



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

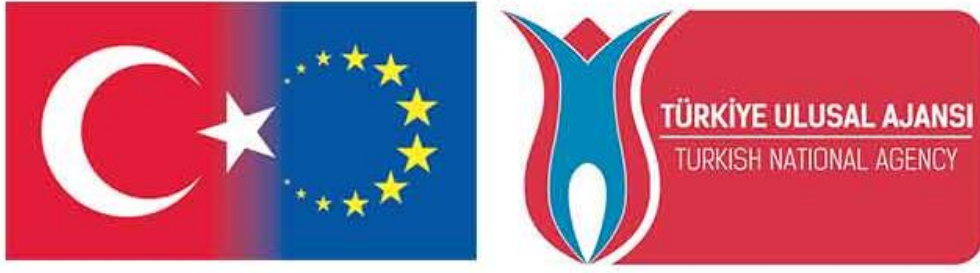


## GENÇ ÇİFTÇİLER ve TÜM KULLANICILAR İÇİN KOMPOST EL KİTABI



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





**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 hammaddeleeri	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 düzenlemeleri	21
3.3 Gübreler	22
3.4 Kompost yaparken kaçınılması gereken malzemeler (maddeler)	23
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 Kütleme	37
5.1 Kompostlaştırma 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	44
5.1.6 Organik malzemenin yapısı	44
5.1.7 Sıcaklık	45
5.1.8 Gözeneklilik, yapı, doku ve parçacık boyutu	45
5.2 Kütleme	46
BÖLÜM 6	50
Kompostun Özellikleri ve Kalitesi	50
6.1 Kompostun özellikleri	50
6.2 Kompost kalitesi	53
BÖLÜM 7	54

Kompostun bitki yetiştiriciliğinde ve toprak dzenleyici olarak kullanımı	54
7.1 Toprak dzenleyici olarak compost kullanımı	54
7.1.1 Toprak ktle (özgül ağırlık) yoğunluğu	54
7.1.2 Toprak organik karbonu	55
7.1.3 Su tutma kapasitesi ve hidrolik iletkenlik	57
7.1.4 Toprak agregasyonu (strüktür gelişimi)	58
7.1.5 Toprak pH'sı	59
7.1.6 Katyon değişim kapasitesi (KDK)	60
7.1.7 Toprak besinleri	61
7.1.8 Toprak kökenli patojenler	62
7.2 Bitki yetiştirmek için compost kullanımı	64
BÖLÜM 6' devamı	67
6.2.1 İspanya kompost yönetmeliği	67
6.2.2 Türkiye kompost yönetmeliği	72
6.2.3 Litvanya kompost yönetmeliği	95
6.2.4 Avrupa Birliği kompost yönetmeliği	116
KAYNAKLAR	120

<b>Tablo Listesi</b>	<b>Sayfa No:</b>
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 özellikleri	16
Tablo 5. Kompostlama için karbon ve azot bakımından zengin bileşenlerin yaklaşık C/N oranları (a)	21
Tablo 6. Kompostlama için karbon ve azot bakımından zengin bileşenlerin yaklaşık C/N oranları (b)	23
Tablo 7. Kompost hammadde çeşitlerinin toprak özelliklerine etkisi	24
Tablo 8. Kompostlama için uygun koşullar	41
Tablo 9. RD 506/2013'teki metal içeriğine göre kompost sınıflandırması	51
Tablo 10. Farklı kompost çeşitlerinin toprak kütle yoğunluğu üzerine etkileri	55
Tablo 11: Kompostun toprak organik karbonuna etkileri	56
Tablo 12. Kompostun nematodlar üzerine etkileri	64
Tablo 13. Yönetmeliğe göre kompostta istenen minimum özellikleri RD 865/2010	68
Tablo 14. Yönetmeliğe göre kompostta istenilenler Orden AAA/2564/2015	70

**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 (Eisenia foetida)	12
Şekil 5. Vermikompostlama 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 (Prina) 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 Kısaçallı kepçe	27
Şekil 16. Öğütücü ve çekicili değirmen	28
Şekil 17 Tek şaftlı ve iki şaftlı 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 compost	39
Şekil 36. Kompostlama süreci aşamaları	41
Şekil 37. Katı parçacıkların ayrışması	46
Şekil 38. Ortalama bir kompost yığınındaki sıcaklık değişimleri	47
Şekil 39. Domates Tarlasına kompost uygulaması (solda), kök-ur nematodu ve farklı oranlarda compost eklenmiş saksılarda domates kök gelişimi	63

### **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 planı formatı

## ÖNSÖZ

Bu el kitabı, 2021-1-TR01-KA220-VET-000024977 proje kapsamında yazılmıştır. KA220-VET-İşbirliği ortaklıkları, mesleki eğitim ve öğretimde alt-iş 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 çıktısı olarak hazırlanmıştır.

Kompost, termofilik [yüksek ısı, 113 ile 160 derece Fahrenheit (F)] ayrışmaya uğramak üzere yığılmış, karıştırılmış ve nemlendirilmiş organik kalıntıların (gübre, 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 kolaylaştırmak 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 (Türkiye)**



**VšĮ "Žiedinė ekonomika" (Lithuania)**

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



**Ezine Gıda İhtisas Organize Sanayi Bölgesi (Türkiye)**



**Universidad Politecnica De Cartagena (Spain)**

İspanya devlet üniversitesi



**Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi (Türkiye)**



**Canakkale Teknoloji Geliştirme Bölgesi A.Ş. (Türkiye)**

# 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 başlanmış 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 kullanımı 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 düştükçe organik atık oranı artmaktadır.

Küresel olarak, çoğu atık şu anda çöplüklere 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 sahaslarında bertaraf edilmektedir. Açık depolama atıkların yaklaşık %31'ini oluştururken, %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 gömülmekte 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 kalıntının 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 yıllardaki 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 (Tchobanoglous 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 Fahrenheit (F)] ayrışmaya uğramak üzere yığılmış, 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 olduğunun farkındadır. Kompost, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştiren, böylece toprak kalitesini ve mahsul üretimini artıran kararlı bir organik madde sağlamaktadır ([https://agritech.tnau.ac.in/org\\_farm/orgfarm\\_index.html](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 sağlamanın yanı sıra, pirinç samanı, mısır sapı, pirinç kabuğu, talaş vb. gibi bazı karbonlu organik maddeler toprağın fiziksel ve biyolojik özelliklerini iyileştirmede çok faydalıdır. Kompost, besin açısından zengin insan yapımı ve ayrışmış 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 etmekte 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 Gliessmann, 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 yığılmış organik materyali oldukça kararlı, besin açısından zengin bir toprak ıslahına dönüştüren aerobik mikroorganizmaları uyaran 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 arttırmak 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 ölür (Larney vd., 2006). Bazı yabancı ot tohumları çiftlik hayvanlarından geçebilir ve ekili arazilere uygulanan gübrede büyüyebilir. 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 koordinatörlüğünce, kompostlaştırmanın AB program ülkelerinde tarımsal atık ve sera gazı emisyonlarına katkıları değerlendirilmenin bir yolu olabileceğini değerlendirilerek stratejik bir ortaklık projesi fikri geliştirildi. Kompostun bitki besin maddeleri açısından hayati 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 uygulanacağı 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 büyüme göstermiştir. Projenin nihai amacı kompostlamayı öğreterek toprak sağlığının ve organik üretimin iyileştirilmesine katkıda bulunmaktır. 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 alışverişinin sağlanması konusunda en iyi uygulamalar, sürdürülebilir kompost üretim yöntemleri konusunda eğitim programları tasarlamak ve bu yöntemleri uygulamaya koymak amacıyla partner ülkelerde genç çiftçiler eğitilecek ve pilot tatbikatlar düzenlenerek 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 yapımcılar (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 alışverişini sağlamak,

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

Çiftçileri 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),

Ekonomik 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.composterasmus.org](http://www.composterasmus.org)

