin her türlü sağlık ve güvenliğini sağlamak, bu bölümlere yetkili kişilerin dışında ve izinsiz olarak girişleri önlemekle,
- yükümlüdür.

(2) Tesis sahibi ile işletmecinin farklı kişiler olması halinde tesislerin bulunduğu alanlarda, tesis hizmet süresini doldurduktan sonra olası çevresel kirliliğin engellenmesi amacıyla tesis sahibi tarafından gerekli tedbirler alınır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Kompost Tesislerinin Özellikleri Kompost tesislerinin genel özellikleri

MADDE 10 – (1) Düzenli depolama tesisi sınırları içerisinde kurulanlar hariç olmak üzere, tesis sınırının yerleşim alanlarına en yakın mesafesinin 250 metre olacak şekilde, hakim rüzgar yönü de dikkate alınarak yer seçimi yapılır. Alıcı ortamın, toprağın, yüzeysel suların ve yeraltı sularının kirlenmesini önleyecek şekilde tasarımlı yapılır.

(2) Tesisten kaynaklanabilecek koku, toz, sızıntı suyu, gaz ve benzeri olumsuz etkileri asgari düzeye indirmek için her türlü önleyici tedbir alınır.

(3) Atıklar, çevresel risk oluşturmayacak şekilde tesise kabul edilir ve atıkların işlendiğinin takip edilmesi için gerekli kontrol sistemleri kurulur.

(4) Tesiste, araç parkı, kantar, tekerlek yıkama ünitesi ve idari bina bulunması zorunludur. Tesislerin entegre tesis olması durumunda bu ünitelerden birer adet olması yeterlidir.

(5) Üretim öncesi, atıkların en az bir gün süre ile biriktirileceği büyülükte, boşaltma, ön şartlandırma hattına yükleme işlemlerinin gerçekleştirileceği, atık kabul birimi yapılır.

(6) Atık kabul birimleri yağış etkisine karşı üstü kapalı olarak inşa edilir. Atık kabul birimi tabanı, sızdırmazlığı sağlayacak şekilde en az 30 cm kalınlığında, C30 beton ve tutuşmaz malzemeden yapılır. Tabanda atığın kanalizasyon veya yüzey suyuyla temas etmesini engelleyecek şekilde ayrı toplama mekanizması geliştirilir. Atık kabul alanında olacak sızıntı suyunun toplanabilmesi için zemine uygun şekilde eğim verilir.

(7) Tesiste, atıkların işlenmesi sonucunda oluşan ürünün yağışlardan etkilenmeyecek şekilde biriktirileceği kapalı ürün deposu teşkil edilir.

(8) Tesise gelen ve işlenmeye uygun olmayan atıklar ile tesisten çıkan ve kullanıma uygun olmayan ürün ve bakiye atıklar için uygun alanlar oluşturularak ilgili mevzuata uygun olarak bertaraf edilir.

(9) Tesis genelinde olacak yağmur suları, yıkama ve benzeri atık sulardan ayrı toplanır.

(10) Tesise kabul edilen atığın kaynağı, kodu, miktarı, tesise erişim şekli gibi bilgileri içeren veri kayıt sistemi oluşturulur.

(11) Tesislerde, kokuya neden olan tüm emisyon kaynaklarında, 19/7/2013 tarihli ve 28712 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik hükümlerine uyulur.

(12) Tesislerin işletilmesi sırasında oluşan sızıntı suyu, yıkama suyu ve benzeri atıksular 31/12/2004 tarihli ve 25687 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği doğrultusunda deşarj standartlarına uygun hâle getirmek için arıtılır.

(13) Sızıntı suyu arıtma tesisi bulunmayan tesislerde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği hükümlerine uygun olarak atıksu altyapı tesisi bulunan yerlerde kanalizasyon sistemine bağlantı esaslarına uyulması şartıyla bağlantı izni alınır.

Kompost tesislerinin teknik özellikleri

MADDE 11 – (1) Kompost tesisleri, bu Tebliğin 10 uncu maddesinde belirtilen hükümlere uymakla yükümlüdür. Bu hükümlere ek olarak;

a) Ayırma işlemi, mikroorganizmaların gerçekleştirdikleri bozunma prosesinin kolaylaştırılması amacıyla boyut küçültme veya parçalama ve eleme işlemlerinin yapıldığı ön şartlandırma ünitesi,

b) Kompostlaştırma ünitesi,

c) Son şartlandırma ünitesi, ç) Son eleme ünitesi,

d) Ürün biriktirme alanı, bulunur.

(2) Kompostlaştırma sürecini kontrol etmek amacıyla yığın sıcaklığı günlük olarak, nem içeriği ise haftalık olarak takip edilir ve kayıt sistemi oluşturulur.

(3) Kapalı veya yığın kompost tesislerinde; havalandırma sisteminin, uçucu bileşikler, çürüme sonucu ortaya çıkabilecek kirleticiler, mikroorganizma ve alerjenlerin, ortama verilecek emisyonların ve kokunun temizlenmesini sağlayacak şekilde kurulması ve çalıştırılması zorunludur.

(4) Atıkların kaynağıda işlendiği bahçe tipi kompost sistemleri ve solucan tipi kompost sistemleri için bu Tebliğ hükümleri uygulanmaz. Ancak, solucan tipi kompost sistemlerinde sızıntı suyu kontrol sistemi kurulur.

(5) Hayvansal atık kullanılması durumunda, kompostlaştırma ünitesinde 70 °C sıcaklığın en az 1 saat boyunca kesintisiz olarak sağlanması ve sağlandığının belgelenmesi veya tesiste 1 saat 70 °C sıcaklığın uygulanacağı hijyenizasyon ünitesi şartı aranır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Ürünler ve Bakiye Atıklar

Kompostun kullanılması

MADDE 12 – (1) Biyobozunur atıkların işlenmesiyle elde edilen ürün özelliklerinin belirlenmesinde;

- a) Beslenen hammadde özelliklerine,
 - b) Kompost tesisi proses şartlarına, uyalması zorunludur.
- (2) Kompost tesisisinde gerçekleştirilen işlemler sonucunda elde edilen ürünün toprak iyileştirici olarak kullanılabilmesi için bu Tebliğin ek-2 ve ek-3’ünde yer alan kompost kriterlerini sağlaması zorunludur.
- (3) Kompost kalitesinin belirlenmesinde; pH, hijyen, iz element, nem içeriği, C/N oranı, organik madde, tuz, biyobozunur olmayan yabancı madde, yabani ot ve kararlılık parametreleri dikkate alınır.
- (4) Kompostun tarımda kullanılması ve kompostun uygun olarak üretildiğinin belirlenmesinde 29/3/2014 tarihli ve 28956 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler ile Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Organik Kaynaklı Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı, İhracatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik hükümleri uygulanır.
- (5) Ürünü temsil eden numunelerin alınması, 29/3/2014 tarihli ve 28956 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Gübrelerin Piyasa Gözetimi ve Denetimi Yönetmeliği çerçevesinde belirtilen numune alma metotları esasına göre, üçer aylık periyotlarla yılda dört numune olacak şekilde yapılır.

Ürünün piyasaya arz edilmesi

MADDE 13 – (1) Bu Tebliğ kapsamında yer alan kompost, ambalajlanmış olarak piyasaya arz edilir. Ambalajların geri kazanıma uygun olması tercih edilmelidir. Kompostun piyasaya arz edilmesinde, Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler ile Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Organik Kaynaklı Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı, İhracatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik hükümleri uygulanır.

- (2) Piyasaya arz edilen ürün ambalajının etiketi üzerinde;
- a) pH,
 - b) Toplam organik maddesi,
 - c) Azami nem değeri,

- ç) Toplam azot değeri (% 1'i geçerse),
 - d) Toplam fosfor pentaoksit (P₂O₅) değeri (% 1'i geçerse),
 - e) Suda çözünür potasyum oksit (K₂O) değeri (% 1'i geçerse),
 - f) C/N oranı,
 - g) Kompost kararlılık bilgileri,
 - ğ) Kompost üretiminde kullanılan hammadde kaynağı,
 - h) Suda çözünür klorür (Cl⁻)
- bilgilerine yer verilmesi gerekmektedir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Çeşitli ve Son Hükümler

İdari yaptrim

MADDE 14 –(1) Bu Tebliğ hükümlerine aykırı hareket edenler hakkında, 2872 sayılı Kanunun 12 ve 20 nci maddeleri ve 4703 sayılı Kanunun ilgili maddelerinde öngörülen müeyyideler uygulanır.

Düzenleme yetkisi

MADDE 15 –(1) Bakanlık bu Tebliğ kapsamındaki atıkların ve ürünlerin yönetimine ilişkin her türlü düzenlemeyi yapmaya yetkilidir.

Mevcut kompost tesisleri

GEÇİCİ MADDE 1 –(1) Bu Tebliğin yürürlüğe girdiği tarihten önce işletilen mevcut tesisler, bu Tebliğ ile fiziksel koşullara bir yıl içerisinde, diğer hükümlere bu Tebliğin yayımı tarihinde uyum sağlamakla yükümlüdür.

Yürürlük

MADDE 16 –(1) Bu Tebliğ yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

Yürütme

MADDE 17 –(1) Bu Tebliğ hükümlerini Çevre ve Şehircilik Bakanı yürütür.

EK-1**ATIK LİSTESİ**

ATIK GRUPLARI	
Bitkisel İçerikli Atıklar ve Ormancılık Atıkları	
02 01 03	Bitki dokusu atıkları
02 01 07	Ormancılık atıkları
Hayvansal İçerikli Atıklar	
02 01	Tarım, Bahçivanlık, Su Ürünleri Üretimi, Ormancılık, Avcılık ve Balıkçılıktan Kaynaklanan Atıklar
02 01 02	Hayvan dokusu atıkları
02 01 06	Ayrı toplanmış ve saha dışında işlem görecek hayvan dışkısı, idrar ve tezek (ve bunlarla temas etmiş saman dahil), akan sıvılar
02 02	Et, balık ve diğer hayvansal kökenli gıda maddelerinin hazırlanmasından ve işlenmesinden kaynaklanan atıklar
02 02 02	Hayvan dokusu atığı
Gıda Üretimi Atıkları	
02 02	Et, balık ve diğer hayvansal kökenli gıda maddelerinin hazırlanmasından ve işlenmesinden kaynaklanan atıklar
02 02 03	Tüketime ya da işlenmeye uygun olmayan maddeler
02 03	Meyve, sebze, tıhlı, yenilebilir yağlar, kakao, kahve, çay ve tütünün hazırlanmasından ve işlenmesinden; konserve üretiminden, maya ve maya özütı üretiminden, molas hazırlanması ve fermantasyonundan kaynaklanan atıklar
02 03 04	Tüketime ya da işlenmeye uygun olmayan maddeler
02 05	Süt ürünleri endüstrisinden kaynaklanan atıklar
02 05 01	Tüketime ya da işlenmeye uygun olmayan maddeler
02 06	Unlu mamuller ve şekerleme endüstrisinden kaynaklanan atıklar
02 06 01	Tüketime ve işlenmeye uygun olmayan maddeler
02 07	Alkollü ve alkolsüz içeceklerin (kahve, çay ve kakao hariç) üretiminden kaynaklanan atıklar
02 07 01	Hammaddelerin yıkanmasından, temizlenmesinden ve mekanik olarak sıkılmasından kaynaklanan atıklar
02 07 02	Alkol damıtılmasından kaynaklanan atıklar
02 07 04	Tüketime ya da işlenmeye uygun olmayan maddeler
Ahşap İşleme, Kağıt ve Kağıt Üretimi Atıkları	
03 01 01	Ağaç kabuğu ve mantar atıkları
03 03	Kağıt hamuru, kağıt ve kağıt karton üretim ve işlenmesinden kaynaklanan atıklar
03 03 01	Ağaç kabuğu ve odun atıkları
03 03 07	Atık kağıt ve kartonun hamur haline getirilmesi sırasında mekanik olarak ayrılan ıskartalar
03 03 08	Geri dönüşüm gitmek üzere sınıflandırılan kağıt ve kartondan kaynaklanan atıklar
20 01 01	Kâğıt ve karton
Tekstil Endüstrisi Atıkları	
04 02 10	Doğal ürünlerden oluşan organik maddeler (örneğin yağ, mum)
Anaerobik Arıtım Atıkları	
19 06 04	Belediye atıklarının anaerobik arıtımından kaynaklanan posalar
19 06 06	Hayvansal ve bitkisel atıkların anaerobik arıtımından kaynaklanan posalar

Mutfak Atıkları	
20 01 08	Biyolojik olarak bozunabilir mutfak ve kantin atıkları
20 01 25	Yenilebilir sıvı ve katı yağlar
Park, Bahçe ve Diğer Yeşil Atıklar	
20 02 01	Biyolojik olarak bozunabilir atıklar
20 03 02	Pazarlardan kaynaklanan atıklar

EK 2**KOMPOST KALİTE PARAMETRELERİ**

Parametre	Değer																														
pH	5,5 – 8,5																														
Hijyen değeri	<p>Kesintisiz olarak 55 °C'de 2 hafta, 60 °C'de 1 hafta, 65 °C'de 5 gün, 70 °C'de 1 saat, işlem görmüş olacaktır.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Patojenler</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Toplam Bakteri</td><td>1x10³ kob/g veya kob/ml</td></tr> <tr> <td>Enterobactericea grubu bakteriler</td><td>< 3cfu/ml</td></tr> <tr> <td>Mycobacterium spp</td><td>Yok (25 g veya ml)</td></tr> <tr> <td>Toplam maya ve küf</td><td>1<10⁴ kob/gr-ml</td></tr> <tr> <td>Salmonella spp</td><td>Yok (25 g veya ml)</td></tr> <tr> <td>Staphylococcus aureus</td><td>Yok (25 g veya ml)</td></tr> <tr> <td>Bacillus cereus</td><td>Yok (25 g veya ml)</td></tr> <tr> <td>Bacillus anthracis</td><td>Yok (25 g veya ml)</td></tr> <tr> <td>Clostridium spp</td><td><2 kob/g veya kob/ml</td></tr> <tr> <td>Clostridium perfiringens</td><td>Yok</td></tr> <tr> <td>Listeria spp</td><td>Yok</td></tr> <tr> <td>Staphylococcal Enterotoksin</td><td>Yok</td></tr> <tr> <td>E.coli</td><td>Yok</td></tr> <tr> <td>E.coli</td><td>0157 Yok</td></tr> </tbody> </table>	Patojenler		Toplam Bakteri	1x10 ³ kob/g veya kob/ml	Enterobactericea grubu bakteriler	< 3cfu/ml	Mycobacterium spp	Yok (25 g veya ml)	Toplam maya ve küf	1<10 ⁴ kob/gr-ml	Salmonella spp	Yok (25 g veya ml)	Staphylococcus aureus	Yok (25 g veya ml)	Bacillus cereus	Yok (25 g veya ml)	Bacillus anthracis	Yok (25 g veya ml)	Clostridium spp	<2 kob/g veya kob/ml	Clostridium perfiringens	Yok	Listeria spp	Yok	Staphylococcal Enterotoksin	Yok	E.coli	Yok	E.coli	0157 Yok
Patojenler																															
Toplam Bakteri	1x10 ³ kob/g veya kob/ml																														
Enterobactericea grubu bakteriler	< 3cfu/ml																														
Mycobacterium spp	Yok (25 g veya ml)																														
Toplam maya ve küf	1<10 ⁴ kob/gr-ml																														
Salmonella spp	Yok (25 g veya ml)																														
Staphylococcus aureus	Yok (25 g veya ml)																														
Bacillus cereus	Yok (25 g veya ml)																														
Bacillus anthracis	Yok (25 g veya ml)																														
Clostridium spp	<2 kob/g veya kob/ml																														
Clostridium perfiringens	Yok																														
Listeria spp	Yok																														
Staphylococcal Enterotoksin	Yok																														
E.coli	Yok																														
E.coli	0157 Yok																														
İz elementler	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parametre</th><th>Kompostta ppm (mg/kg kuru madde)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Arsenik (As)</td><td>20</td></tr> <tr> <td>Kadmiyum (Cd)</td><td>3</td></tr> <tr> <td>Krom (Cr)</td><td>350</td></tr> <tr> <td>Bakır (Cu)</td><td>450</td></tr> <tr> <td>Cıva (Hg)</td><td>5</td></tr> <tr> <td>Nikel (Ni)</td><td>120</td></tr> <tr> <td>Kurşun (Pb)</td><td>150</td></tr> <tr> <td>Çinko (Zn)</td><td>1100</td></tr> <tr> <td>Kalay (Sn)</td><td>10</td></tr> </tbody> </table>	Parametre	Kompostta ppm (mg/kg kuru madde)	Arsenik (As)	20	Kadmiyum (Cd)	3	Krom (Cr)	350	Bakır (Cu)	450	Cıva (Hg)	5	Nikel (Ni)	120	Kurşun (Pb)	150	Çinko (Zn)	1100	Kalay (Sn)	10										
Parametre	Kompostta ppm (mg/kg kuru madde)																														
Arsenik (As)	20																														
Kadmiyum (Cd)	3																														
Krom (Cr)	350																														
Bakır (Cu)	450																														
Cıva (Hg)	5																														
Nikel (Ni)	120																														
Kurşun (Pb)	150																														
Çinko (Zn)	1100																														
Kalay (Sn)	10																														
Kompostun Nem İçeriği	< % 30																														
Karbon/Azot Oranı (C/N)	10-30																														
Organik Madde (kuru madde içerisinde)	> % 35																														
Mineral iyonlar halindeki tuzlar	< 10dS/cm																														
Biyobozunur Olmayan Yabancı Madde İçeriği (Kuru Ağırlık Olarak)	< % 2																														

Komposttaki yabani ot değeri	< 5 adet/lt
10 mm'lik elekten ürünün % 90'ı geçecektir.	
Plastik madde ya da diğer mevcut muhtemelen geri dönüşümü olmayan madde parçacıklarının büyüğünü 10 mm'yi geçmeyecektir.	

KARARLILIK PARAMETRELERİ

Grup (A) Testler: CO₂ Oluşum ve Solunum, O₂ ihtiyacı, Dewar Testlerini içerir. Ürünlerin piyasaya arzı için kararlılık özelliklerini sağlaması zorunludur.

	Birim	KARARLILIK	
OUR Testi	mg O ₂ / gr OM /saat	< 0,4	
CO ₂ Oluşum Oranı	mg CO ₂ -C / gr OM /gün	< 2	
Dewar Testi	Sıcaklık Sınıfı	V	
	Dewar İndeksi:		
	Sıcaklık Yükselmesi	Sınıf	Stabilite Tanımlaması
	0-10 °C	V	Tamamen stabil kompost, depolanabilir
Solvita Testi	İndeks Değeri	7 - 8	

*OM: Organik Madde

ÖN FİZİBİLİTE RAPORU FORMATI

1. Tesis yeri ile ilgili genel bilgiler
 - a. En yakın yerleşim birimine olan mesafeler
 - b. Saha kapasitesi, büyüklüğü
 - c. Mülkiyet durumu
 - d. Tesis ömrü
2. Kabul edilecek atık türleri ve kodları
3. Mevcut nüfus ve nüfus projeksiyonu
4. Atık miktarı ve projeksiyonu
5. Yapılması öngörülen kompost tesisi
6. Tesiste yer alacak üniteler ve bu üniteler ile ilgili bilgiler (kantar, tekerlek yıkama, idari bina, trafo, jeneratör, ve benzeri)
 - a. Varsa diğer üniteler ile ilgili bilgiler
7. Gaz ve sızıntı suyu yönetimi
8. Yüzeysel su ve atıksu yönetimi
9. Maliyet analizi

EK-5**UYGULAMA PROJESİ FORMATI**

Sıra	Pafta Adı	Açıklama
1	Genel Vaziyet Planı	Tesisin genel olarak yerleşimini göstermeli ve ülke koordinatları aplike edilmelidir. Arazi üzerinde mevcut yol, su birikintileri, yapılar, elektrik, su ve doğalgaz hatları ve eğim başlangıç bitiş noktaları belirtilmelidir.
2	Ön Hazırlama Ünitesi Vaziyet Planı	Ön hazırlama ünitesinde kullanılan ekipmanlara ait yerleşim planlarını göstermelidir.
3	Ön Hazırlama Ünitesi Kesit Planları	Ön hazırlama ünitesinde bulunan ekipmanların kesit planlarını içermelidir.
4	Kompostlaştırma Ünitesi Plan ve Kesitleri	Kompostlaştırma ünitesi planı ile enine ve boyuna kesit planlarını içermelidir.
5	Konveyör Köprüsü Vaziyet Planı	Konveyör köprüsü kullanılmışsa planları verilmelidir.
6	Kompost Aktarma Makinesi Vaziyet Planı ve Kesiti	Kompost aktarma makinasının sahadaki konumu gösteren plan ve kesitler verilmelidir.
7	Kapali/Yığın Kompost Tesislerinde Havalanırma Sistemi Plan ve Kesitleri	Havalanırma sistemi konumunu, plan ve kesitlerini içermelidir.
8	Proses Akış Şeması	Tüm sistemdeki proseslerin akışlarını göstermelidir.
9	Atıksu P&I Diyagramı	Tesiste oluşan atıksuyun toplama ve iletim sistemin gösterildiği şemalardır.
10	Atık Hava P&I Diyagramı	Tesis bünyesinde oluşan atık havanın toplanmasını ve akışını gösteren diyagamlardır.
11	Tesis Ekipman Listesi	Tesis ekipmanlarının fonksiyonu, yerini ve spesifik özelliklerini gösteren listelerdir.
12	Son Şartlandırma Ünitesi Plan ve Kesitleri	
13	Son Eleme Ünitesi Plan ve Kesitleri	
14	Ürün Deposu Plan ve Kesitleri	
15.	Diger Paftalar	
	Tesis Binası Projesi	Tesis Binası Elektrik Projesi
	İdari Bina Projesi	Güvenlik Binası Elektrik Projesi
	Güvenlik Binası	İdari Bina Elektrik Projesi
	Su Deposu	Çevre Aydınlatma Projesi
	Atölye Binası	Orta ve Alçak Gerilim Dağıtım Proj.
	Kantar	Atölye Binası Elektrik Projesi
	Telçit Detayı	Trafo
	Kantar Elektrik Projesi	Paratoner

EK 6

İŞLETME PLANI FORMATI

1. TESİS GENEL YERLEŞİM PLANI

- a. Saha altyapısı
- b. Genel vaziyet planı (1/5000)

2. TESİS İŞLETME ESASLARI

- a. Akım şeması
- b. Atık kabul ve kayıt
- c. Kurulan tesislerdeki ünitelerde işletme koşulları (ünite kapasitesi, alanı, kullanılan ekipmanlar, sıcaklık, pH, C/N oranı, bekletme süresi, hijyenizasyon, nem içeriği, organik madde içeriği, elek boyutları, karıştırıcı özellikleri, havalandırma sistemi, gaz yönetimi, gibi tesis ünitelerinde yapılan faaliyetlere göre sıra ile yer alması gereklidir.)

3. Ürünün depolanması ve yönetimi

4. TESİSTE KONTROL VE İZLEME

- a. Atık Miktarı, Tartım ve Analizi
- b. Kuşaklama Kanalı ve Yüzey Suyu
- c. Sızıntı Suyu
- d. Yeraltı Suyu
- e. Gaz Yönetimi

5. İŞLETME SONUNDA KAPATILMASI

- a. İşletme Sonrası Kontrol ve İzleme

6. EKİPMAN-PERSONEL

- a. İş Makineleri
- b. Personel (tesis personeline ait görev tanımları, yetkinlik kriterleri belgelendirilmelidir.)

7. İŞÇİ SAĞLIĞI İŞ GÜVENLİĞİ

(Tesiste görev yapacak olan tüm personelin alacağı aşamalı eğitimler, kullanılacak kişisel koruyucu donanımlar ve kullanımda uyulacak esaslar, yanından korunma ve müdahale, acil durum eylem planı, tesis güvenlik tedbirleri vb. yer almmalıdır.)

EKLER

- Ek-1 Atık Kabul ve Kayıt Formu
- Ek-2 Tesis Sızıntı Suyu İzleme Formu
- Ek-3 İşletme Organizasyon Şeması
- Ek-4 Kütle-Dengeye Ait Kayıtlar
- Ek-5 Kantar Tonaj Bilgileri Formu
- Ek-6 Gaz Ölçüm Raporları

Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından (No: 29286, 2015) yönetmelikte bazı değişiklikler yapılmıştır. Bunlar:

30 Eylül 2020 ÇARŞAMBA

Resmî Gazete

Sayı : 31260

TEBLİĞ

Çevre ve Şehircilik Bakanlığından:

KOMPOST TEBLİĞİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILMASINA DAİR TEBLİĞ

MADDE 1 – 5/3/2015 tarihli ve 29286 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Kompost Tebliğinin 1inci maddesinin birinci fikrasının (ç) bendi aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“ç) Kompost tesislerinden elde edilen ürünlerin yönetimine,”

MADDE 2 – Aynı Tebliğin 2nci maddesinin ikinci fikrasının (ç) bendi aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“ç) İşlenmek üzere kompost tesislerine gönderilen hayvansal atıklar hariç olmak üzere, 24/12/2011 tarihli ve 28152 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan İnsan Tüketimi Amacıyla Kullanılmayan Hayvansal Yan Ürünler Yönetmeliği hükümleri kapsamında yönetilen hayvansal yan ürünleri,”

MADDE 3 – Aynı Tebliğin 3üncü maddesinin birinci fikrasının (c) ve (ç) bentleri aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“c) 10/7/2018 tarihli ve 30474 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin 97nci ve 103üncü maddeleri,

ç) 2/4/2015 tarihli ve 29314 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği,”

MADDE 4 – Aynı Tebliğin 4üncü maddesinin birinci fikrasının (a), (b), (d) ve (f) bentleri aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“a) Atık işleme: Ön işlemler ve ara depolama dahil olmak üzere Atık Yönetimi Yönetmeliğinin Ek-2/A ve Ek-2/B’sindeki geri kazanım ya da bertaraf işlemlerini,

- b) Atık işleme tesisi: Ön işlem ve ara depolama tesisleri dâhil aktarma istasyonları hariç olmak üzere, atıkları Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek-2/A ve Ek-2/B'deki faaliyetlerle geri kazanan ve/veya bertaraf eden tesisi,”
- “d) Biyobozunur atık: Park, bahçe ve evler ile lokantalar, satış noktaları, gıda üretim ve benzeri tesislerden kaynaklanan oksijenli veya oksijensiz ortamda bozunmaya uğrayabilen atıkları,”
- “f) Geri kazanım: Atık Yönetimi Yönetmeliğinin Ek-2/B'sinde listelenen işlemleri,”

MADDE 5 – Aynı Tebliğin 5 inci maddesinin birinci fikrasının (b), (g) ve (h) bentleri aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

- “b) Atıklar; görünüş, koku, toz, sızdırma ve benzeri faktörler yönünden çevreyi kirletmeyecek şekilde kapalı olarak taşınır.”
- “g) Kurulması planlanan kompost tesisleri için Ek-4'te yer alan formata uygun olarak hazırlanan fizibilite raporu ile Bakanlıktan uygun görüş alınır ve sonrasında çevresel etki değerlendirmesi süreci tamamlanır.”
- “h) Kompost tesisleri, Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliğine göre çevre izin ve lisansı alır.”

MADDE 6 – Aynı Tebliğin 8 inci maddesinin birinci fikrasının (b) bendi yürürlükten kaldırılmıştır.

- MADDE 7 – Aynı Tebliğin 9 uncu maddesinin birinci fikrasının (e) bendi aşağıdaki şekilde değiştirilmiş, aynı fikraya aşağıdaki bent eklenmiştir.
- “e) Tesisin ömrünü tamamlamasını müteakip tesise atık kabul etmemekle ve Atık Yönetimi Yönetmeliği 10 uncu maddesi çerçevesinde iş ve işlemleri yürütmekle,”
- “g) İşletmeci, Bakanlığın çevrimiçi programlarına kayıt olarak tesise ilişkin bilgileri çevrimiçi programı kullanarak bildirmekle ve onaylamakla,”

MADDE 8 – Aynı Tebliğin 10 uncu maddesinin altıncı fikrası aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

- “(6) Atık kabul birimleri yağış etkisine karşı üstü ve araç giriş çıkışları hariç diğer üç tarafı kapalı olarak inşa edilir. Atık kabul birimi tabanı, sızdırmazlığı sağlayacak şekilde en az 30 cm kalınlığında, C30/37 beton ve tutuşmaz malzemeden yapılır. Tabanda atığın kanalizasyon veya yüzey suyuyla temas etmesini engelleyecek şekilde ayrı toplama

mekanizması geliştirilir. Atık kabul alanında oluşacak sızıntı suyunun toplanabilmesi için zemine uygun şekilde eğim verilir.”