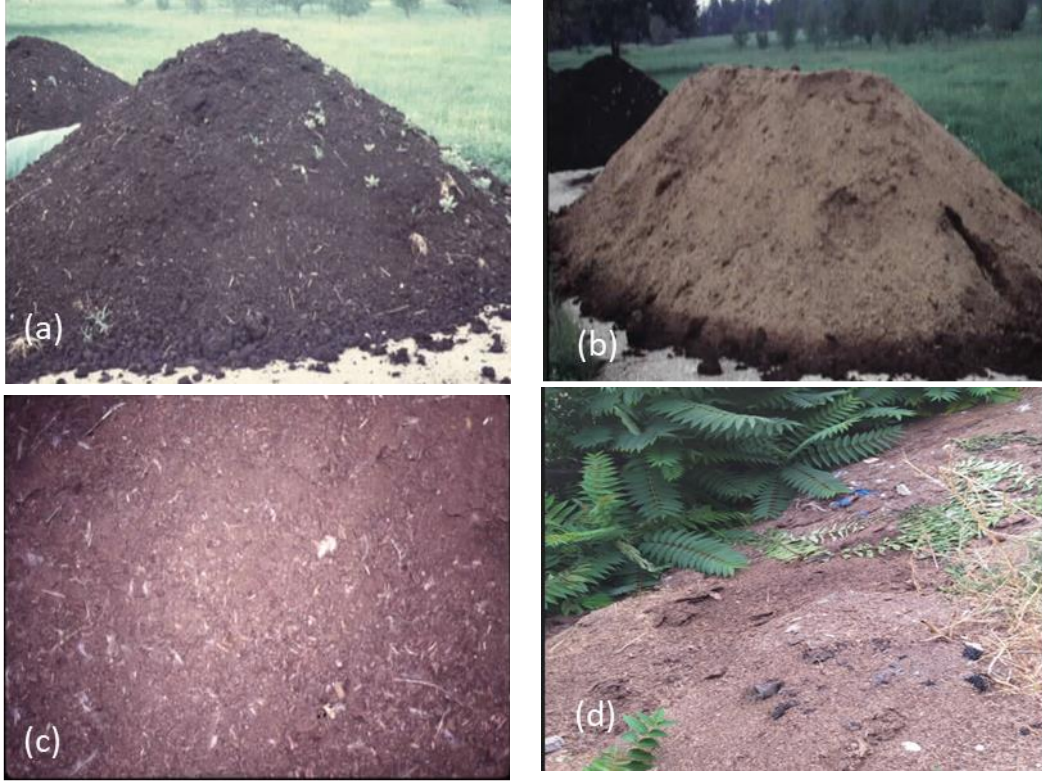
## **BÖLÜM 2**

### **KOMPOST ÇEŞİTLERİ**

#### **2.1. Çiftlik gübresi**

Çiftlik gübresi temel olarak süt ve besi sığırları, atlar, koyunlar ve keçilerin katı ve sıvı dışkılarının ayrılmış karışımı ve ahırlarda zemine serilen yatak malzemesinden oluşur (Şekil

1). Hayvan dışıklarının altlıklı veya altlıksız zeminlerde işlenmesi (olgunlaştırma/kompostlaştırma ve nemin uzaklaştırılması/indirgenmesi) sonucu elde edilen ürün, sıvı çiftlik gübresi ise "katı maddenin çözülmesiyle elde edilen sıvı ürün" olarak tanımlanmaktadır. çiftlik gübresi" (Kacar, 2013; Roman vd., 2015).



Şekil 1. Sığır gübresi (a), domuz gübresi (b), kanatlı 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) engeller. Çiftlik gübresi, toprağın kolayca işlenmesini sağlar. Kumlu topraklarda çiftlik gübresi, toprak parçacıklarının birbirine bağlanmasını sağlarken, ağır killi topraklarda bağı gevşeterek gözenekliliği artırır. Toprak havalandırmasında uygun etkiye sahiptir. Toprağı karartır ve tutma kapasitesini artırır (Soyergin, 2003; Kaçar, 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	Trace amount	0.40	1.25
Süt ineği	85	92	0.40	1.00	0.20	Trace amount	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, baklagil bitkileri her zaman baklagil olmayan bitkilere tercih edilir ve bunlar en iyi yeşil gübre bitkileri olarak kabul edilir. Yeşil gübre bitkisi olarak sıklıkla yetiştirilen bitkiler Tablo 2'de verilmiştir (Soyergin, 2003; Kacar, 2013).

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

Baklagil bitkileri	Baklagil 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 kıllı fiğ	Kolza
Avusturya bezelye çavdarı	Yulaf

Yeşil gübre bitkisi olarak kullanılan baklagil bitkilerinin, kendilerinden sonra yetiştirilen bitkilerin N kullanım verimini arttırdığı 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) fiğ, 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 oluşturması ve c) Fakir topraklarda dahi iyi gelişebilmesi gerekir. 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, yaprak, kağıt ve gıda atıkları gibi organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından kompost adı verilen topraklı bir yapıya dönüştürüldüğü biyolojik bir süreçtir. Bitkilerin büyüdüğü her yerde kompostlama aslında doğada doğal bir süreçtir. Bitkiler yapraklarını döktüğünde veya artıklarından herhangi biri toprağa düştüğünde bu bitki artıkları doğada mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılarak humus formuna dönüştürülür. Başka bir deyişle, mikroorganizmalar organik materyali daha kararlı organik son ürünlere ayrıştırarak onu karbondioksit, su, ısı ve humusa dönüştürür. Aslında bu, ekosistemde besin geri dönüşümüdür. Kompostlama, bu doğa olayının iyi incelenip taklit edilmesiyle oluşturulmuştur. Başka bir deyişle, bu doğal ayrışma, ideal koşulların yaratılmasıyla desteklendi ve hızlandırıldı. Kompost, bitki büyümesine uyumlu ve faydalı kompostlaştırmanın stabilize ve sterilize edilmiş ürünü olarak tanımlanabilir (Şekil 3) (Insam ve Bertoldi, 2007). Kompost, daha az kullanışlı ve sıklıkla boşa harcanan 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).

Kompostlama ve kompost kullanımı, gübre işlemeyi kolaylaştırma ve çevre kirliliğini önleme faydalarına sahiptir. Kompostlamada, nemi uzaklaştıran ve patojen ve yabancı 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**

Vermikompostlama, solucanları kullanarak kompostlama işlemidir. Organik maddenin stabilizasyonu ile sonuçlanan oksidatif bir işlemdir (hava ile). Olgun kompost gibi nihai ürün de organik maddedir, ancak solucanlar bu işlemi mikroorganizmaların yardımıyla gerçekleştirir (Lazcano, 2008). Solucanlar yerel mikropları ve organik parçacıkları tüketir. Dökümler, dışarı attıkları sindirilmiş parçacıklardır. Vermikompost veya vermicast, dökümlerin ve sindirilmiş diğer hammaddelerin bir karışımı olan son ürünün adıdır (Sherman, 2018). Bu işlem sırasında solucan gübresi toprağa uygulandığında çözünmeyen mineraller



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

çözünür hale getirilerek bitkilere sunulur. Benzer şekilde, selüloz gibi diğer karmaşık organik bileşikler, solucanın sindirim sistemindeki bakteriler tarafından kısmen basit bileşiklere indirgenerek nitrojen mevcudiyeti artar.

Bazen Kaliforniya kırmızı solucanı olarak da bilinen *Eisenia foetida*, Avrupa'ya özgü olmasına rağmen vermikompost yapımında kullanılan en popüler solucan türüdür (Şekil 4). 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 biyokütlesi (büyüme ve yeni solucanlar) ve gübre üretmek için, solucanlar taze veya çeşitli ayrışma aşamalarında bitkisel, hayvansal veya karışık organik maddeler tüketir. Bu türün hayatta 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 ihtiyacı vardır. Bir solucanın hayatta kalma olasılığı, ortamda ne kadar organik madde bulunduğuyla bağlıdır; organik madde oranı arttıkça bu olasılık azalmaktadır (Roman vd., 2015).