MADDE 9 – Aynı Tebliğin 11 inci maddesinin üçüncü, dördüncü ve beşinci fikraları aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“(3) Kapalı veya yığın kompost tesisleri; havalandırma sisteminin, uçucu bileşikler, çürüme sonucu ortaya çıkabilecek kirleticiler, mikroorganizma ve alerjenlerin, ortama verilecek emisyonların ve kokunun temizlenmesini sağlayacak şekilde kurulur ve çalıştırılır.

(4) Mahalli idarelerce belediye atıklarının işlenmesi amacıyla kurulması planlanan kompost tesisleri hariç olmak üzere solucan tipi kompost sistemleri, mantar üretim kompost sistemleri ve her türlü atığın kaynağında işlendiği bahçe tipi kompost sistemleri/makineleri için bu Tebliğ hükümleri uygulanmaz. Ancak, bahçe tipi kompost sistemleri hariç olmak üzere diğer kompost sistemlerinde sızıntı suyu kontrol sistemi kurulur.

(5) Hayvansal atığın hammadde olarak tesiste işlenmesi durumunda hijyenizasyon işlemine yönelik İnsan Tüketimi Amacıyla Kullanılmayan Hayvansal Yan Ürünler Yönetmeliği hükümleri uygulanır.”

MADDE 10 – Aynı Tebliğin 12 nci maddesi aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“MADDE 12 – (1) Biyobozunur atıkların işlenmesiyle elde edilen ürün özelliklerinin belirlenmesinde;

- a) Beslenen hammadde özelliklerine,
- b) Kompost tesisi proses şartlarına,
uyulur.

(2) Kompost tesinine gerçekleştirilen işlemler sonucunda elde edilen ürünün kullanılmasında 23/2/2018 tarihli ve 30341 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübreler Dair Yönetmelikte yer alan kriterler sağlanır.”

MADDE 11 – Aynı Tebliğin 13 üncü maddesi aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“MADDE 13 – (1) Bu Tebliğ kapsamında yer alan kompostun piyasaya arz edilmesinde, Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübreler Dair Yönetmelik hükümleri uygulanır.”

MADDE 12 – Aynı Tebliğin geçici birinci maddesi yürürlükten kaldırılmıştır.

MADDE 13 – Aynı Tebliğin Ek-1’i, Ek-4’ü ve Ek-6’sı ekteki şekilde değiştirilmiş, Ek-2’si ve Ek-3’ü yürürlükten kaldırılmıştır.

MADDE 14 – Bu Tebliğ yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

MADDE 15 – Bu Tebliğ hükümlerini Çevre ve Şehircilik Bakanı yürütür.

Tebliğin Yayımlandığı Resmî Gazete’nin

Tarihi

Sayısı

5/3/2015

29286

Tebliğde Değişiklik Yapan Tebliğin Yayımlandığı Resmî Gazete’nin

Tarihi

Sayısı

28/7/2017

30137

Ekleri için tıklayınız

6.2.3 Litvanya Kompost Yönetmeliği

BİYOBOZUNUR ATIKLARIN KOMPOST YAPILMASI VE ANAEROBİK ARITILMASI İÇİN ÇEVRESEL GEREKLİLİKLER

BÖLÜM I GENEL HÜKÜMLER

1. Biyobozunur Atıkların Kompostlanması ve Anaerobik Arıtımı için Çevresel Gereklilikler, biyobozunur atıkların kompostlanması ve anaerobik arıtımı için koşulları, anaerobik olarak arıtılmış kompostlanabilir atık türlerini, kalite gerekliliklerini, kirlilik ve kompost ve anaerobik ayrıştırma, gübreleme ürünleri olarak kompost ve anaerobik çürüme ürünlerinin gübreleme ürünü olarak sınıflandırması kriterlerini belirler.
2. Litvanya Cumhuriyeti Çevre Bakanı'nın 14 Temmuz 1999 tarihli ve 217 sayılı "Atık Yönetim Kurallarının Onaylanması Hakkında" Kararı ile onaylanan Litvanya Cumhuriyeti Atık Yönetimi Yasası uyarınca, Litvanya Cumhuriyeti Çevre Bakanının 6 Mart 2014 tarihli D1-259 sayılı Kararı ile onaylanan Kirlilik İzinlerinin Düzenlenmesi, Değiştirilmesi ve Geri Çekilmesine İlişkin Kurallar 'Kirlilik İzinlerinin Düzenlenmesi, Değiştirilmesi ve Geri Çekilmesine İlişkin Kuralların Onaylanması Hakkında' , Litvanya Cumhuriyeti Çevre Bakanı'nın 26 Eylül 2012 tarihli D1-778 sayılı Kararı ile onaylanan Teknik Kompost, Teknik Digestat ve Stabilate'in Kalitesi ve Kullanımına İlişkin Gereklilikler 'Kalite ve Kullanım Gereksinimlerinin Onayı Üzerine Teknik Kompost, Teknik Digestat ve Stabilate', biyolojik olarak parçalanabilen atıkları kompost yapan kişiler (evde kompost yapan ve üretilen kompostu kendi ihtiyaçları için kullanan kişiler hariç) atık yöneticileri olarak tanımlanmıştır ve burada belirtilen yönetmeliklere ve kanunlara uymak zorundadırlar.
3. Şartlar; kompost, anaerobik çürütme ürünü, evsel kompostlama dahil olmak üzere üreten ve/veya kullanan kişiler için geçerlidir. Tarımda saman ve diğer doğal tehlikesiz tarım veya ormancılık malzemelerini kullanan kişilere, ormancılık süreçleri veya kullanılan yöntemlerin çevreye zarar vermediği veya insan sağlığını tehlkeye etmediği durumlarda uygulanması tavsiye edilir. Koşullarda belirtildiği gibi sıcaklık ve depolama

süresi ile ilgili parametreler, biyolojik olarak parçalanabilen atıkların ilk arıtımı için kompostlama veya anaerobik arıtma yöntemleri kullanıldığında ve elde edilen kompost ve anaerobik çürütücüün toprak veya toprak iyileştirme amaçlı olmadığı durumlarda büyümeye ortamı hazırlanması için uygulanmaz..

4. Şartlar; kanalizasyon çamuru (veya diğer biyolojik olarak parçalanabilen atıklarla kompostlaştırılmıştır) için geçerli değildir; ikincisi, normatif belgeyi onaylayan Litvanya Cumhuriyeti Çevre Bakanı'nın 29 Haziran 2001 tarihli 349 sayılı Kararı ile onaylanan Gübreleme ve Rehabilitasyon için Arıtma Çamurunun Kullanımına İlişkin Gerekliliklere uygun olarak gübreleme ve rehabilitasyon için işlenmeli ve kullanılmalıdır. Sipariş No. Litvanya Cumhuriyeti Çevre Bakanı'nın 26 Eylül 2012 tarihli D1-778 'Teknik Kompost, Teknik Digestate ve Stabilate Kalitesi ve Kullanımına İlişkin Gerekliliklerin Onayı Üzerine'.

5. Yönetmelikte kullanılan terimler, Litvanya Cumhuriyeti Çevre Bakanı'nın 14 Temmuz 1999 tarihli 217 No'lu Kararı ile onaylanan Litvanya Cumhuriyeti Atık Yönetimi Kanununda kullanılanlara tekabül etmektedir. Atık Yönetim Kurallarının Onaylanması Üzerine', Litvanya Cumhuriyeti Çevre Bakanı'nın 26 Eylül 2012 tarihli D1-778 sayılı Kararı ile onaylanan Teknik Kompost, Teknik Digestat ve Stabilate'in Kalitesi ve Kullanımına İlişkin Koşullar. Teknik Kompost, Teknik Digestat ve Stabilate'in Kalitesi ve Kullanımına İlişkin Koşulların Onaylanması, Litvanya Cumhuriyeti Gübreleme Ürünleri Yasası (bundan böyle Kanun olarak anılacaktır), 25 Şubat 2011 tarihli ve 142/2011 (AB) Sayılı Komisyon Tüzüğü'nün onaylanması Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin, insan tüketimine yönelik olmayan hayvansal yan ürünler ve türev ürünlerle ilgili sağlık kurallarını belirleyen ve Sayıştay'ı uygulayan (EC) 1069/2009 Sayılı Tüzüğü cil Direktif 97/78/EC, son olarak 12 Temmuz 2017 tarihli (AB) 2017/1262 Komisyon Tüzüğü (bundan böyle, 142 sayılı Komisyon Tüzüğü (AB) /2011), Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin 21 Ekim 2009 tarih ve (EC) No. /2002 (Hayvan yan ürünleri Yönetmeliği), son olarak Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin 5 Haziran 2019 tarihli 2019/1009 Sayılı Tüzüğü (AB) ile değiştirildiği şekliyle (bundan böyle, 1069/2009 Sayılı Komisyon Tüzüğü (AB)).

BÖLÜM II

BİYOBOZUNUR ATIK ARITMA TESİSLERİNİN KURULUMU İÇİN ŞARTLAR

6. Biyolojik olarak parçalanabilen atıkların (aritmadan kaynaklanan alma, depolama, kompostlaşturma ve depolama kompostu) kompostlaştırılması için tasarlanmış bir kompostlama sahası, yağmur suyu ve diğer yüzey suları (sel sırasında) çevre alanlardan içine akmayacak şekilde kurulacaktır. Yağmur suyu ve sahada oluşan diğer sıvılar, ancak atık su yönetimini düzenleyen yasal düzenlemelerde belirtilen gerekliliklere uygun bir atık su yönetim sistemi ile çevreye girebilir ve ortamdan yeraltı suyunu akmamalıdır. Sistemin ömrü boyunca sızdırmazlığını sağlamak için tüm kompostlama alanı (üst yapı) üzerine bir su yalıtım tabakası yerleştirilmelidir.
7. Biyolojik olarak parçalanabilen atık arıtma tesisleri kurarken, bölgedeki hakim rüzgar yönü dikkate alınmalıdır; tesisler hakim rüzgarlardan korunacak şekilde yerleştirilmeli ve faaliyet Litvanya Hijyen Normları HN 33:2011 'Konut ve Kamu Binalarında Gürültü Sınır Değerleri ve Bunların Çevre', Litvanya Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı'nın 13 Haziran 2011 tarihli V-604 sayılı Kararı ile onaylanmıştır 'Litvanya Hijyen Normu HN 33:2011'in Onayı Üzerine 'Konut ve Kamu Binaları ve Çevrelerindeki Gürültü Sınır Değerleri' , ve koku sınır değerleri Litvanya Hijyen Normu HN 121:2010 'Bir Yerleşim Ortamının Ortam Havasındaki Koku Konsantrasyonu Sınır Değeri', Litvanya Cumhuriyeti Sağlık Bakanı'nın 4 Ekim tarihli V-885 sayılı Kararı ile onaylanmıştır. 2010 'Litvanya Hijyen Normu HN 121:2010'un Onaylanması Hakkında 'Konut Ortamının Ortam Havasındaki Koku Konsantrasyonu Sınır Değeri' ve Sakinlerin Ortam Havasında Koku Kontrolü Kurallarına uygun olmalıdır..
8. Yeni kurulan kompostlama ve anaerobik arıtma tesisleri, arıtılmış atıkların alınmasını, depolanmasını ve kompostlanması (kompostun devrilmesi), iç mekanlarda anaerobik olarak arıtılmasını, kokuların yayılmasının önlenmesini, sahalar dışında çevreye deşarj öncesi gaz temizliğini sağlamalıdır. Yalnızca yeşil atıkların kompostlaştırılacağı sahalar, yeşil atıkların parçalanması sırasında toz oluşumunu engelleyecek önlemlerle donatılmalıdır.
9. Tüm kompostlama ve anaerobik arıtma tesislerinde, sadece yeşil atıkların kompostlaştırıldığı yerler hariç olmak üzere, tüm kompostlama ve anaerobik arıtma

tesislerinde atıklar kapalı mekanlarda alınmakta, depolanmakta, kompostlaştırılmakta ve anaerobik olarak arıtılarak kokuların yayılmasının önlenmesi, çevreye deşarj öncesi gaz temizliği sağlanmaktadır. Sadece yeşil atıkların kompostlaştırıldığı sahalar, yeşil atıkların parçalanması sırasında toz oluşumunu engelleyecek önlemlerle donatılmalıdır.

10. Kompostlama sahalarında üretilen atık su, kompostun sulanması için toplanmalı ve kullanılmalı veya Litvanya Cumhuriyeti Çevre Bakanı'nın 17 Mayıs 2006 tarihli D1-236 sayılı Kararı ile onaylanan Atık Su Yönetimi Yönetmeliği'ne uygun olarak işlenmelidir. Atıksu Yönetimi Yönetmeliğinin Onayı'.

11. Biyobozunur atıkların alınması, kompost haline getirilmesi, olgunlaşması ve kompost depolanması için alanların yüzeyleri geçirimsiz olmalı, açıkça ayrılmalı ve Atık Kullanımı veya Bertarafı Teknik Yönetmelikte şematik olarak belirtilmeli ve işaretlenmelidir. Litvanya Cumhuriyeti Çevre Bakanı'nın 14 Temmuz 1999 tarihli ve 217 No'lu "Atık Yönetim Kurallarının Onaylanması Hakkında" (bundan böyle Atık Geri Kazanımı veya Bertaraf Yönetmeliği olarak anılacaktır) tarafından onaylanan Atık Yönetim Kurallarının Ek 3'ünde sağlanmıştır.

12. Kompost sahaları veya anaerobik arıtma tesislerinin kurulumu veya yeniden inşası planlanırken, tesislerin planlanan kapasitesi değerlendirildikten sonra, Litvanya Cumhuriyetinin Önerilen Ekonomik Faaliyetinin Çevresel Etki Değerlendirmesi Hakkında Kanuna uygun olarak çevresel etki değerlendirme prosedürleri yapılmalıdır..

13. Biyobozunur atık arıtma tesislerinin kurulması yasaktır:

13.1. Uygun olmayan arazi kullanımı veya özel arazi kullanım koşulları nedeniyle belirli bir yerde bu tür bir faaliyet mümkün değilse;

13.2. Taşkın yataklarında (en yüksek taşkın yüksekliği seviyesinin altında (% 1 olasılık)).

14. Koruma bölgesi oluşturulmuş kompost alanları ile su çıkışma tesisleri (maden kuyuları ve sondaj kuyuları vb.) arasındaki mesafe, yeraltı suyu akışının en az 50 m aşağısında ve 25 m akış yukarısında olmalıdır.

15. Mezarlıkların yakınına kurulan yeşil atık kompostlama sahaları, bu bölümde belirtilen kurallara uygun olacaktır. Bu tür alanların işletilmesi ve bakımına ilişkin prosedürler, örneğin mezarlık geliştirme ve/veya bölgesel planlama gibi hususlar dikkate alınarak belediyeler tarafından belirlenir.

16. Biyolojik olarak bozunabilir atıkların kompostlaştırıldığı veya hayvansal yan ürünlerle anaerobik olarak işlendiği durumlarda, bu bölümde belirtilen kurulum gerekliliklerine uyan ve aşağıdaki özelliklere sahip bir tesiste işlenmelidir:

16.1. 1069/2009 Sayılı Komisyon Tüzüğünün (AB) 24. Maddesi uyarınca onaylanmıştır;

16.2. 142/2011 Sayılı Tüzük (AB) gerekliliklerine uygundur.

BÖLÜM III

BİYOBOZUNUR ATIKLARIN KOMPOST YAPILMASI VE/VEYA ANAEROBİK ARITILMASI İÇİN KURALLAR

17. Aşağıdaki tehlikeli olmayan biyolojik olarak parçalanabilen atıklar kompostlaştırılabilir/anaerobik olarak işlenebilir:

17.1. Kamu ve ev mutfakları, gıda üretim ve satış kuruluşları da dahil olmak üzere katering işletmeleri ve mutfaklarından kaynaklanan atık haline gelen yemek atıkları ve tüketime uygun olmayan gıda maddeleri;

17.2. Bileşimi hanelerde üretilen biyolojik atıkla aynı olduğunda veya karışık belediye atık akışından ayrılmış biyolojik olarak bozunabilir atık olduğunda, hanelerde veya diğer kaynaklardan üretilen ayrı olarak toplanan biyolojik atıklar;

17.3. Yeşil atıklar (dallar, çimeler, ağaç yaprakları, çalılar, çiçekler gibi);

17.4. Doğal, tehlikesiz tarımsal ve bahçecilik atıkları ve artıkları (örneğin, saman, saplar, şeker pancarı yaprakları);

17.5. Tehlikeli olmayan ahşap işleme atıkları;

17.6. Üretim ve diğer ekonomik faaliyetlerden kaynaklanan tehlikeli olmayan biyolojik olarak parçalanabilen atıklar;

17.7. Geri dönüştürülemeyen kağıt ve karton atıkları (biyolojik olarak parçalanamayan bir kaplama ile kaplanmış kağıt ve karton atıkları hariç).

18. Tehlikeli, enfekte ve diğer tıbbi atıkların (örneğin veteriner hastanelerinde, hastanelerde), ölü hayvanların dışkılarının kompostlanması yasaktır.

19. Litvanya Cumhuriyeti Çevre Bakanının 5 Ocak 2011 tarihli D1-14 sayılı Emriyle onaylanan Odun Yakıtı Külünün İşlenmesi ve Kullanımına İlişkin Kurallara uygun odun yakıt külü Odun Yakıtı Kül, tarımda kullanılan küllerde belirlenen maksimum kimyasal

konsantrasyonlar bakımından, arıtılmış biyolojik olarak parçalanabilen atığın %20'sinden fazlasını oluşturamaz.

20. Koşulların 17. paragrafında atıfta bulunulan ve hayvansal yan ürünler olarak sınıflandırılmayan, biyolojik olarak parçalanabilen tehlikeli olmayan atıkları işleyen kişiler veya kamu ve ev mutfakları, gıda üretimi ve satışı da dahil olmak üzere katering işletmeleri ve mutfaklardan kaynaklanan gıda atıklarını işleyen kişiler kuruluşlar, aşağıdaki gerekliliklere uyacaktır:

20.1. Biyolojik olarak parçalanabilen atıkları kompostlaştırırken, aşağıdaki sıcaklık rejimlerinden en az biri sağlanmalıdır:

20.1.1. En az 5 gün boyunca en az 65°C'lik bir sıcaklığı muhafaza edin;

20.1.2. En az 7 gün boyunca en az 60°C'lik bir sıcaklığı muhafaza edin;

20.1.3. En az 14 gün boyunca en az 55 °C'lik bir sıcaklığı muhafaza edin;

20.2. Biyolojik olarak parçalanabilen atıkların anaerobik olarak arıtılması sırasında, aşağıdaki sıcaklık rejimlerinden en az biri sağlanmalıdır:

20.2.1. En az 24 saat boyunca en az 55°C'lik bir sıcaklığı muhafaza etmek, arıtılmış atığın en az 20 gün boyunca tesiste depolanmasını sağlamak;

20.2.2. Biyolojik olarak parçalanabilen atıkların en az 55°C sıcaklıkta işlenmesinden sonra, en az 70°C sıcaklıkta en az bir saat süreyle pastörize edilmelidir;

20.2.3. Biyolojik olarak parçalanabilen atığın en az 55°C sıcaklıkta işlenmesinden sonra, Koşulların 20.1.1–20.1.3 maddelerinde belirtilen sıcaklık rejimlerinden en az biri sağlanarak kompostlaştırılmalıdır;

20.2.4. biyolojik olarak parçalanabilen atıkların 37–40°C sıcaklıkta arıtılmasından sonra, en az bir saat süreyle en az 70°C sıcaklıkta pastörize edilmelidir;

20.2.5. 37–40°C sıcaklıkta biyolojik olarak parçalanabilen atığın arıtılmasından sonra, Gereksinimlerin 20.1.1–20.1.3 maddelerinde belirtilen sıcaklık rejimlerinden en az biri sağlanarak daha sonra kompostlaştırılmalıdır.

21. Hayvansal yan ürünler olarak sınıflandırılan atıklar (20. maddedede belirtilen gıda atıkları hariç olmak üzere toplu ve evsel mutfaklar, gıda üretim ve satış kuruluşları dahil olmak üzere katering işletmeleri ve mutfaklarda meydana gelen gıda atıkları hariç) Komisyon Yönetmeliklerine uygun olarak işlenmelidir. (AB) No 1069/2009 ve (EU) No 142/2011.

22. Yeşil atıkları yığınlar halinde kompostlaştırırken, kompostlanmış materyal, tüm materyalin kompost haline gelmesini sağlamak için düzenli olarak mekanik olarak çevrilmeli veya yeniden yüklenmelidir.

23. Yalnızca yeşil atıkları işleyen kişiler dışında, biyolojik olarak parçalanabilen atıkları işleyen kişiler, bu bölümde belirtilen sıcaklık parametrelerinin ve gerekli oksijen içeriğinin kompostlanmış atık yığını aktif kompostlama boyunca korunmasını ve bunların sürekli olarak ölçülmesini, izlenmesini ve kaydedilmesini sağlamalıdır.. Yalnızca yeşil atıkları işleyen kişiler, bu bölümde belirtilen sıcaklık parametrelerinin ve gerekli oksijen içeriğinin korunmasını ve kompostlama işlemi sırasında ölçüm aletleri kullanılarak ölçülen sıcaklığın bir kayıt defterine kaydedilmesini sağlamalıdır. Kompostlanan atık oranları, ölçüm noktaları, ölçüm cihazları, ölçüm sıklığı ve diğer teknik parametreler, Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol ve/veya Kirlilik İzninin eki olan Atıkların Geri Kazanımı veya Bertarafı Hakkında Teknik Yönetmelikte açıklanacaktır. .

24. Kompost ters çevrildiğinde, elendiğinde ve kokuların çevreye yayılma olasılığının yüksek olduğu diğer durumlarda koku azaltıcı önlemler kullanılmalıdır.

25. Biyobozunur atıkları kompostlaştırılan kişiler, oluşturulan her kompost yığını için kayıt defterine aşağıdaki verileri kaydetmelidir:

25.1. Atık kodunu ve adını belirterek kompostlama için kullanılan biyolojik olarak parçalanabilen atık miktarı (ton olarak);

25.2. Kompostlamanın başlangıcı ve bitisi;

25.3. Oksijen ve sıcaklık izleme sonuçları;

25.4. Yığınları çevirme tarihleri;

25.5. Kompostlama sürecindeki rahatsızlıklar;

25.6. Kompost olgunlaşmasının başlangıcı ve bitisi;

25.7. Kompostun eleme tarihleri.

26. Kompost 40–50°C'ye soğuduğunda, kompostlama sürecinde olgunlaşma zorunlu bir adımdır. Bu aşamada aşağıdakilerden kaçınılmalıdır:

26.1. Aşırı nem, sıkıştırılmış malzeme yapısı veya aşırı dayklar nedeniyle anaerobik koşulların oluşumu;

26.2. Malzemenin aşırı kuruması;

26.3. Olgunlaşan kompostun tozla işlenmesi;

26.4. Patojenler dahil olmak üzere olgunlaşan kompostun diğer atıklar veya malzemelerle karıştırılması ve kontaminasyonu;

26.5. Tohumun kompostta yayılması (olgunlaşan kompost yığınlarında bitki örtüsünün büyümesi engellenmelidir).

27. Kompost, biyolojik olarak parçalanabilen atıkların ve safsızlıkların kompostlaştırılmamış kısımlarını ayırarak elenmelidir. Elenen ve kompostlaştırmaya uygun olan tüm safsızlıklar kompostlama için geri gönderilir.

BÖLÜM IV

KOMPOST VE ANAEROBİK SİNDİRİMİN ANALİZ EDİLMESİ

28. Kompostlama veya anaerobik arıtma işlemi tamamlandıktan sonra kompost ve anaerobik çürütme ürünü analiz edilecektir.

29. Kompost ve anaerobik çürütme ürünü için kalite ve kontaminasyon parametrelerinin analiz sıklığı Ek 1'de verilmiştir.

30. İşlenmiş kompost ve anaerobik çürütücüünün analizleri, özel ölçümler ve/veya analizler yapmak ve laboratuvar testleri ve/veya ölçümleri için numune almak veya ölçüm yapmaya yetkili LST EN ISO/IEC 17025 kapsamında akredite edilmiş laboratuvarlarda yapılmalıdır. Çevresel Unsurlarda Kirlilik ve Emisyon Kaynakları Tarafından Çevreye Yayılan Kirleticilerin Ölçüm ve Analizlerinin Yapılmasına İlişkin İzinlerin Verilmesine İlişkin Prosedürün Açıklamasına uygun olarak kirlilik kaynağından çevreye yayılan kirleticilerin ve çevresel unsurlardaki emisyonların analizleri Litvanya Cumhuriyeti Çevre Bakanı'nın 30 Aralık 2004 tarihli D1-711 sayılı Emri ile onaylanan ve Kirlilik Kaynağı Tarafından Çevreye Yayılan Kirleticilerin Ölçümlerinin ve Analizlerinin Yapılmasına İlişkin İzinlerin Verilmesi Prosedürünün Tanımını onaylayan ve Çevresel Unsurlarda Emisyonlar.

31. Kompost ve anaerobik çürütme ürünü, standartlaştırılmış analiz yöntemleri kullanılarak analiz edilir. Sadece kompost ve anaerobik çürütme ürünü analiz edildikten sonra, bunlar:

- 31.1. Koşullar Bölüm VII'deki kriterlere göre gübreleme ürünleri olarak atanabilir;
- 31.2. Koşullar Bölüm VIII'deki kalite göstergelerine uygun olarak gübreleme ürünlerine atanmayabilir;
- 31.3. Koşullar Bölüm X'in gereklerine uygun olarak atık olarak kabul edilir.

BÖLÜM V

TESİSDE KOMPOST DEPOLAMA KOŞULLARI

32. Bu koşulların hükümlerine uygun olarak üretilen kompost, biyolojik olarak parçalanabilen atık işleme tesinine ait alanda ve Koşullar Bölüm II'de belirtilen gereklilikleri karşılayan özel bir depolama alanında veya başka bir alanda depolanmasına, tutulmasına izin verilir. Kontaminasyonu önlemek için, bir kompost partisi başka bir kompost partisi, diğer atıklar veya malzemelerle karıştırılmamalıdır. Depolama (bir seferde depolanmasına izin verilen maksimum kompost miktarı dahil) ve kullanım için özel gereksinimler, Atıkların Geri Kazanımı veya Bertarafına İlişkin Teknik Yönetmelikte belirtilebilir.

33. Kompost bir depolama alanına aktarıldığında aşağıdaki veriler kayıt defterine kaydedilmelidir:

 33.1. Biyobozunur atık arıtma tesisindeki belirli kompost depolama yerinin şematik bir göstergesi;

 33.2. Kompost üretim tarihi ve kompostlama için kullanılan biyolojik olarak parçalanabilen atık türleri;

 33.3. Kompostun depolama alanına transfer tarihi;

 33.4. Kompost miktarı;

 33.5. Kompostun seri numarası.

34. Depolanan kompost üzerine, kompost yığma tarihi ve kompostun seri numarası ile ilgili bilgilerin kayıt defterinde bulunmasına izin veren bir hava geçirmez işaret yerleştirilmelidir.

BÖLÜM VI

EV VE İKRAM İŞLETMELERİNDE KOMPOST ÖNERİLERİ

35. Biyobozunur evsel atıkları kompostlama kaplarında (kutularda) veya buna göre donatılmış kompost makinelerinde kompost yapan kişilerin:

35.1. Kompostlama yeri, tercihen arazinin uzak bir yerinde seçilir (hakim rüzgar yönü dikkate alınarak bitişik arazilerin sınırlarından en az 2 metre mesafe tavsiye edilir);

35.2. Meyve, sebze, yumurta kabuğu, çay poşetleri, kahve ve çay telvesi, odun yakıt külü, odun kömürü, karton, diğer kağıt ürünleri (biyolojik olarak parçalanamayan bir kaplama ile kaplanmış kağıt ürünleri hariç), kağıttan yumurta tepsileri gibi evsel kompostlaştırmaya uygun atıklar ve karton, evcil kemirgenler (hamsterler, kobaylar), bitki yaprakları, kesilmiş otlar, genç yabani otlar (olgun tohumlar olmadan), eski saksi toprağı, çiftlik hayvanlarının gübresi (örneğin tavuklar, tavşanlar, inekler, atlar), küçük dallar için doğal altlık, eski saman, saman, çim;

35.3. Evsel kompostlama için uygun olmayan atıklar kullanmayın, örn. et, balık, yağı, kemik, süt ürünleri, plastik, sentetik atıklar, bitki hastalıkları ile enfekte olmuş bitkiler, köpek ve kedi dışkıları, olgun tohumlu yabani otlar, karkas atıkları, çocuk bezleri, gazeteler, dergiler ölü hayvanlar, dışkı veya kanalizasyon çamuru;

35.4. Kompostlanmış atık, tehlikeli ve kontamine maddelerden (örneğin radyoaktif, toksik maddeler, reçineler, yağlayıcılar, vb.), cam ve plastik kirliliklerden arındırılmış olmalıdır;

35.5. Dalları kompostlamadan önce doğramanız veya parçalamanız önerilir;

35.6. Dal kalıntılarını ve diğer yabancı maddeleri ayırmak için kullanmadan önce kompostun seyrek bir ağdan (açıklıkların boyutu 1 ila 2,5 cm arasında) elenmesi tavsiye edilir. Tüm elenmiş gübrelenebilir safsızlıklar başka bir kompostun hazırlanmasında kullanılabilir;

35.7. Uygun kompost homojen, koyu renkli ve toprak kokulu olmalıdır.

36. Evsel kompostlama alanlarının kurulumu için özel gereklilikler ve/veya tavsiyeler belediyeler tarafından şart koşulabilir.