Vermikompost 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 kullanılabilir 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*)

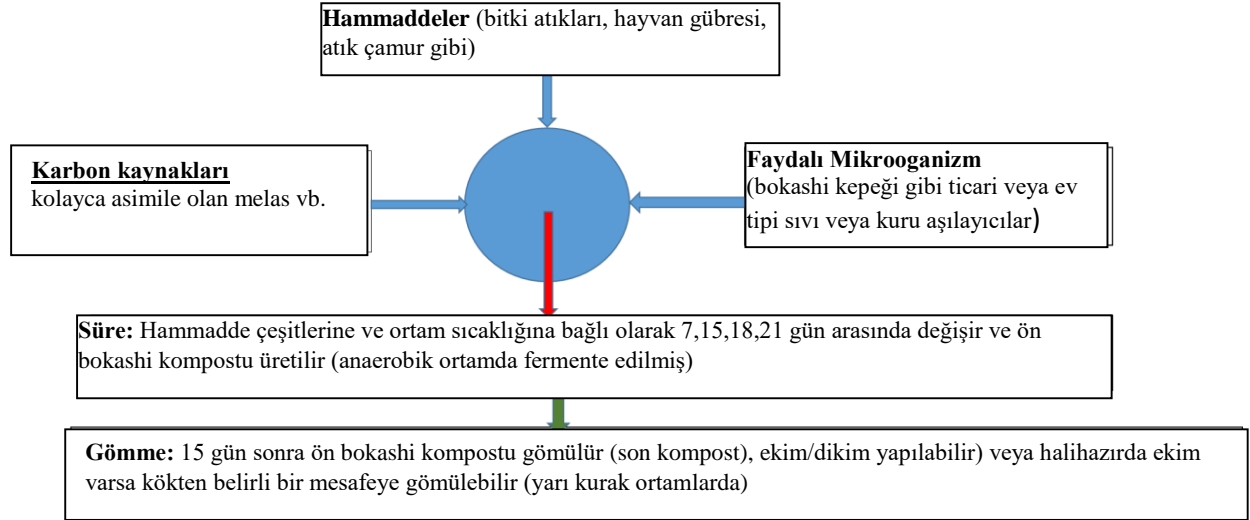


Şekil 5. Vermikompostlama yatağı

## 2.5. Bokashi kompostu

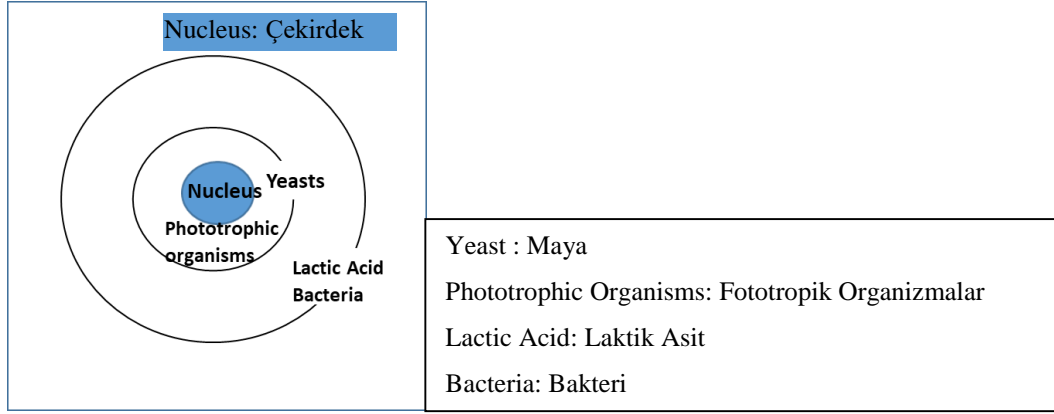
Bokashi kompostlama, mikroorganizmaların glikoz gibi şekerli gıda bileşenlerini organik asitlere, alkollere parçaladığı ve geleneksel kompostlamadan tamamen farklı olduğu anaerobik bir fermantasyon işlemidir. Organik maddenin toprak biyotası tarafından asidik bir ortamda mikroorganizmalar aracılığıyla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





Şekil 6 Bokashi kompostlaştırma (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 gerekir. 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 (*Rhodospseudomonas 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 de dünyanın farklı yerlerinde değişiyor. Bununla birlikte, genellikle EM, buğday veya pirinç kepeği melas ve su ile birleştirilir (böylece bokashi kepeği oluşur) ve kapalı bir kaptaki gıda atığına eklenir, iki hafta mayalanmaya bırakılır (ön kompostlama) (Christel, 2017). Anaerobik fermantasyondan iki hafta sonra, fermente edilmiş organik atık doğrudan bahçe toprağına veya saksı toprağına karıştırılabilir ve uygulanabilir. Geleneksel kompostlamada, organik madde bir oksidasyon işleminde parçalanır. Geleneksel kompostlamada, organik madde bir oksidasyon işleminde parçalanır. Bu nedenle, oksijen vermek için yığılı periyodik olarak döndürmek gerekir. Pasif olarak havalandırılan bir kompost yığınının tamamen bitmiş kompost haline gelmesi bir yıl kadar sürebilir. Aynı zamanda kompostlamada anaerobik koşullar oluşursa kötü kokular oluşur. Geleneksel kompost yığınları

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 yüzde 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 gerekir (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 <sup>-1</sup> )				
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 parçalanabilen organik ham maddelerdir. Farklı hammaddeler farklı miktarlarda karbon, nitrojen ve diğer besin maddelerine sahiptir. Hammaddeler organik, ekonomik (ücretsiz veya çok ucuz) ve yerel olarak teminedilebilir olmalıdır. Hammaddenin özelliklerinin nihai kompost kalitesini etkilediğine dikkat edilmelidir. Örneğin, yüksek elektriksel iletkenlik (EC) değerlerine sahip hammaddeler, yüksek EC'li kompost üretme eğilimindedir. Bu nedenle kompostlamada yüksek tuz içeriğine sahip hammaddelerden kaçınmak daha iyidir. Ek olarak, besleme stoğu türü, organik materyalin bozunma hızını belirler.

Ham hammadde artık aktif olarak ayrışmadığında ve biyolojik ve kimyasal olarak stabil olduğunda kompost bitmiş olarak kabul edilir. Kompostlama için hammadde, bahçe atıkları (YW), biyoatıklar, belediye katı atıkları (MSW), hayvan gübrelerinden (kümes hayvanları, mandıra, at, domuz ve yataklı ve yataksız sığır) ve kentsel diğer biyolojik olarak parçalanabilen atık yan ürünlerinden veya tarım alanlarından üretilebilir (Ozores-Hampton vd., 2011). İstenen kompost kalitesini elde etmek için genellikle birkaç bileşeni birleştirmek gerekir. Malzemelerin karışımına ve bunların nispi oranlarına "tarifler" denir. Genel olarak gübre ve yatak malzemeleri ve mahsul artıkları, çiftliklerde tariflerin kompostlanması için ana bileşenlerdir.

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

Parametreler	Kabul edilebilir aralık	İdeal aralık
Nem içeriği	40-65%	50-60%
hammadeler için C:N oranu	20:1-60:1	25-40:1
Hammadde tane boyutu	<5cm	
Hacim ağırlığı	<0.7 g/cm <sup>3</sup>	0.4-0.6 g/cm <sup>3</sup>
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 gerekir. 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 kompostuyla değiştirerek, bitkilerin ekin hastalıklarına neden olan patojenlerin saldırılarına karşı direnmesine yardımcı olan faydalı mikrobiyal aşılama hayatta kalmasını arttırdığını bildirmiştir. Yemek artıkları ve mutfak atıkları gibi ıslak malzemeler de kuru yapraklarla karıştırılabilir. Lignin açısından zengin bileşenler hızlı bir şekilde ayrışmaz. Ayrışmayı arttırmak için kompost üretmek için 1000 kg atık başına 5 kg kireç oranında kireç ile karıştırılırlar. Kireçleme, lignin yapısını zayıflatır ve humifikasyon sürecini iyileştirir ve humus kalitesini iyileştirir (Hubbe vd., 2010).