37. Kamusal ve ev mutfaklarından kaynaklanan gıda atıklarını ve kapalı mekan kullanımına uyarlanmış özel tesisler kullanan halka açık yemek işletmelerinden

kaynaklanan gıda atıklarını işleyen kişilerin, koşullar 20. maddesinde belirtilen gereksinimlere uymaları tavsiye edilir.

38. Faaliyetleri sırasında ortaya çıkan yeşil atıkları işleyen kişilerin, koşullar 20.1 ve 20.2 numaralı maddelerinde belirtilen gereksinimlere uymaları önerilir.

39. Evlerde, halka açık yemek işletmelerinde ve ev mutfaklarında üretilen kompost ve yemek işletmelerinden çıkan yemek atıkları, amatör bahçecilik, çiçekçilik ve ev bitkileri yetiştırme gibi iç mekan kullanımına ve sadece kendi amaçlarına uygun özel tesislerde kullanılabilir.

BÖLÜM VII

KOMPOST VE ANAEROBİK AYRIŞTIRMANIN GÜBRE ÜRÜNLERİ OLARAK SINIFLANDIRILMASI İÇİN KRİTERLER

40. Kompost ve anaerobik çürütücü, Kanunla belirlenen şartlara uygun olmaları ve siparişe göre piyasaya sürülen ve Litvanya Cumhuriyeti pazarına tedarik edilen gübre ürünleri tanımlama listesinde yer almaları halinde, gübreleme ürünleri olarak sınıflandırılır. Litvanya Cumhuriyeti Tarım Bakanı'nın 10 Mayıs 2019 tarihli ve 3D-292 sayılı, piyasaya arz edilen ve Litvanya pazarına tedarik edilen gübreleme ürünlerinin tanımlama listesine dahil edilmesine ve hariç tutulmasına ilişkin prosedürün açıklamasını kabul etmiştir. Litvanya ve Litvanya Cumhuriyeti pazarına sunulan ve piyasaya arz edilen gübreleme ürünlerinin tanımlama listesini (bundan böyle Gübreleme Ürünleri Tanımlama Listesi olarak anılacaktır) benimsemektedir. Kanunla belirlenen şartları sağlayan kompost ve anaerobik çürütmeye, Kanunda belirlenen usule uygun olarak kullanılır.

BÖLÜM VIII

GÜBRE ÜRÜNLERİ OLARAK SINIFLANDIRILMAYAN KOMPOST VE ANAEROBİK AYRIŞTIRMA ÜRÜNLERİNİN KALİTE GÖSTERGELERİ

41. Kompost ve anaerobik çürütücü, aşağıdaki durumlarda toprak özelliklerinin iyileştirilmesi veya bir yetiştırme ortamının hazırlanması için kullanıma hazır ve uygun olarak kabul edilir:

41.1. Kanun ve Gübreleme Ürünleri Tanımlama Listesi ile belirlenen şartlara uymayan;

41.2. Kompostun oksijen alım hızı (stabilitesi) saatte 15 mmol O₂/kg organik maddededen fazla değildir;

41.3. Anaerobik çürütücüün oksijen alım hızı (kararlılığı), saatte 50 mmol O₂/kg organik maddededen fazla değildir;

41.4. Ağır metallerin konsantrasyonları, Koşullar Ek 2 Tablo 1'de belirtilen izin verilen sınırları aşmamaktadır;

41.5. Mikrobiyolojik-parazitolojik göstergeler, Koşullar Ek 2 Tablo 2'de belirtilen izin verilen sınırları aşmamaktadır;

41.6. İstenmeyen safsızlıklar, Koşullar Ek 2 Tablo 3'te belirtilen izin verilen sınırlara uygundur.

42. Kompost ve anaerobik çürütme ürünleri üreticileri, aşağıdaki bitki patojenlerinin kompost ve anaerobik çürütücü ile yayılmamasını sağlamaktan sorumludur: parazitik mantarlar, bakteriler, virüsler, böcekler, viroidler, nematodlar ve yabani ot tohumları ve tüketicilere zarar vermemesi kompost ve anaerobik çürütme ürünü.

BÖLÜM IX

KOMPOST VE ANAEROBİK ÇÜRÜTMENİN KULLANIMI İÇİN KOŞULLAR

43. Kanunda ve Gübreleme Ürünlerinin Tanımlama Listesinde belirtilen gerekliliklere uymayan kompost ve anaerobik çürütücü, toprak özelliklerinin iyileştirilmesi veya yetiştirmeye ortamının hazırlanması için kullanılmalıdır:

43.1. Maksimum kompost ve anaerobik çürütücü oranı yılda 170 kg/ha azot, yılda 40 kg/ha fosfor veya 90 kg/ha fosfor (V) oksit (P₂O⁵) toprağa salınır;

43.2 Kompost ve anaerobik çürütücüün miktarı, içindeki nitrojen ve fosfor içeriği temelinde hesaplanır ve Koşullar'ın 43.1 maddesinde belirtilen toprakta bunların maksimum katılım oranlarına uygundur.

44. Kanunda ve Gübreleme Ürünleri Tanımlama Listesinde belirtilen şartlara uymayan kompost ve anaerobik çürütücü, toprak özelliklerinin iyileştirilmesi veya yetiştirmeye ortamının hazırlanması için aşağıdaki şekilde kullanılmalıdır:

44.1. Koşullar hükümlerine uygun olarak kompost ve anaerobik çürütücü biyobozunur atıklardan kullanıcıya aktararak kompost ve anaerobik çürütme ürünü üreten kişiler, aşağıdakileri belirten bir sertifika vermelidir:

44.1.1. Kuru madde içeriği;

44.1.2. Organik madde içeriği;

44.1.3. pH;

44.1.4. Toplam azot ve fosfor içeriği;

44.1.5. Ağır metal konsantrasyonları;

44.1.6. Aktarılan kompost ve anaerobik çürütücü miktarı;

44.1.7. Gereksinimlerin 44.1.1 ila 44.1.5 numaralı maddelerinde belirtilen kompost ve anaerobik çürütmenin kalitatif parametrelerine göre hesaplanan kullanım tavsiyeleri ve kullanım oranları;

44.2. Bu Koşulların hükümlerine uygun olarak, biyolojik olarak parçalanabilen atıklardan kompost ve anaerobik çürütme ürünü üreten kişiler, teslim edilen kompost ve anaerobik çürütücünün kalitesi ve kullanımına ilişkin verileri kaydetmeli ve saklamalıdır. Kompost ve anaerobik çürütücünün kalitesi ve kullanımına ilişkin verilerin özeti form (bundan sonra özet olarak anılacaktır), Koşullar Ek 3'te verilmiştir. Özeten tamamlanmasına ilişkin açıklayıcı notlar, Koşullar Ek 4'te verilmiştir. Özette belirtilen bilgiler değişirse, özet revize edilmelidir. Kompost ve anaerobik çürütmenin kalitesi ve kullanımına ilişkin veriler, özeten tamamlandığı/düzeltilmiş tarihten itibaren en az beş yıl süreyle saklanacak ve daha sonra Kanun tarafından belirlenen prosedüre uygun olarak imha edilecektir. Kişisel veriler, kontrol amacıyla toplanır ve Litvanya Cumhuriyeti Kişisel Verilerin Hukuki Korunmasına İlişkin Kanun ve Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin 27 Nisan 2016 tarihli (AB) 2016/679 sayılı Yönetmeliğine uygun olarak işlenir. Kişisel verilerin işlenmesi ve bu tür verilerin serbest dolaşımı ile ilgili olarak ve 95/46/EC sayılı Direktifi yürürlükten kaldırılan kişiler.

44.3. Kompost ve anaerobik çürütücü ile (diğer gübrelerle birlikte) yılda toprağa giren maksimum azot (N), fosfor (P) veya fosfor (V) oksit (P_2O_5) miktarı, Koşulların 43.1 maddesinde belirtilen miktarı aşamaz;

44.4 Kompost ve anaerobik çürütme ürünü miktarı, Koşullar'ın 43.1 maddesinde belirtilen toprakta bunların maksimum katılım oranlarına uygun olarak, içindeki azot ve fosfor içeriği temelinde hesaplanmalıdır;

44.5. Hasarlı alanların rehabilitasyonu için kullanılan kompost oranı, hasarlı araziler için devlet yönetim planlarında, toprak altı kullanım planlarında veya maden kaynaklarının kullanımına yönelik projelerde belirtilmelidir.

BÖLÜM X

KOMPOST VE ANAEROBİK ÇÖRÜMENİN ATIĞA DÖNÜŞÜMÜ

45. Kanunda ve Gübreleme Ürünlerinin Tanımlama Listesinde belirtilen gereklilikleri karşılamayan kompost ve anaerobik çürütücü, Koşullar Bölüm VII, Bölüm VIII kalite göstergeleri, gereksinimler gerekliliklerini karşılamadığında atık haline gelir. Bölüm IX kullanımına bağlıdır ve geri dönüştürülemez.
46. Bu bölümde belirtilen durumlara karşılık gelen kompost ve anaerobik çürütme ürünü, atık yönetimi mevzuatında belirtilen gerekliliklere tabi olacaktır.

BÖLÜM XI

NİHAİ HÜKÜMLER

47. Gereksinimleri ihlal eden kuruluşlar, Litvanya Cumhuriyeti'nin yasal düzenlemeleri tarafından belirlenen prosedüre göre sorumludur.

EK 1

Biyobozunur Atıkların Kompostlanması ve
Anaerobik Arıtımı için Çevresel Gereklikler

Kompost ve Anaerobik Ayrışmanın Kalitesi ve Kirlilik Parametrelerinin Test Sıklığı

Kriterler	İşleme için yıllık hammadde girişi	Test sıklığı
1.1. Ağır metaller için sınır değerler;	İşlenen hammadde miktarı (t) $\leq 4\ 000$.	Her bir ton hammadde için bir kez
1.2. Mikrobiyolojik kontaminasyon; 1.3. Fiziksel kirleticiler (cam, metaller, plastikler, taşlar); 1.4. Organik madde ve kuru madde; 1.5. Bitkilerin ince tohumları; 1.6. Kalite göstergeleri.	İşlenen hammadde miktarı (t) $> 4\ 000$.	İlk yılda en az 4 (sezon başına bir numune). Sonraki yillardaki test sayısı, yıllık test sayısı = yıllık hammadde içeriği (ton)/10 000 ton + 1 (bir sonraki tam sayıya yuvarlanmış) olarak hesaplanacaktır. 4'ten az ve 12'den fazla değil.

EK 2

Biyobozunur Atıkların Kompostlanması ve
Anaerobik Arıtımı için Çevresel Şartlar

Kompost ve Anaerobik Çürüme İçin Kalitatif Koşullar

Kompost ve anaerobik çürütücüde ağır metaller (mg/kg SM) için maksimum konsantrasyon seviyeleri

Ağır metaller	Maksimum konsantrasyon seviyesi, mg/kg SM
Kadminyum (Cd)	≤ 2
Kurşun (Pb)	≤ 120
Civa (Hg)	≤ 1
Krom (Cr)	≤ 70
Çinko (Zn)	≤ 800
Bakır (Cu)	≤ 300
Nikel (Ni)	≤ 50
Arsenik (As)	≤ 40

Kompostlarda ve anaerobik çürütülerde mikrobiyolojik-parazitolojik kontaminasyon (mg/kg SM) için izin verilen limitler

İsim	İzin verilen limit
Faecal coliforms (<i>E. coli</i>)	$\leq 1\,000$ CFU/g
Anaerobic clostridia (<i>Clostridium perfringens</i>)	$\leq 100\,000$ CFU/g
Helminths eggs and larvae	0 pcs/kg
<i>Salmonella</i> spp. bacteria	0 pcs/kg

Kompost ve anaerobik çürütme ürünlerinde istenmeyen safsızlıklar için izin verilen sınırlar

İsim	İzin verilen limit
Parçacık boyutu 2 mm'den büyük olan cam, metaller, plastikler	$\leq 0.5\%$
Canlı yabani otlar, rizomlar dahil canlı bitki tohumları	$\leq 2 \text{ pcs/kg}$
Kuru ağırlıkta 10 mm'den büyük çakıl ve taşlar	$\leq 5\%$

EK 3

Biyobozunur Atıkların Kompostlanması ve
Anaerobik Arıtımı için Çevresel Şartlar

(_____ Kompost ve anaerobik çürütücüünün kalitesi ve kullanımına ilişkin verilerin özeti
için form)

Doldurulmaya başlandı: _____

I. Kompost ve anaerobik çürütücüünün kalitesi ve kullanımına ilişkin verilerin özetini
gönderen bir tüzel kişinin verileri

1. Tüzel kişinin kimliği

Tüzel kişilik numarası

Tüzel kişilik adı

--	--	--

2. Tüzel kişinin ikametgahı

Yerin adı (şehir, kasaba, küçük
kasaba, köy)

Sokak adresi

Ev No

--	--	--

3. Tüzel kişinin iletişim bilgileri

İlgili kişinin adı ve soyadı

Telefon

e-posta

--	--	--

II. Kompost ve anaerobik çürütücüünün kalitesi ve kullanımına ilişkin veriler

4. Kompost ve anaerobik çürütücüünün alıcısının belirlenmesi

Kompost ve anaerobik çürütücüünün parti kimliği	Kompost seri numarası	Tüzel kişilik numarası	Tüzel kişinin veya gerçek kişinin adı ve soyadı
4.1	4.2	4.3	4.4

5. Kompost ve anaerobik çürütmenin kullandığı alanın tanımı

Kompost ve anaerobik çürütçünün parti kimliği	Yerleşimin adı (şehir, kasaba, küçük kasaba, köy)	Alan (hektar)	Kompost ve anaerobik çürütçünün kullanım amacı
5.1	5.2	5.3	5.4

6. Kompost ve anaerobik çürütçüdeki ağır metallerin konsantrasyonu (kompostun ve anaerobik çürütçünün Parti ID'si _____).

Kompost ve anaerobik çürütçünün parti kimliği	Kuru madde olarak ağır metal konsantrasyonu (mg/kg)						
	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Zn	Hg
6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8

7. Kompost ve anaerobik çürütçünün kalite parametreleri (kompost ve anaerobik çürütçünün Parti Kimliği _____).

Kompost ve anaerobik çürütçünün parti kimliği	Kompost ve anaerobik çürütçünün miktarı	Kuru madde içeriği %	Organik madde içeriği %	pH	Kuru maddede toplam azot mg/kg	Kuru maddede toplam fosfor mg/kg	Tahmini kullanım oranı
7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8

EK 4

Biyobozunur Atıkların Kompostlanması ve
Anaerobik Arıtımı için Çevresel Şartlar

Kompost ve Anaerobik Çözünümün Kalitesi ve ullanımı İle İlgili Verilerin Özetini Tamamlama Prosedürü

Bölüm	İsim	Açıklama
4.1	Kompost ve anaerobik çürütücüün parti kimliği	Kullanıcıya teslim edilen kompost ve anaerobik çürütücüün benzersiz 10 haneli parti tanımlama kodu (ID) aşağıdakiler gibidir: ilk sekiz hane teslimat tarihini (YYYY.aa.dd), son ikisi ise parti sayısını gösterir. Farklı kompost veya anaerobik çürütme ürünü kullanıcıları için aynı gün verilen kompost veya anaerobik çürütme ürünü; kompost veya anaerobik çürütme ürünü partilerinin tarihi ve sayısı bir tire ile ayrılır. Örneğin, 20181116_03, 16 Kasım 2018'i üçüncü parti kompost veya anaerobik çürütme ürününün veriliş tarihi olarak tanımlar, yani bu gün iki parti daha yayınlandı.
4.2	Kompostun seri numarası	Kompost alıcıya teslim edilirse tamamlanacaktır.
4.3	Tüzel kişilik numarası	Kompost veya anaerobik çürütmenin kullanıcıyı tüzel kişiyse, Tüzel Kişiler Kaydı'ndaki kodunu belirtin.
4.4	Tüzel kişinin gerçekisinin adı ve soyadı	Kompost ve anaerobik çürütmenin alıcısı tüzel kişi ise isim girilecektir; Kompost ve anaerobik çürütücüün alıcısı gerçek bir kişi ise, verilen ad(lar) ve soyadı eklenir.
5.2	Yerleşimin adı (şehir, kasaba, küçük kasaba, köy)	Kompost veya anaerobik çürütmenin kullanılacağı şehir, kasaba, küçük kasaba veya köyün adını belirtin.

5.3	Alan (ha)	Kompost ve anaerobik çürütmenin kullanıldığı alanı belirtin.
5.4	Kullanım amacı	Kompost ve anaerobik çürütmenin kullanım amacı, örneğin tarımda, problemlü alanların rehabilitasyonu, enerji mahsülü yetiştirme ortamının hazırlanması vb. için
6	Ağır metal miktarı	Ağır metallerin mg/kg kuru maddedeki konsantrasyonu Bölüm 6.2–6.8'de verilmiştir.
7.3	Ortalama kuru madde miktarı %	Kompost veya anaerobik çürütücüdeki % kuru madde içeriği,
7.4	Organik madde içeriği %	Kompost veya anaerobik çürütücüdeki % organik madde içeriği,
7.5	pH	pH değerleri
7.6	Kuru maddedede toplam azot mg/kg	Kompost ve anaerobik çürütücüdeki azot (N) içeriği, mg/kg kuru madde.
7.7	Kuru maddedede toplam fosfor mg/kg	Kompost ve anaerobik çürütücüdeki fosfor içeriği, mg/kg kuru madde.
7.8	Tahmini kullanım oranı	Kompost ve anaerobik çürütünün miktarı, Koşullar'ın 43.1 maddesinde belirtilen toprakta bunların maksimum katılım oranlarına uygun olarak, içindeki azot ve fosfor içeriği temelinde hesaplanmalıdır.

6.2.4 AVRUPA PARLAMENTOSU VE KONSEYİ YÖNETMELİĞİ 2019/1009

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019R1009&from=EN>

CMC 3: KOMPOST

1. Bir AB gübreleme ürünü, yalnızca aşağıdaki girdi malzemelerinden bir veya daha fazlasının aerobik kompostlaştırma yoluyla elde edilen kompostu içerebilir:

(a) 2008/98/EC Direktifi anlamında, kaynağında ayrı biyo-atık toplanmasından kaynaklanan biyo-atık;

(b) 1069/2009 Sayılı Tüzüğün (EC) 32. Maddesinde atıfta bulunulan ve üretim zincirindeki son noktası bu Tüzüğün 5(2) maddesinin üçüncü alt paragrafına göre belirlenmiş türev ürünler;

(c) İşlenmemiş veya yalnızca manuel, mekanik veya yerçekimi yoluyla, suda çözündürme, yüzdürme, suyla öztleme, buharla damıtma veya yalnızca suyu çıkarmak için ısıtma yoluyla işlenmemiş canlı veya ölü organizmalar veya bunların parçaları veya aşağıdakiler dışında herhangi bir yolla havadan çıkarılanlar:

- mekanik, fizikokimyasal, biyolojik ve/veya manuel arıtma yoluyla ayrılan karışık belediye evsel atıklarının organik fraksiyonu,
- kanalizasyon çamuru, endüstriyel çamur veya tarama çamuru ve
- 1069/2009 (EC) Sayılı Tüzüğün kapsamına giren ve bu Tüzüğün 5(2) Maddesinin üçüncü alt paragrafına göre imalat zincirinde herhangi bir son nokta belirlenmemiş olan hayvansal yan ürünler veya türev ürünler;

(d) Aşağıdakilerin sağlanması koşuluyla, proses performansını veya kompostlaştırma prosesinin çevresel performansını iyileştirmek için gerekli olan kompostlama katkı maddeleri:

(i) katkı maddesi, 1907/2006 sayılı Yönetmelik (EC) (3) uyarınca aşağıdakileri içeren bir dosya ile tescil edilmiştir:

- 1907/2006 Sayılı (EC) Tüzüğün Ek VI, VII ve VIII'inde sağlanan bilgiler ve
- Gübreleme ürünü olarak kullanımı kapsayan 1907/2006 Sayılı (EC) Tüzüğün 14. Maddesi uyarınca bir kimyasal güvenlik raporu,
1907/2006 Sayılı Tüzüğün (EC) Ek IV'ü veya bu Tüzüğün Ek V'in 6, 7, 8 veya 9. maddeleri tarafından sağlanan kayıt yükümlülüğü muafiyetlerinden biri tarafından açıkça kapsamadıkça ve

(ii) tüm katkı maddelerinin toplam konsantrasyonu, toplam girdi malzemesi ağırlığının %5'ini geçmez; veya

(e) (a), (b) veya (c) bentlerinde listelenen herhangi bir materyal:

(i) daha önce kompostlanmış veya çürüttülmüş, ve

(ii) 6 mg/kg'dan fazla PAH kuru maddesi içermez (4).

2. Kompostlama bir tesiste gerçekleştirilecektir:

(a) 1. maddedede belirtilen girdi malzemelerinin işlenmesine yönelik üretim hatlarının, 1. fikrada belirtilenler dışındaki girdi malzemelerinin işlenmesine yönelik üretim hatlarından açıkça ayrıldığı ve

(b) depolama sırasında da dahil olmak üzere girdi ve çıktı malzemeleri arasındaki fiziksel temaslardan kaçınıldığı durumlarda.

3. Aerobik kompostlaştırma, biyolojik olarak üretilen ısının bir sonucu olarak termofilik bakteriler için uygun sıcaklıkların gelişmesine izin veren ve ağırlıklı olarak aerobik olan biyolojik olarak parçalanabilen malzemelerin kontrollü ayrışmasından oluşacaktır. Her partinin tüm parçaları, malzemenin doğru sanitasyonunu ve homojenliğini sağlamak için ya düzenli olarak ve iyice hareket ettirilecek ve döndürülecek ya da cebri havalandırmaya tabi tutulacaktır. Kompostlama işlemi sırasında, her partinin tüm parçaları aşağıdaki sıcaklık-zaman profillerinden birine sahip olacaktır:

— En az 3 gün boyunca 70 °C veya üzeri,

— En az 5 gün boyunca 65 °C veya üzeri,

— En az 7 gün süreyle 60 °C veya üzeri, veya

— En az 14 gün boyunca 55 °C veya üzeri.

4. Kompost şunları içerecektir:

(a) 6 mg/kg'dan fazla olmayan PAH kuru maddesi (5);

(b) aşağıdaki formlardan herhangi birinde 2 mm'nin üzerinde makroskopik safsızlıkların en fazla 3 g/kg kuru maddesi: cam, metal veya plastik; ve

(c) (b) bendinde belirtilen makroskopik safsızlıkların toplamının en fazla 5 g/kg kuru maddesi.

16 Temmuz 2026'dan itibaren, (b) bendinde belirtilen maksimum sınır değer içinde 2 mm'nin üzerindeki plastiklerin mevcudiyeti 2,5 g/kg kuru maddededen fazla olmayacağı.

16 Temmuz 2029'a kadar, 2 mm'nin üzerindeki plastikler için 2,5 g/kg kuru madde sınır değeri, biyolojik atıkların ayrı toplanması konusunda kaydedilen ilerlemeyi hesaba katmak için yeniden değerlendirilecektir.

5. Kompost, aşağıdaki stabilité kriterlerinden en az birini karşılamalıdır:

(a) Oksijen alım hızı:

— Tanım: Biyolojik olarak parçalanabilen organik maddenin belirli bir zaman diliminde ne ölçüde parçalandığının bir göstergesi. Yöntem, partikül büyüklüğü içeriği > 10 mm olan ve %20'yi aşan malzemeler için uygun değildir,

— Kriter: maksimum 25 mmol O₂/kg organik madde/saat; veya

(b) Kendinden ısıtma faktörü:

— Tanım: Bir kompostun aerobik biyolojik aktivitesinin durumunun bir göstergesi olarak standart koşullarda ulaştığı maksimum sıcaklık,

— Kriter: minimum Rottegrad III.

Avrupa Kompost Ağı ECN, kompost ve çürüttülmüşün kalite standartları için teklifler de dahil olmak üzere bir Avrupa kalite güvence planı için bir konsept geliştirmiştir. Avrupa Kalite Güvence Planı ECNQAS'ın kaliteli kompostun karakterizasyonu için kalite kriterleri, toprak iyileştirme, gübreleme ve malzeme özellikleri ile ilgili parametreleri içerir. Çevrenin ve tüketicilerin korunması ile ilgili olarak, ECNQAS, hijyenik yönler (*Salmonella*), istenmeyen içerikler (safsızlıklar, yabani ot tohumları) ve zararlı maddeler (ağır metaller) için minimum seviyeler şeklinde önlem gereklilikleri belirler.

(European Kompost Network ECN e.V. (2014): ECNQAS. European Quality Assurance Scheme for Kompost and Digestate. Summary document.)

Türkiye, biyoatık konusunda Avrupa Birliği'nin önlem ve hedeflerini takip ediyor. (26.03.2010 tarih ve 27533 sayılı Düzenli Depolama Yönetmeliği için bakınız, Geçici Madde 1). Ancak, bu hedeflere ulaşmak için, teşvikler ve vergiler, düzenli depolama yerine biyolojik atıkların ayrı toplanmasına (sadece biyolojik atıklar için ayrı bir konteynere sahip olmak) ve biyolojik atıkların geri dönüştürülmesine odaklanmalıdır. Bunlar, belirli biyoatık işleme seçeneklerine doğru ilerlemekle el ele gider; kompostlama ve/veya anaerobik parçalanma. Belediyeler, başarılı bir biyoatık yönetimi için zorunlu ve bir ön koşul olan biyoatıkların ayrı toplanması yönünde motive edilmelidir (www.turkeykomposts.org).

KAYNAKLAR

- <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/solid-waste-management>
- <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Atik-Istatistikleri-2020-37198>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2020. FAOSTAT. Available at: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Verified on 26.06.2022).
- https://agritech.tnau.ac.in/org_farm/orgfarm_index.html
- <http://www.turkeycomposts.org> Composting Hand Book For Municipalities. Buğday Association for Supporting Ecological Living.
- Aggelides, S. M., & Londra, P. A. (2000). Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. *Bioresource technology*, 71(3), 253-259.
- Ahmed, S., Hall, A. M., & Ahmed, S. F. (2018). Biodegradation of Different Types of Paper in a Compost Environment. In *Proceedings of the 5th International Conference on Natural Sciences and Technology (ICNST'18) March* (pp. 30-31).
- Al-Bataina, B. B., Young, T. M., & Ranieri, E. (2016). Effects of compost age on the release of nutrients. *International Soil and Water Conservation Research*, 4(3), 230-236.
- Allmaras, R. R., Kraft, J. M., & Miller, D. E. (1988). Effects of soil compaction and incorporated crop residue on root health. *Annual review of phytopathology*, 26(1), 219-243.
- Anda, M., Shamshuddin, J., Fauziah, C. I., & Syed Omar, S. R. (2010). Increasing the organic matter content of an Oxisol using rice husk compost: changes in decomposition and its chemistry. *Soil Science Society of America Journal*, 74(4), 1167-1180.
- Annabi, M., Houot, S., Francou, C., Poitrenaud, M., & Bissonnais, Y. L. (2007). Soil aggregate stability improvement with urban composts of different maturities. *Soil Science Society of America Journal*, 71(2), 413-423.
- Baldantoni, D., Leone, A., Iovieno, P., Morra, L., Zaccardelli, M., & Alfani, A. (2010). Total and available soil trace element concentrations in two Mediterranean agricultural systems treated with municipal waste compost or conventional mineral fertilizers. *Chemosphere*, 80(9), 1006-1013.