### **3.1.2. Odunsu peyzaj bitkileri**

Çalılar, ağaçlar, palmye 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 olduğunca kırın, doğrayın ve parçalayın. İlk önce ince dalları el budayıcıları ve/veya budama makasları ile daha küçük parçalara ayırın (Cronnel ve NGA,2010). Odunsu hammaddelerdeki C'nin (C: Karbon) çoğu lignindir ve yavaş yavaş bozunur. Yüksek oranda lignin, mikroorganizmalar için daha az karbon kullanılabilirliğine neden olur. Bu nedenle lignin açısından zengin hammaddeler, kompost yığnında 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 agrega stabilitesini arttırmıştır. Zeytin yaprakları ve budama atıkları kompostlama için iyi kaynaklardır. Zeytin yaprağı ve dalları esas olarak lignoselülozik malzemedir. Kompostlama bileşenlerinde güvenle kullanılabilirler.

### 3.1.3. Kağıt ürünleri

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

Ahmed vd., (2018), mürekkepsiz gazete kağıdının, mürekkepli gazete kağıdının, geri dönüştürülmüş kağıt ve kuşe kağıdın biyolojik olarak parçalanabilirliğini araştırmış. Gazete kağıdının mürekkepsiz ve mürekkeple biyolojik olarak parçalanmasının kompostta sırasıyla 18 ve 21 gün sürdüğünü belirlemiştir. Ancak kuşe kağıdın ve geri dönüştürülmüş kağıdın biyolojik olarak parçalanabilirliği, gazete kağıdına göre 14 gün ve 16 gün sürmüştür.

### 3.1.4 Saman

Saman tarımsal bir atıktır ve tarlaya uygulanması yaygın bir uygulamadır, ancak saplar tarla operasyonlarında sorunlara neden olabilir. Tarımsal ürün artıklarının çoğu, iyi ayrışan ve az koku riskine neden olan temiz hammaddelerdir. Saman, toprak organik karbonunu artırmak için faydalıdır. 100 kg C t-1 saman ile hesaplanan yüksek humus üretim potansiyeline sahiptir (Joschko vd., 2012). Buğday veya mısırın saman malzemesi, 70 ile 100 arasında yüksek bir C/N oranına sahiptir.

Pirinç samanı, kompostlama için başka bir alternatif hammaddedir (Şekil 9). FAO'ya (2020) göre, küresel çeltik üretimi 756,7 milyon Mt idi. Pirinç her Mt tane başına yaklaşık bir Mt saman ürettiğinden, yılda büyük miktarda tortu birikir (Nakhshiniev vd., 2014). Yüksek C/N oranları nedeniyle, hızlı kompostlama için samanların gübre veya diğer azot bakımından zengin bileşiklerle birleştirilmesi önerilir. Kompostlamada C/N oranı 30/1'in üzerinde olan bir besleme stoğu kullanıldığında, mikroorganizmalar için yeterli azot olmayacağından ayrışma süreci yavaş olacaktır.



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

### 3.1.5 Talaş

Talaş son derece yüksek C:N oranına sahip olduğundan kompost yığımında idareli olarak kullanılmalıdır. Genel olarak testere artıkları, kompostlama işleminde hacim artırıcı toz olarak kullanılır. Ek olarak, sızıntı suyunu tutmak ve kompost yığımındaki aerobik durumu korumak için kritik öneme sahiptir (Sharma vd., 2018). Talaş kompostu kurutur, bu nedenle kompost yığımını nemli tutmak için yeterli su eklenmelidir. Talaşın N bakımından zengin hammaddelerle karıştırılması önerilir. Hatten vd., (2009), tavuk altlığı ile değiştirilen ve daha sonra kompostlaştırılan talaşın, tek başına tavuk altlığına kıyasla N ve K'nin süzülme potansiyelini azalttığını ve böylece çevrenin kontaminasyonunu önlemeye yardımcı olduğunu bildirmişlerdir.

### 3.1.6 Zeytin Posası (Pirina)

Zeytin yetiştiriciliği ve zeytinyağı üretimi akdeniz ülkelerinde çok yaygın bir uygulamadır. Zeytinyağı ekstraksiyonu, yüksek fitotoksisiteleri nedeniyle çevre için sorun yaratabilecek yüksek miktarlarda sıvı ve kuru atık üretir. Önemli miktarda tuz, fenolik bileşikler, organik asitler ve yağ asitleri içeren pirina, yüksek dozlarda kullanıldığında bitki çimlenmesi üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir (Linares vd., 2003). Bu nedenle tarımsal kullanım için kompost yapılması önerilmektedir. Chowdhury vd., (2015), kompostlama işlemi sırasında zeytin değirmeni atıklarının suda çözünür fenollerinin yaklaşık %90 oranında azaldığını bildirmiştir. Ayrıca olgunlaşmış pirina kompostunun (102 gün) herhangi bir genotoksik ve sitotoksik etkiye sahip görünmediği ve bu nedenle tarımsal kültürlerde güvenle kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Zeytin pirinası kompostlama için

potansiyel ekonomik hammaddelerden biridir (Şekil 10). Zeytinin hacimce yaklaşık %50-60'ı “katı” atıktır. 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 aşınmış toprakları tedavi etmek için de kullanılabilir. Zeytin prinasının kumlu topraklara uygulanması, toprak agregat stabilitesini 2 ayda %18,2'den %80,6'ya yükseltmiştir (Kavdir ve Killi, 2008). Pirina kompostunun uygulanması, tınlı, kumlu tınlı ve killi topraklar için toprak organik karbon içeriğini önemli ölçüde artırmıştır (İşler vd., 2022).



Şekil 10. Zeytin posası (pirina) kompostu

### 3.2 Azot açısından zengin hammaddeler

Azot bakımından zengin kompost hammaddeleri, yeşilimsi renklerinden dolayı yeşil olarak adlandırılır. Himes (2018), taze kalıntının <math><45</math> karbon içerdiğini 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 nitrojen mikroorganizmalar tarafından hareketsiz hale getirilir ve bir miktar N (azot), amonyak olarak kaybedilir.



Table 5. Kompostlama için azot bakımından zengin bileşenlerin yaklaşık C/N oranları (a)

<b>Azotca Zengin Maddeler</b>	<b>Karbon Azot Oranı* (C/N)</b>
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 alternatiftir ve gıda işlemeden elde edilen çok çeşitli yan ürünler kompostlama için iyi hammaddeler oluşturur. Kompostlaştırılabilen gıda işleme yan ürünlerine meyve ve sebze atıkları, kabuk, kepek, yemek veya yağ ekstraksiyonundan elde edilen kek, küspe (şeker işleme), pamuk tohumu küspesi (pamuk işleme), elma kabukları, muz, portakal, domates ve patates, kullanılmış tahıllar, fındık kabukları (badem, fıstık, ceviz), zeytin değirmeni prinası, kullanılmış kahve telvesi, deniz ürünleri işleme atıkları örnek olarak verilebilir. Tohumlardan yağ çıkarıldıktan sonraki ana yan ürünler, küspe ve undur. Avrupa'da küspelerin büyük çoğunluğu kolza (13,5 milyon ton), soya (12,5 milyon ton) ve ayçiçeğinden (4,8 milyon ton) üretilmekte olup, bu yan ürünlerin yılda toplam 32 milyon tonu yan ürün üretilmektedir (FEDIOL, 2019)

Palm yağı atıkları da kompostlaştırılabilir. Bir ton ham palm yağı üretimi 1425 kg boş meyve salkımı ve 300 kg palm çekirdeği kabuğu üretir. Hektar başına yaklaşık 74 ton kuru palmye yağı gövdesi üretilirken, boş meyve demeti yan ürününün %23'ü palmye yağı değirmeninde taze meyve demetinin (FFB) işlenmesinden gelir (Chin vd., 2013). FEDIOL İstatistikleri. <https://www.fediol.eu/web/2019/1011306087/list1187970188/f1.html> (30/06/2022 tarihinde erişildi)