- Barrena, R., Pagans, E., Faltys, G., & Sánchez, A. (2006). Effect of inoculation dosing on the composting of source-selected organic fraction of municipal solid wastes. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 81, 420–425. <https://doi.org/10.1002/jctb.1418>
- Benny Chefetz, ., , Patrick G Hatcher, Yitzhak Hadar, & Yona Chen. (1996). Chemical and Biological Characterization of Organic Matter during Composting of Municipal Solid Waste. *Agronomy*.
- Bernal, M. P., J. A. Alburquerque, R. Moral. 2009. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. *Bioresource Technology*, 100, 5444-5453.
- Bonanomi, G., Antignani, V., Pane, C., & Scala, F. (2007). Suppression of soilborne fungal diseases with organic amendments. *Journal of Plant Pathology*, 311-324.
- Briški, F., & Domanovac, M. V. 2017. Environmental microbiology. *Physical Sciences Reviews*, 2(11).
- Brown, S., Cotton, M., 2011. Changes in soil properties and carbon content following compost application: results of on-farm sampling. *Compost Sci. Util.* 19, 88e97.
- Brust, G.E., 2019. Management Startegies for Organic Vegetable Fertility. Safety and Practice For Organic Food.
- Bugbee, G. J. (1994). Growth of Rudbeckia and Leaching of Nitrates in Potting Media Amended with Composted Coffee Processing Residue, Municipal Solid Waste and Sewage Sludge. *Compost Science & Utilization*, 2(1), 72–79. <https://doi.org/10.1080/1065657X.1994.10757920>
- Cerrato, M.E., Leblanc, H.A., Kameko, C, 2007. Potencial de mineralización de nitrógeno de Bokashi, compost y lombricompost producidos en la Universidad Earth. *Tierra Tropical* 3:183–197.
- Cestonaro, T., de Vasconcelos Barros, R. T., de Matos, A. T., & Azevedo Costa, M. (2021). Full scale composting of food waste and tree pruning: How large is the variation on the compost nutrients over time? *Science of the Total Environment*, 754. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142078>
- Celik, I., Gunal, H., Budak, M., & Akpinar, C. (2010). Effects of long-term organic and mineral fertilizers on bulk density and penetration resistance in semi-arid Mediterranean soil conditions. *Geoderma*, 160(2), 236-243.

- Chen, Y., Inbar, Y. 1993. Chemical and spectroscopic 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.
- Chin, K. L., H'ng, P. S., Chai, E. W., Tey, B. T., Chin, M. J., Paridah, M. T., ... & Maminski, M. (2013). Fuel characteristics of solid biofuel derived from oil palm biomass and fast growing timber species in Malaysia. *Bioenergy Research*, 6(1), 75-82.
- Chiumenti A., Chiumenti R., Diaz L. F., Savage G. M., Eggerth L. L., Goldstein N. (2005). *Modern composting technologies*.
- Chowdhury, A. K. M. M. B., Konstantinou, F., Damati, A., Akratos, C. S., Vlastos, D., Tekerlekopoulou, A. G., & Vayenas, D. V. (2015). Is physicochemical evaluation enough to characterize olive mill waste compost as soil amendment? The case of genotoxicity and cytotoxicity evaluation. *Journal of Cleaner Production*, 93, 94-102.
- Christel, D. M. 2017. The use of bokashi as a soil fertility amendment in organic spinach cultivation. The University of Vermont and State Agricultural College.
- Colombani, N., Gervasio, M. P., Castaldelli, G., & Mastrocicco, M. (2020). Soil conditioners effects on hydraulic properties, leaching processes and denitrification on a silty-clay soil. *Science of The Total Environment*, 733, 139342.
- Cooper, J., Greenberg, I., Ludwig, B., Hippich, L., Fischer, D., Glaser, B., & Kaiser, M. (2020). Effect of biochar and compost on soil properties and organic matter in aggregate size fractions under field conditions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 295, 106882.
- Cromell, C., & National Gardening Association. (2010). *Composting for Dummies*. John Wiley & Sons.
- de Bertoldi, M., & Schnappinger, U. 2001. Correlation among plant design, process control and quality of compost. In Proceedings of International Conference ORBIT (pp. 3-13).
- D'Hose, T., Cougnon, M., De Vliegher, A., Van Bockstaele, E., & Reheul, D. (2012). Influence of farm compost on soil quality and crop yields. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 58(sup1), S71-S75.

- Dunst G. (2015). *Compostierung und Erdenherstellung*.
- Eghball, B., Wienhold, B. J., Gilley, J. E., & Eigenberg, R. A. (2002). Mineralization of manure nutrients. *Journal of Soil Water Conservation*, 57, 470–473.
- Eghball, B., Ginting, D., & Gilley, J. E. (2004). Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. *Agronomy Journal*, 96(2), 442–447. <https://doi.org/10.2134/agronj2004.4420>
- Eldridge, S.M., K.Y. Chan, N.J. Donovan, F. Saleh, D. Fahey, I. Meszaros, L. Muirhead, and I. Barchia. 2014. Changes in soil quality over five consecutive vegetable crops following the application of garden organics compost. Proc. 1st IS on Organic Matter Management and Compost in Horticulture, J. Biala et al. Acta Hort. 1018, ISHS:57–72
- el Kader, N. A., Robin, P., Paillat, J. M., & Leterme, P. (2007). Turning, compacting and the addition of water as factors affecting gaseous emissions in farm manure composting. *Bioresource Technology*, 98(14), 2619–2628. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.07.035>
- Ekinci, K., Keener H.M., Elwell D.L. 2000. Composting short paper fiber with broiler litter and additives: I- Effects of initial pH and Carbon/Nitrogen Ratio on ammonia emission. *Compost Sci. and Utilization* 8(2): 160-172.
- Ekinci, K. 2001. Theoretical and experimental study in the effects of aeration strategies on the composting process. Unpub. Ph.D. diss. Columbus, Ohio: Department of Food, Agricultural and Biological Engineering, The Ohio State University.
- Ekinci, K., Keener H.M., Elwell D.L. 2002. Composting short paper fiber with broiler litter and additives-II.Evaluation and optimization of decomposition rate versus mixing ratio. *Compost Science and Utilization* 10 (1): 16-28.
- Ekinci, K., Keener, H. M., Michel, F. C., & Elwell, D. L. (2004). Modeling composting rate as a function of temperature and initial moisture content. *Compost science & utilization*, 12(4), 356-364.
- Elwell, D.L., H.M.Keener, D.S. Carey and P.P. Schlak. 1998. Composting Unamended Chicken Manure. *Compost Science & Utilization* 6(2):22-35
- Epstein, E. 1997. The Science of Composting. Technomic Publishing Company, Inc. Lancaster, Basel.
- Epstein, E. 2011. Industrial composting. Environmental engineering and facilities management. New York: Taylor and Francis Group.

- Epstein E. (2011). *Industrial composting*.
- Erana, F. G., Tenkegna, T. A., & Asfaw, S. L. (2019). Effect of agro industrial wastes compost on soil health and onion yields improvements: study at field condition. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8(1), 161-171.
- Fang, W., Wei, Y., & Liu, J. (2016). Comparative characterization of sewage sludge compost and soil: heavy metal leaching characteristics. *Journal of hazardous materials*, 310, 1-10.
- Fauziah, C. I., & Syed Omar, S. R. (2010). Increasing the organic matter content of an Oxisol using rice husk compost: changes in decomposition and its chemistry. *Soil Science Society of America Journal*, 74(4), 1167-1180.)
- Fernandes, L., and M. Sartaj. 1997. Comparative study of static pile composting using natural, forced and passive aeration methods. Compost-Science-and-Utilization 5, no. 4: 65-77.
- Finstein, M.S., F.C. Miller, Strom, P.F. 1986. Waste Treatment Composting as a Controlled System. In Biotechnology, Vol. 8. Eds, H.J Rehm and G. Reed. pp 363-398. VCH Verlagsgesellschaft: Weinheim, Germany.
- Flavel, T.C., and D.V. Murphy. 2006. Carbon and nitrogen mineralization rates after application of organic amendments to soil. *J. Environ. Qual.* 35:183-193.
- Footer, A. 2013. Bokashi composting: scraps to soil in weeks. New society publishers.
- Garcia-Gomez, A., Bernal, M. P., & Roig, A. (2002). Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial wastes. *Bioresource Technology*, 83(2), 81-87. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00211-5](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00211-5)
- Gamble S. (2022). Composting operations and equipment. *The composting handbook*.
- Gershuny, G., & Martin, D. L. (1992). *The Rodale book of composting* (Rodale Press, Ed.).
- Giannakis, G. V., Kourgialas, N. N., Paranychianakis, N. V., Nikolaidis, N. P., & Kalogerakis, N. (2014). Effects of municipal solid waste compost on soil properties and vegetables growth. *Compost science & utilization*, 22(3), 116-131.
- Gigliotti, G., Proietti, P., Said-Pullicino, D., Nasini, L., Pezzolla, D., Rosati, L., & Porceddu, P. R. (2012). Co-composting of olive husks with high moisture contents:

- Organic matter dynamics and compost quality. *International Biodegradation and Biodegradation*, 67, 8–14. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2011.11.009>
- Ginting, D., Kessavalou, A., Eghball, B., & Doran, J. W. (2003). Greenhouse gas emissions and soil indicators four years after manure and compost applications. *Journal of Environmental Quality*, 32, 23–32.
- Głęb, T., Żabiński, A., Sadowska, U., Gondek, K., Kopeć, M., Mierzwa-Hersztek, M., ... & Stanek-Tarkowska, J. (2020). Fertilization effects of compost produced from maize, sewage sludge and biochar on soil water retention and chemical properties. *Soil and Tillage Research*, 197, 104493.
- Golueke, C.G. 1977. Biological Reclamation of Solid Wastes. Rodale Press, Emmaus PA.
- GoluekeHarper, E., F.C., Miller, and B.J. Macauley. 1992. Physical Management and Interpretation of an Environmentally Controlled Composting Ecosystem. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 32: 657-667.
- Guo, L., Wu, G., Li, Y., Li, C., Liu, W., Meng, J., & Jiang, G. (2016). Effects of cattle manure compost combined with chemical fertilizer on topsoil organic matter, bulk density and earthworm activity in a wheat–maize rotation system in Eastern China. *Soil and Tillage Research*, 156, 140-147.
- Gustavsson, J.; Cederberg, C.; Sonesson, U.; Otterdijk, R.; van Meybeck, A. Global Food Losses and Food Waste: Extent, Causes and Prevention; FAO: Rome, Italy, 2011.
- Hanson, B., Grattan, S. R., & Fulton, A. (1999). *Agricultural salinity and drainage* (pp. 159p-159p). University of California, Davis: University of California Irrigation Program.
- Hatten, N. R., Borazjani, H., Diehl, S., & Prewitt, L. (2009). Effects of composting on removal of nitrogen, phosphorus, and potassium from sawdust amended with chicken litter. *Compost science & utilization*, 17(3), 166-172.
- Haug, R. T. 1993. The Practical Handbook of Compost Engineering. Boca Raton, FL: Lewis Publishers
- Hemmat, A., Aghilinategh, N., Rezainejad, Y., & Sadeghi, M. (2010). Long-term impacts of municipal solid waste compost, sewage sludge and farmyard manure application on organic carbon, bulk density and consistency limits of a calcareous soil in central Iran. *Soil and Tillage Research*, 108(1-2), 43-50.

- Higa, T. 1991. Effective microorganisms: A biotechnology for mankind. In Proceedings of the first international conference on Kyusei nature farming. US Department of Agriculture, Washington, DC, USA (pp. 8-14).
- Higa, T., & Wididana, G. N. 1991. The concept and theories of effective microorganisms. In Proceedings of the first international conference on Kyusei nature farming. US Department of Agriculture, Washington, DC, USA (pp. 118-124).
- Himes, F. L. (2018). Nitrogen, sulfur, and phosphorus and the sequestering of carbon. In *Soil processes and the carbon cycle* (pp. 315-319). CRC Press.
- Hubbe, M. A., Nazhad, M., & Sánchez, C. (2010). Composting as a way to convert cellulosic biomass and organic waste into high-value soil amendments: A review. *BioResources*, 5, 2808–2854.
- Iannotti, D. A., Pang, T., Toth, B. L., Elwell, D. L., Keener, H. M., & Hoitink, H. A. J. 1993. A quantitative respirometric method for monitoring compost stability. *Compost Science & Utilization*, 1(3), 52-65.
- Illera-Vives, M., Seoane Labandeira, S., Iglesias Loureiro, L., & López-Mosquera, M. E. (2017). Agronomic assessment of a compost consisting of seaweed and fish waste as an organic fertilizer for organic potato crops. *Journal of Applied Phycology*, 29(3), 1663–1671. <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1053-2>
- Insam, H., & De Bertoldi, M. 2007. Microbiology of the composting process. In Waste management series (Vol. 8, pp. 25-48). Elsevier.
- İşler, N., İlay, R., & Kavdir, Y. (2022). Temporal variations in soil aggregation following olive pomace and vineyard pruning waste compost applications on clay, loam, and sandy loam soils. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(6), 1-17.
- Jambhulkar, P. P., Sharma, M., Lakshman, D., & Sharma, P. (2015). Natural mechanisms of soil suppressiveness against diseases caused by Fusarium, Rhizoctonia, Pythium, and Phytophthora. In *Organic amendments and soil suppressiveness in plant disease management* (pp. 95-123). Springer, Cham.
- Joschko, M., Barkusky, D., Rogasik, J., Fox, C. A., Rogasik, H., Gellert, R., ... & Gerlach, F. (2012). On-farm study of reduced tillage on sandy soil: Effects on soil organic carbon dynamic and earthworm abundance. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 58(sup1), S252-S260.
- Kacar, B. 1997. Gübre bilgisi. Değiştirilmiş ve Güncelştirilmiş 5. Baskı. s. 1-441. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1490, Ders Kitabı 449. Ankara.

- Kacar, B. ve V.Katkat. 1999. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 144, Vipaş Yayın No:20, 531s., Bursa.
- Kacar, B. 2013. Temel gübre bilgisi. Nobel Yayın, 502.
- Kavdir, Y., & Killi, D. (2008). Influence of olive oil solid waste applications on soil pH, electrical conductivity, soil nitrogen transformations, carbon content and aggregate stability. *Bioresource Technology*, 99(7), 2326-2332.
- Kavdir Y, Gozel U, Sahiner N. 2019. Investigation of potential use of raw and smart microgel coated olive pomace and walnut husk and their composts against the root-knot nematode. TUBITAK 214O422 Final Project Reports.
- Keener, H. M., C. Marugg, R. C. Hansen, and H. A. J. Hoitink. 1993. Optimizing the Efficiency of the Composting Process. In Science and Engineering of Composting: Design, Environmental, Microbiological and Utilization Aspects. Eds. H.A.J. Hoitink And H.M. Keener. P. 59-94. Columbus, OH: Renaissance Publications.
- Keener, H.M., D.L. Elwell, K. Das, and R.C. Hansen. 1997. Specifying Design/ Operation of Composting Systems Using Pilot Scale Data. Applied Engineering in Agriculture 13 (6):767-772.
- Keener, H.M., Dick W.A., Hoitink H.A.J. 2000. Composting and beneficial utilization of composted by-product materials. Chapter 10. pp. 315-341. In: J.F. Power et al. (eds.) Beneficial uses of agricultural, industrial and municipal by-products. Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin.
- Khumalo, N. N., Lephoto, T. E., & Gray, V. M. (2021). The effect of organic compost and soil texture on the survival and infectivity of entomopathogenic nematode species. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 54(17-18), 1443-1455.
- Killi, D., & Kavdır, Y. (2013). Effects of olive solid waste and olive solid waste compost application on soil properties and growth of Solanum lycopersicum. *International Biodegradation & Biodegradation*, 82, 157-165.
- Kimpinski, J., Gallant, C. E., Henry, R., Macleod, J. A., Sanderson, J. B., & Sturz, A. V. (2003). Effect of compost and manure soil amendments on nematodes and on yields of potato and barley: A 7-year study. *Journal of Nematology*, 35(3), 289.
- Larney, F.J., and R.E. Blackshaw. 2003. Weed seed viability in composted beef cattle feedlot manure. *J. Environ. Qual.* 32:1105-1113.