### 3.2.2 Bahçe peyzaj düzenlemeri

Avluların, bahçelerin, parkların ve diğer kamusal ve özel peyzajların bakımından üretilen dökülen yapraklar, çim hasatı, çam iğneleri, kullanılmayan meyve ve sebzeler, çalılar, ağaç dalları, bahçe bitki örtüsü ve diğer bitki materyallerini içeren yeşil atıktır. Bahçe peyzaj

bitkileri, kompostlamadan önce göz önünde bulundurulması gereken pestisitler, yabancı ot tohumları ve diğer kirleticileri içerebilir. Büyük ölçekli üretimde, kuru yapraklar kış boyunca saklanabilir ve ilkbahar ve yaz aylarında kırılmış çim ile karıştırılır. Bahçe budamasının en büyük maliyeti, ABD'de %67 olan atıkların toplanması ve taşınmasından kaynaklanmaktadır (Ligon ve Garland, 1998). Bahçe peyzaj bitkileri mikroorganizmalar sağlar, nitrojen içerir ve kompost yığınlarının havalanmasını iyileştirir (Lopez vd., 2010).

### 3.3 Gübreler

Gübre kompostlaştırma, gübre yönetiminin en popüler biçimlerinden biridir. Gübrenin kompostlanması, tarım için stabilize ve sterilize edilmiş bir son ürün olarak gübreyi geri dönüştürür, sera gazı (GHG) emisyonlarını ve yoğun hayvansal üretimden elde edilen atık hacmini azaltır (Bernal vd., 2009). Tarlaya taze gübre uygulamaları kokuya neden olur ve bitki büyümesini engelleyebilecek veya tohum çimlenmesini engelleyebilecek konsantre azot içerir.

Kompostlanan hayvan gübrelerinde patojenler ve yabancı 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, gübrenin 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 (iz elementler) 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, prina, talaş, budama atıkları gibi birçok hacim artırıcı madde bulunmaktadır.

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

<b>Karbonca zengin maddeler</b>	<b>Karbon Azot Oranı (C/N)*</b>
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*
<b>Azotca zengin maddeler</b>	<b>Karbon Azot Oranı (C/N)*</b>
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 kaçınılması gereken malzemeler (maddeler)

Tütün (zehirli maddeler içerir), deterjanlar, antibiyotikler, ilaçlar kompost yığınlarında kullanılmamalıdır. Tohuma giden yabancı otlar veya kirlenmiş topraklarda yetişen bitkiler kompostlama için kullanılmamalıdır. Kayalar, şişeler, 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 ölçeğinde 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 ölçeğinde 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 büyümesini engellerken bir kısım bitkiler ise bu kimyasala karşı toleranslıdırlar. Bununla birlikte, siyah ceviz yapraklarını aktif olarak yönetilen bir kompost yığnında 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	Kaynaklar
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
Olive pomace (OP)+FYMC	0, 4, 8 and 10% (pot)	Kum ve tın	CEC, EC ve AS de artma, C/N da azalma	Killi ve Kavdır, 2013
OPC	0, 3%, and 6%	Kil, tın ve kumlu tın	AS ve TC artma, MWD azalma	İşler vd., 2022
Vineyard pruning waste	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
Sewage sludge compost (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 geçirgenlik; AWC: Yarayışlı su miktarı; WIR: İnfiltrasyon oranı; AS: Agregat stabilitesi; CEC: Katyon değişim kapasitesi; EC: Elektriksel iletkenlik; TC: Toplam karbon; DOM: Çözünmüş organik madde; SOM: Toprak organik maddesi; Zn: Çinko, Cd: Katminyum; K: Potasyu; P: Fosfor.

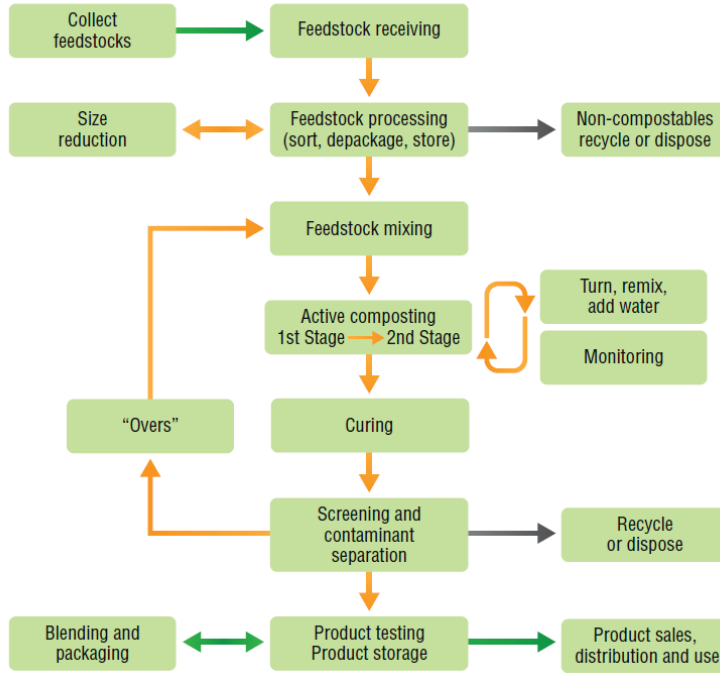
## BÖLÜM 4

# 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. Prosesle bağlı olarak, birkaç tur daha veya birkaç karıştırma gerektirebilir. Kompostlaştırmanın optimal koşullarda olmasını sağlamak için üzerinin örtülmesi veya sulanması gerekebilir. Malzeme kürlendikten 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, yığınların oluşturulması, yığınların 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) Açılır kepçeler (Şekil 14)

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

2) Kısaçlı 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 Kısaçlı kepçe (Kaynak: norcar.com)

#### 4.4. Hammadde hazırlama

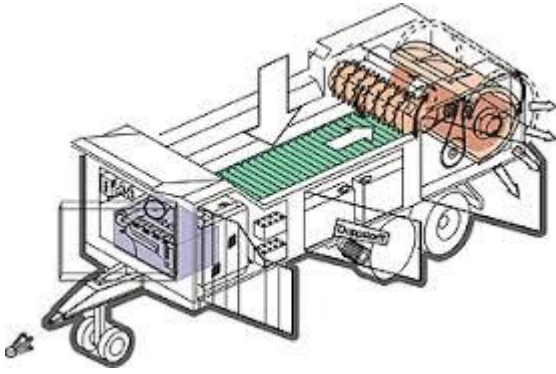
Kompostlama işleminin optimal olması için, doğru boyutta parçacık boyutuna, nem içeriğine, gözenekli karbon ve azot dengesine sahip olarak hazırlanması gerekir. Kompostlama işlemleri için ana hammadde hazırlanırken hammadde de boyut küçültme ve homojen karışım gereklidir.

##### 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

Öğütücüler, birleşik çekme, kapsamlı ve kesme kuvvetleri uygulayan çekiçli değirmen ile malzemeyi azaltır. Hammadde, boşaltma kapısından veya elekten geçene kadar boyut olarak küçültülür. Öğütücülerin 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. Öğütücüler daha çok yönlüdür ve katı ve esnek hammadde ile çalışabilir. Parçalayıcıların çıktısı uzun bir şekle sahip olma eğilimindedir. Kompostlamada, öğütücüler 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 yapılıyorsa, 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 yığın üzerinden geçen ve yığını çalkalayan ve yeniden şekillendiren bir tambura sahip olan tamburlu döndürücülerdir (karıştırıcılardır). Sıralı döndürücüler kendinden tahrikli ve PTO'dan güç alabilir.



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

Source: Eggersmann

Source: Compost-Systems

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



Source: Reotemp instruments

Şekil 22. Ön kepçeli çevirici



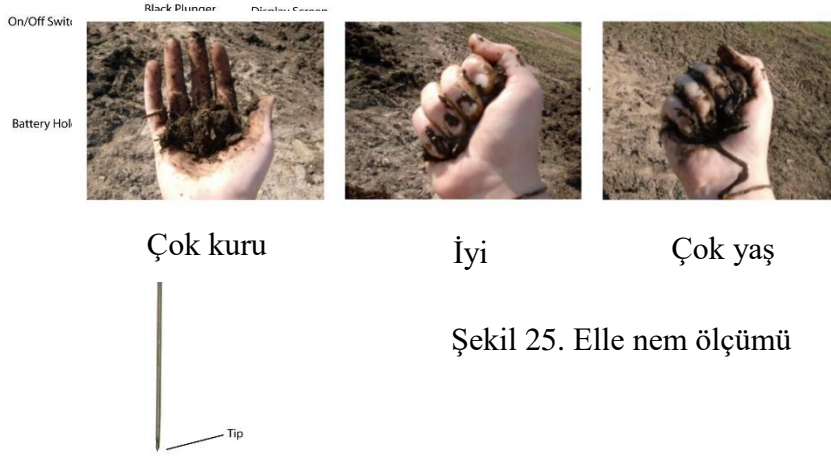
Source: Brown Bear

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 Compost

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: Compost 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: Compost Systems

Şekil 27. Kompost sulama ekipmanı

### 4.9 Kompostu elemek

Hammadde ve uygulamaya bağlı olarak hazır kompost ya kullanıma uygundur ya da elenmelidir. Kompost, yapraklar gibi herhangi bir kirletici madde içermeyen kolay parçalanmış 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 ayırabilir. Hareketli ve statik tambur elekleri bulunmaktadır (Şekil 28). Dönen fırçalar, trommel eleklerinin tıkanmasını önler.



Komptech



Source:  
Source: Menart

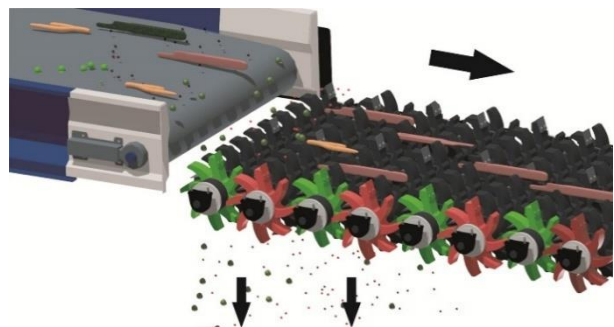
Şekil 28. Mobil ve statik tambur elekleri

#### 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 tıkanma olmadan baş edebilmeleri ve nispeten geniş bir eleme yüzeyine sahip olmalarıdır. Her iki elek türü de statik veya hareketli olabilir.



Source: Komptech



Source: Komptech

Şekil 29. Disk ve yıldız elekler

Ek olarak, hidrolik bağlantılı daha güçlü bir ön yükleyiciye sahip olan daha küçük kompostlama işlemleri için eleme kepçesi kullanılmaktadır (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 kullanımları için tasarlanmıştır. Tarım uygulamaları için biochar ve mineral katkı maddeleri (jips, kükürt vb.) içeren kompost karışımları 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 satılandan 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.

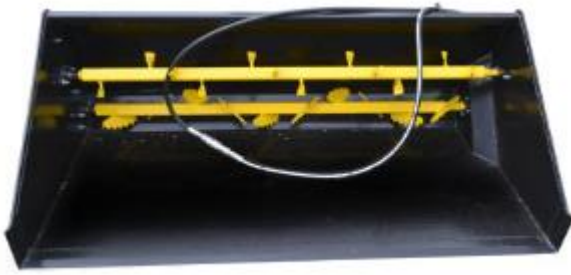


Source: Amadas Ind.

Şekil 31. Yarı otomatik ve tam otomatik torbalama makinesi

#### 4.12 Üretilen kompostun tarlaya serilmesi veya serpilmesi

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



Source: idealattachements.com



Source: Tebbe

Şekil 32. Kompost serpmeye (yayma) makinaları



## BÖLÜM 5

### KOMPOSTLAŞTIRMA VE KÜRLEME

#### 5.1 Kompostlaştırma İşlemi

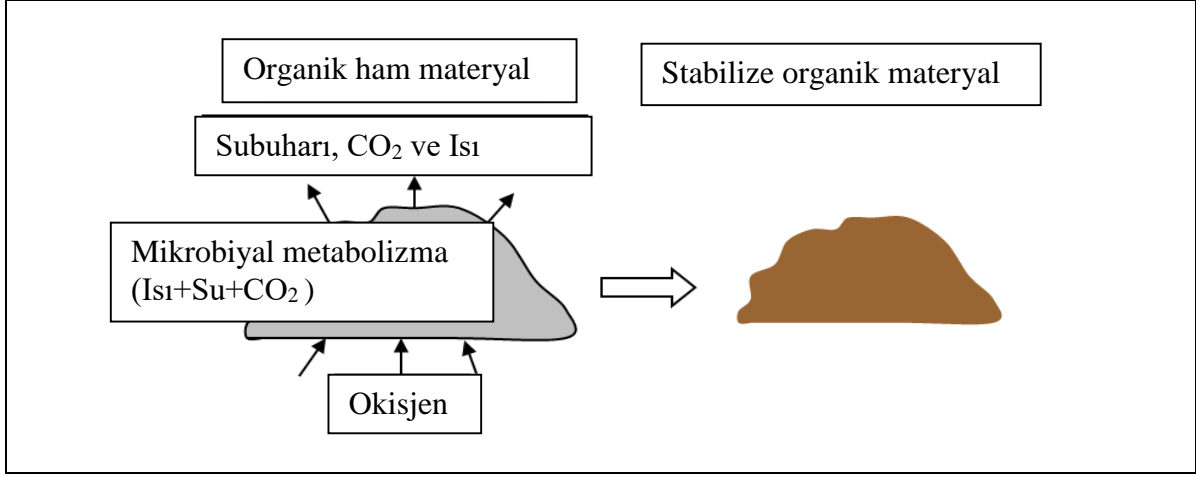
Son yıllardaki endüstriyel gelişmeler çevresel atık sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Çevresel atıkların (endüstriyel ve tarımsal) ortadan kaldırılması veya kullanılması günümüz toplumları için kaçınılmaz hale gelmiştir. Genel olarak katı atıkların değerlendirilmesi ve bertarafı için dört farklı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

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

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<sub>2</sub>) ve su buharı (H<sub>2</sub>O) açığa çıkar. Açığa çıkan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve su buharı (H<sub>2</sub>O) miktarı, başlangıç materyali ağırlığının yarısı kadar olabilir (Epstein, 1997).

Kompostlamada işlem sırası şu şekildedir: Mikroorganizmalar biyokimyasal reaksiyonun gerçekleşmesi için O<sub>2</sub> 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 kompostlaştırma 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.

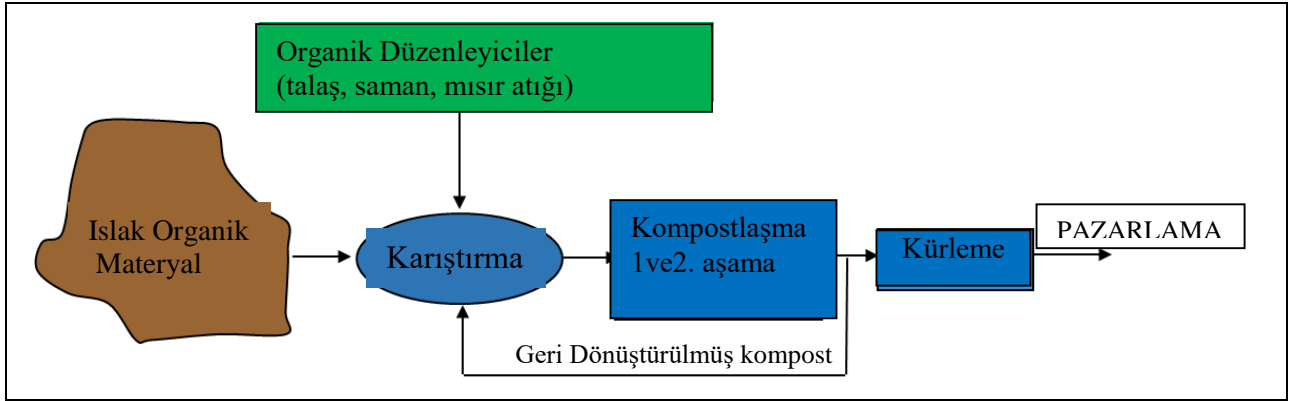


Şekil 33. Kompostlama İşlemi (Keener vd., 2000).