- Larney, F.J., K.E. Buckley, X. Hao and W.P. McCaughey. 2006. Fresh, stockpiled, and composted beef cattle feedlot manure: nutrient levels and mass balance estimates in Alberta and Manitoba. *J. Environ. Qual.* 35:1844-1854.
- Latifah, O., Ahmed, O. H., & Majid, N. M. A. (2018). Soil pH buffering capacity and nitrogen availability following compost application in a tropical acid soil. *Compost Science & Utilization*, 26(1), 1-15.)
- Lazcano C., Gómez-Brandón M. & Domínguez J. 2008. Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. *Chemosphere*. 72: 1013-1019
- Ley 7. (2022). *de residuos y suelos contaminados para una economía circular*. 48578.
<https://www.boe.es>
- Li, S., Liu, Z., Li, J., Liu, Z., Gu, X., & Shi, L. (2022). Cow Manure Compost Promotes Maize Growth and Ameliorates Soil Quality in Saline-Alkali Soil: Role of Fertilizer Addition Rate and Application Depth. *Sustainability*, 14(16), 10088.
- Ligon, P. J., & Garland, G. (1998). Analyzing the costs of composting strategies. *Biocycle*, 39(11), 30-37.
- López, M., Soliva, M., Martínez-Farré, F. X., Bonmatí, A., & Huerta-Pujol, O. (2010). An assessment of the characteristics of yard trimmings and recirculated yard trimmings used in biowaste composting. *Bioresource technology*, 101(4), 1399-1405.
- Lotzof, M. 2012. Very Large scale vermiculture in sludge stabilization. Vermitech Pty Limited. Australia.
- M. De Bertoldi, G. Vallini, A. Pera (1983). The biology of composting: a review. *Waste Manage. Res.*, 1 , pp. 157-176.
- Madelaine Quiroz ve Cecilia Céspedes, Bokashi as an Amendment and Source of Nitrogen in Sustainable Agricultural Systems: a Review, *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* (2019) 19 : 237–248.
- McSorley, R., & Gallaher, R. N. (1996). Effect of yard waste compost on nematode densities and maize yield. *Journal of Nematology*, 28(4S), 655.
- Meištininkas R., Iljasevičius K. (2019). *Biologiškai skaidžių atliekų tvarkymas*.
- Mathur, S.P. 1993. Determination of compost biomaturity. I. Literature review. *Biol. Agric. Hort.* 1993 10 87–108

- Miller, F. 1993. Composting as a process based on the control of ecologically selective factors. In: Soil Microbial Ecology. Edited by F Blaine Metting, Jr. Marcel Decker Inc.
- Mohale, M. P., Manyevere, A., Parwada, C., & Zerizghy, M. (2022). Effect of Eucalyptus-Wood-Based Compost Application Rates on Avocado (*Persea americana* Mill) Foliar Nutrient Content and Fruit Yield. *Agronomy*, 12(2), 477.
- Mugwira, L. M. (1979). Residual effects of dairy manure on millet andrye forage and soil properties. *Journal of Environmental Quality*, 8, 251–255.
- Nakhshiniev, B., Biddinika, M. K., Gonzales, H. B., Sumida, H., & Yoshikawa, K. (2014). Evaluation of hydrothermal treatment in enhancing rice straw compost stability and maturity. *Bioresource Technology*, 151, 306-313.
- Noor, R. S., Hussain, F., Abbas, I., Umair, M., & Sun, Y. (2020). Effect of compost and chemical fertilizer application on soil physical properties and productivity of sesame (*Sesamum Indicum* L.). *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1-11.
- Ntougias, S., Papadopoulou, K. K., Zervakis, G. I., Kavroulakis, N., & Ehaliotis, C. (2008). Suppression of soil-borne pathogens of tomato by composts derived from agro-industrial wastes abundant in Mediterranean regions. *Biology and Fertility of Soils*, 44(8), 1081-1090.
- Orden AAA/2564. (2015). de 27 de noviembre, por la que se modifican los anexos I, II, III, IV y VI del Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes. *Boletín Oficial Del Estado*, 114186–114248.
- Orden PRA/1943. (2016). de 22 de diciembre, por la que se modifican los anexos I, II, IV y VI del Real Decreto 865/2010, de 2 de julio, sobre sustratos de cultivo. *Boletín Oficial Del Estado*, 2014(51, 28 de febrero), 18987–19106. <https://www.boe.es/eli/es-vc/l/2019/02/05/1>
- Oshins, C., Michel, F., Louis, P., Richard, T. L., & Rynk, R. 2022. The composting process. In *The Composting Handbook* (pp. 51-101). Academic Press.
- Ozores-Hampton, M., Biala, J., Evanylo, G., Faucette, B., Cooperband, L., Roe, N., ... & Sullivan, D. (2022). Compost use. In *The Composting Handbook* (pp. 777-846). Academic Press.
- Pampuro, N., Bertora, C., Sacco, D., Dinuccio, E., Grignani, C., Balsari, P., ... & Bernal, M. P. (2017). Fertilizer value and greenhouse gas emissions from solid fraction pig slurry compost pellets. *The Journal of Agricultural Science*, 155(10), 1646-1658.

- Paradelo, R., Devesa-Rey, R., Cancelo-González, J., Basanta, R., Pena, M. T., Díaz-Fierros, F., & Barral, M. T. (2012). Effect of a compost mulch on seed germination and plant growth in a burnt forest soil from NW Spain. In *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* (Vol. 12, Issue 1).
- Petric, I., Šestan, A., & Šestan, I. (2009). Influence of wheat straw addition on composting of poultry manure. *Process Safety and Environmental Protection*, 87(3), 206-212.
- Pinto, V. 2013. "Introduction to Effective Microorganisms (EM)." Web: web.archive.org/web/20051215005439/eminfo.info/moreem1.html#dilutions, accessed April 1, 2013.
- Poincelot, R. P. 1977. The biochemistry of composting. In Composting of Municipal Residues and Sludges. Proceeding of the 1977 National Conference, Rockville, MD.
- Proietti, P., Federici, E., Fidati, L., Scargetta, S., Massaccesi, L., Nasini, L., ... & Gigliotti, G. (2015). Effects of amendment with oil mill waste and its derived-compost on soil chemical and microbiological characteristics and olive (*Olea europaea* L.) productivity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 207, 51-60.
- Provenzano, M. R., de Oliveira, S. C., Santiago Silva, M. R., & Senesi, N. (2001). Assessment of maturity degree of composts from domestic solid wastes by fluorescence and Fourier transform infrared spectroscopies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(12), 5874–5879. <https://doi.org/10.1021/jf0106796>
- Real Decreto 865. (2010). de 2 de julio, sobre sustratos de cultivo. *Boletín Oficial Del Estado (BOE)*, 61831–61859.
- Real Decreto 506. (2013). de 28 de junio, sobre productos fertilizantes. *Boletín Oficial Del Estado (BOE)*, 1–24. <https://doi.org/Ley 24/2013>, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 999.(2017). de 24 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes. <http://www.boe.es>
- Richard, T.L., 1992. Municipal solid waste composting: physical and biological processing. *Biomass Bioenergy* 3 (3e4), 163e180.
- Richardville, K., Egel, D., Flachs, A., Jaiswal, A., Perkins, D., Thompson, A., & Hoagland, L. (2022). Leaf mold compost reduces waste, improves soil and microbial properties, and increases tomato productivity. *Urban Agriculture & Regional Food Systems*, 7(1), e20022

- Rivier, P. A., Jamniczky, D., Nemes, A., Makó, A., Barna, G., Uzinger, N., ... & Farkas, C. (2022). Short-term effects of compost amendments to soil on soil structure, hydraulic properties, and water regime. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 70(1), 74-88.
- Roman, P., Martinez, M. M., & Pantoja, A. 2015. Farmer's Compost Handbook—Experiences in Latin America. *Food and Agriculture Organization*.
- Ross, S. M. (1994). Retention, transformation and mobility of toxic metals in soils. In John Wiley and Sons Ltd (Ed.), *Toxic Metals in Soil–Plant Systems* (pp. 63–152).
- Rynk, R. 1992. On Farm Composting Handbook. NRAES-54, Cooperative Extension Service, Northeast Regional Agricultural Engineering Services, Ithaca NY, USA.
- Rynk, R., Cooperband, L., Oshins, C., Wescott, H., Bonhotal, J., Schwarz, M., Sherman, R., Brown, S. 2022. Why compost?. In *The Composting Handbook* (pp. 1-26). Academic Press
- Rynk, R., Black, G., Gilbert, J., Biala, J., Bonhotal, J., Schwarz, M., & Cooperband, L. (Eds.). (2021). *The Composting Handbook: A How-to and why Manual for Farm, Municipal, Institutional and Commercial Composters*. Elsevier.
- Sánchez-Monedero, M. A., Roig, A., Cegarra, J., Bernal, M. P., Noguera, P., Abad, M., & Antón, A. (2004). Composts as Media Constituents for Vegetable Transplant Production. *Compost Science & Utilization*, 12(2), 161–168. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2004.10702175>
- Schuldt M., Chistiansen R., Scatturice L.A. & Mayo J.P. 2007. Lombricultura. Desarrollo y adaptacion a diferentes condiciones de temperie. RedVet. VIII(8): 1-10.
- Scott, D.F., 2000. Soil wettability in forested catchments in South Africa; as measured by different methods and as affected by vegetation cover and soil characteristics. *J. Hydrol.* (Amst) 231–232, 87–104. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(00\)00186-4](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(00)00186-4).
- Sharma, D., Yadav, K. D., & Kumar, S. (2018). Role of sawdust and cow dung on compost maturity during rotary drum composting of flower waste. *Bioresource technology*, 264, 285-289.
- Sherman, R., 2018. The Worm Farmer's Handbook. Chelsea Green Publishing, White River Junction, VT.
- Silva, M. T. B., Menduña, A. M., Seijo, Y. C., & Viqueira, F. D.-F. (2007). Assessment of municipal solid waste compost quality using standardized methods

- before preparation of plant growth media. *Waste Management & Research*, 25(2), 99–108. <https://doi.org/10.1177/0734242X07075514>
- Soyergin, S. 2003. Organik Tarımda Toprak Verimliliğinin Korunması, Gübreler Ve Organik Toprak İyileştiricileri.
- Steger, K., Å.M. Sjögren, Å. Jarvis, J.K. Jansson and I. Sundh. 2007. Development of compost maturity and Actinobacteria populations during full-scale composting of organic household waste. *Journal of Applied Microbiology*. 103, 87-498.
- Stenmarck, Å., Jensen, C., Quested, T., Moates, G., Buksti, M., Cseh, B., ... & Östergren, K. (2016). *Estimates of European food waste levels*. IVL Swedish Environmental Research Institute.
- Stoffella, P. J., & Kahn, B. A. (Eds.). 2001. Compost utilization in horticultural cropping systems. CRC Press LLC, 2000 N.W. Corporate Blvd., Boca Raton, Florida 33431
- Storino, F., Arizmendarrieta, J. S., Irigoyen, I., Muro, J., & Aparicio-Tejo, P. M. (2016). Meat waste as feedstock for home composting: Effects on the process and quality of compost. *Waste Management*, 56, 53-62.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H. and Vigil, S. 1993. *Integrated Solid Waste Management*. McGraw-Hill, Inc., Singapore.
- Tautges, N. E., Chiartas, J. L., Gaudin, A. C., O'Geen, A. T., Herrera, I., & Scow, K. M. (2019). Deep soil inventories reveal that impacts of cover crops and compost on soil carbon sequestration differ in surface and subsurface soils. *Global change biology*, 25(11), 3753-3766.
- Toledo, M., Gutiérrez, M. C., Peña, A., Siles, J. A., & Martín, M. A. (2020). Co-aggregating of chicken manure, alperujo, olive leaves/pruning and cereal straw at full-scale: Compost quality assessment and odour emission. *Process Safety and Environmental Protection*, 139, 362–370. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.04.048>
- Tomati, U., Belardinelli, M., Andreu, M., Galli, E., Capitani, D., Proietti, N., & Simone, C. de. (2002). Evaluation of commercial compost quality. *Waste Management & Research*, 20(5), 389–397. <https://doi.org/10.1177/0734242X0202000502>
- van der Wurff, A. W., Fuchs, J. G., Raviv, M., & Termorshuizen, A. 2016. *Handbook for composting and compost use in organic horticulture*. BioGreenhouse.
- Vigil, M. F., & Kissel, D. E. (1991). Equations for estimating the amount of nitrogen mineralized from crop residues. *Soil Science Society of America Journal*, 55(3), 757-761.

- Whalen, J. K., Benslim, H., Jiao, Y., & Sey, B. K. (2008). Soil organic carbon and nitrogen pools as affected by compost applicationsto a sandy-loam soil in Québec. *Canadian Journal of Soil Science*, 88(4), 443-450.
- Wilson, S. B., Stoffella, P. J., & Graetz, D. A. (2001). Compost-amended media for growth and development of mexican heather. *Compost Science and Utilization*, 9, 60–64.
- Wong, M. T. F., Nortcliff, S., & Swift, R. S. (1998). Method for determining the acid ameliorating capacity of plant residue compost, urban waste compost, farmyard manure, and peat applied to tropical soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 29(19-20), 2927-2937.
- Y., C., Inbar, Y., & Hadar., Y. (1988). Composted agricultural wastes as potting media for ornamental plants. *Soil Science Society of America Journal*, 145(4), 298–303.
- Yüksel, O., & Kavdir, Y. (2020). Improvement of Soil Quality Parameters by Municipal Solid Waste Compost Application in Clay-Loam Soil. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(3), 603-609.
- Zucconi, F. M., M. Forte, A. Monaco, Md. de Bertoldi. 1981. Biological evaluation of compost maturity. *BioCycle*. 22 (1981), pp. 27–29.
- Zvomuya, F., Helgason, B. L., Larney, F. J., Janzen, H. H., Akinremi, O. O., & Olson, B. M. (2006). Predicting phosphorus availability from soil-applied composted and non-composted cattle feedlot manure. *Journal of environmental quality*, 35(3), 928-937.