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 yetiştiriciliği 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 kompostlaştırmanın nasıl yapıldığına değil, kompostun nerede kullanılacağına daha çok odaklanılmış olursa 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 sistemine 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 kompostlaştırmanın 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 yapılarak 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 ısı 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 kullanımları

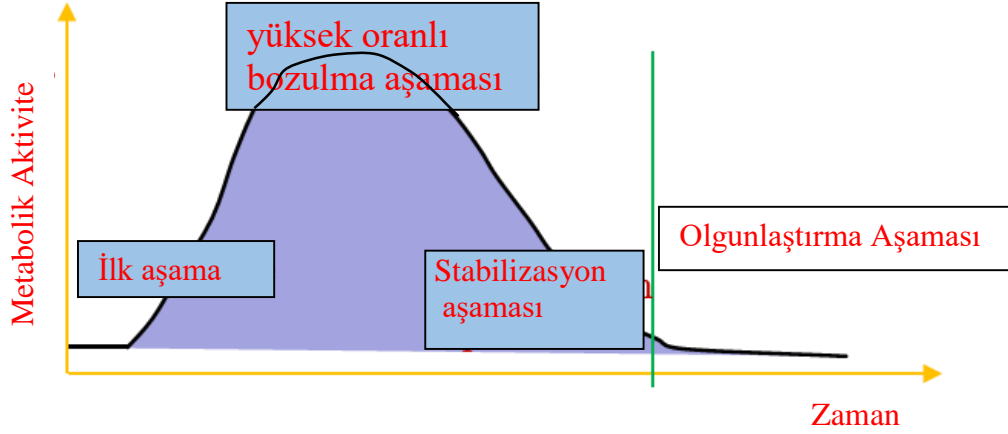
vardır. Toprağa, ürünlere, peyzaja, hayvanlara, insanlara, atmosfere ve çevreye fayda sağlayan enerji, mineral madde, organik madde, besinler ve mikroorganizmalar içerirler. Kompostlama işlemi ile bu kaynakların doğası korunurken, toprak iyileştirici ürünlere dönüştürülür. Kompostlanmış ürünlerin değeri 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. Kompostlamanın 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 bileşikler bozar. Ayrışma sonucu oluşan ısı nedeniyle kompostun sıcaklığı hızla yükselir. Basit şeker, nişasta ve protein gibi bileşikler mezofilik mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılır. 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 ayrıştırılır. Sıcaklık 40 °C'nin üzerine çıkar ve bu aşamada patojen mikroorganizmalar yok edilir. Oksijen tüketimi ve CO<sub>2</sub> üretimi zirvededir. Kompostlama süreci iyi kontrol edilmezse, büyük miktarlarda NH<sub>3</sub>-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 büyümesini ve işleyişini sağlayan koşullar sağlandığında kompostlama süreci daha hızlı gerçekleşir (Tablo 8).

Tablo 8. Kompostlama için uygun koşullar (Rynk vd., 2022).

Koşullar	Değişim aralığı <sup>a</sup>	Tercih edilen aralık
Nem	%40-%65	%50-%60
C/N oranı	20:1-60:1 <sup>b</sup>	25:1-30:1
Oksijen konsantrasyonu	>%5	>%10
Sıcaklık <sup>c</sup>	45-70°C	55-65°C
pH	5.5-9.0	6.5-8.0
Parça boyutu	3-50mm	Hammaddelere ve kompost için kullanıma bağlıdır
Hacim ağırlığı	<700 kg/m <sup>3</sup>	400-600kg/m <sup>3</sup>

a: Genellikle hızlı kompostlama için. Kompostlama bu aralıkların dışında da başarılı olabilir.

b :Bazı hammaddeler 60:1'den büyük C:N oranlarında bile başarılı bir şekilde kompostlaştırılabilir, bununla birlikte kompostlama yavaş ve zaman periyodu uzundur.

c : 45 °C'nin altındaki sıcaklıklar hızlı kompostlaşmaya elverişlidir, ancak sanitizasyon spesifikasyonları, sıcaklıkların bir süre (örneğin üç gün) 55°C veya üzerinde tutulmasını gerektirir.

### 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 büyüme için karbon kullanır ve protein oluşturmak için nitrojen kullanır (Poincelot, 1977; Haug, 1993). Genel olarak, kompostlaştırma için ideal C/N oranı 25-30:1'dir, ancak 20:1 ila 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-lignin tarafından bağlanmasıdır. Benzer şekilde, meyve artıklarının basit şekerlerindeki karbon, samandaki selüloz-karbondan daha hızlı ayrışır. 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 arttıran) 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<sub>2</sub>)**

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 ortamdaki sıcaklığı artırır. Isı enerjisi ortamdaki fazla ısıyı uzaklaştırılmazsa ayrışma önce yavaşlar, sonra durur. Bunu önlemek için ortamdaki fazla ısıyı 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<sub>2</sub> tüketir ve CO<sub>2</sub> üretir. Kompostlamanın ilk aşamalarında, hammaddenin kolayca parçalanabilen kısmı mikroorganizma tarafından kullanılır. Bu nedenle oksijen talebi ve ısı üretimi kompostlaştırmanın ilk aşamalarında en fazladır ve kompostlama ilerledikçe azalır. Ortamdaki 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 gerçekteşir. Anaerobik kompostlama, farklı mikroorganizmaları ve biyokimyasal reaksiyonları içerir. Anaerobik kompostlaştırmanın aerobik kompostlaştırmaya göre daha az enerji salınımı 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 kompostlaştırmanın, 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<sub>4</sub>), organik asit, hidrojen sülfür (H<sub>2</sub>S) 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 geniştir (Haug, 1993). pH 5.5 ile 9.0 arasında olduğunda kompostlama etkili bir şekilde yapılabilir. Bununla birlikte, ortam pH'ı nötr (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'ın 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 arttırdığından tavsiye edilmez. Bu tür katkı maddeleri kullanılacaksa

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 taşır 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 oluştuğundan 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 yaklaştığından 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'ın 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 yığınının 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 gerekir. 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 öldürüldüğü 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 taşır ve kompost malzemesi sürekli olarak ısı kaybeder. Kompost yığınının karıştırılması veya havalandırılması ısı kaybını hızlandırır ve sıcaklığı belirli değerlerde tutmak için kullanılır. Soğuk hava ve küçük kompost yığınları ısı kaybını hızlandırır (Fernandes ve Sartaj 1997).

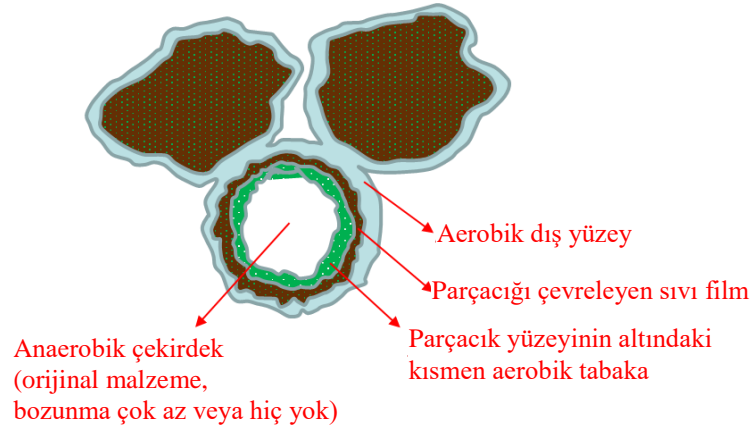
Kompostta ısı birikmesi sonucu kompostun sıcaklığını 60 °C'nin oldukça üzerine çıkarır. Mikroorganizma, yüksek sıcaklık nedeniyle aktivitesini kaybeder ve kompostlama sürecini yavaşlatır. Mikroorganizmanın aktivitesine bağlı olarak üretilen ısı ve kompost malzemesinin yalıtkan özelliği nedeniyle sıcaklık 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 hayatta kalması için gerekli ortam oluşturulana kadar işlevlerini yerine getiremez. Bu fenomeni önlemek için kompost sıcaklığı sürekli izlenmelidir. Kompost sıcaklığı 60 °C'ye yaklaşırsa, ısı kayıpları havalandırma veya karıştırma yoluyla hızlandırılmalıdır. Mikroorganizmalar ısı nedeniyle canlılıklarını kaybederlerse kompost yığınının başka bir aktif kompost yığınından 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 artırır (Rynk, 1992). Yapı, parçacıkların dayanıklılığı olarak tanımlanır (kompost malzemesinin

zamanla çökmeye veya sıkışmaya karşı direncinin bir ölçüsü). İyi bir yapı, zamanla ıslak kompost yığınındaki gözeneklilik kaybını önler.

Doku, aerobik mikroorganizmaların aktiviteleri için mevcut olan malzeme yüzeyini tanımlamak için kullanılan bir özelliktir. 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 ayrışma hızı artar. Bununla birlikte, küçük parçacıklar etkin gözenekliliği azaltır. Parçacık boyutları 0,3-5 cm arasında olduğunda kompostlaştırma işlemi iyi sonuçlar verir (Rynk, 1992).

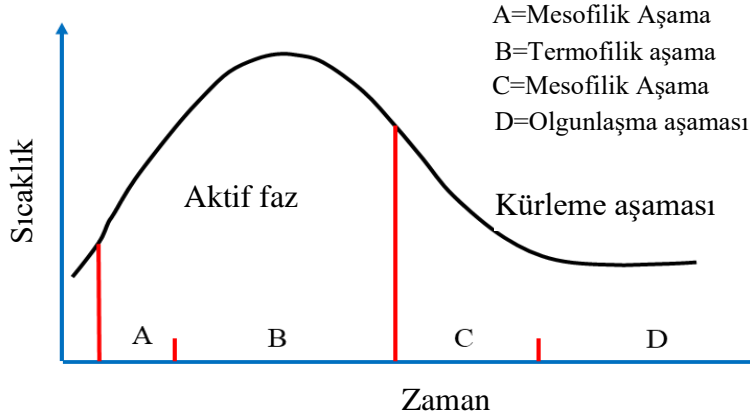


Şekil 37. Katı parçacıkların ayrışması

## 5.2. Kürleme

Kompostun olgunlaştığı kür aşaması hayati derecede önemlidir ve kompostlaştırmanın 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 düşünülmelidir (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 bitişi için kesin bir nokta yoktur (Şekil 38). Öte yandan, yığınların karıştırılmasından sonra yeniden ısıtmanın

gözlenmediği noktada kürlenme aşaması başlar. Cebri havalandırılmalı statik kazık yönteminde, kazık sıcaklığı sabit bir düşüş gösterdikten sonra başlar ve mezofilik seviyelere (40 °C) yaklaşır. Yıgında yeterli nem varsa, soğutma için artık havaya gerek yoktur (Oshins vd., 2022).



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

Sertleşme aşamasında, ayrışmaya dirençli bileşikler, organik asitler ve aktif fazdan gelen büyük partiküller ayrışmaya devam eder. Bazı selülozik bileşikleri parçalayabilen mantarlar ve aktinomisetler, yalnızca kürlenme 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 kürlenme aşamasında fark edilir hale gelir. (2) başka bir değişiklik, kompostun hastalık baskılayıcı 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 görünmektedir (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, kürlenme fazının süresini uzatarak kompostun güvenli kullanımını sağlar ve olgunlaşmamış kompost kullanımının tesise zarar vermesini engeller. Termofilik bozunma sırasında üretilen bazı fitotoksik ara ürünler, kürlenme fazı sırasında tamamen ayrışır (Oshins vd., 2022). Olgunlaşmamış kompostla ilgili bir problem, sürekli ayrışmadır. Mikrobiyal biyokütle, materyali parçalamak için toprak gözeneklerindeki oksijeni

kullandığından, toprakta olgunlaşmamış bir kompostun devam eden ayrışması 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 kürlenme süresini belirlemelidir. Genel fikir birliği, kürlenme için en az bir ay verilmesini önerilir (Oshins vd., 2022).

Aerobik parçalanma sürecini sürdürdüğü için kürlenme sırasında hala yeterli havalandırma gereklidir (Haug 1993; Epstein, 2011; Oshins vd., 2022). Solunum hızlarındaki daha hızlı azalma nedeniyle, kürlenme sırasında havalandırma dikkate alınmalıdır (Haug, 1993). Kürlenme yığınlarının boyutu ve nem içeriği, devam eden oksijen talebiyle sınırlıdır. Kürlenme sırasında oksijen ihtiyacı termofilik fazdakinden çok daha düşük olduğundan, kürlenme yığınları anaerobik koşullara girmeden öncekilerden önemli ölçüde daha büyük olabilir. Kür yığınlarında anaerobik koşullar ortaya çıkarsa, üretilen anaerobik ürünler kürlenmiş kompost havaya maruz kaldığında oldukça hızlı bir şekilde bozulabilir (Oshins vd., 2022). Kürlenme, ayrı bir adım olmaktan ziyade ana kompostlama sürecinin önemli bir bileşeni olabilir. Yine de, kürlenme adımını aktif kompostlama aşamasından ayırmanın faydaları vardır. Kompost yaşlandıkça ısı üretimi ve oksijen ihtiyacı önemli ölçüde azalır. Tipik olarak, bu daha düşük bir yönetim düzeyi sağlar. Kürlenme aşamasını izole ederek süreç izleme ve kontrol yönetimi için gereken süreyi kısaltmak mümkündür (Stoffella ve Kahn, 2001). Ön eleme veya eleme sonrası kürlenme her ikisi de mümkündür. Taramadan sonra kürlenme yapılırsa, hacim arttırıcı madde elimine edilir. Sonuç olarak, daha az hacim arttırıcı madde bozulması ve daha fazla geri kazanım vardır. Kürlenme daha az yer gerektirir. Bu koşullarda en iyi havalandırma tekniği zorlanır. Kürlendikten sonra kompost taranırsa, kürlenme için daha fazla alan gerekir. Konvektif hava oksijen için yeterli olabilirken kompostta hacim arttırıcı madde hala mevcutsa cebri hava gerekli olmayabilir. Hacim arttırıcı madde bozulacak ve geri dönüşüm kapasitesini azaltacaktır (Epstein, 2011).

Sıcaklık düşüşü yalnızca termofilik fazdan kürlenmeye geçişi gösterebileceğinden, kompostlaştırma işleminin bitip bitmediğini belirlemek için sıcaklık tek başına yeterli değildir. Kararlılık ve olgunluk, bir kompostun tamamlanma durumunu tanımlamak için kullanılan iki kelimedir. Kürlenme aşamasında kompost stabil ve olgun hale gelebilir. Bazı uygulamalar daha bitmiş kompost gerektirdiğinden kompostun kullanım amacı önemlidir; diğerleri

olgunlaşmamış kompost kullanılabilir (Oshins vd., 2022). Kompost olgunluğu fitotoksisite ile ilgiliyken, stabilite genellikle kompostun mikrobiyal aktivitesi ile ilgilidir (Iannotti vd., 1993). Bununla birlikte, fitotoksik bileşikler stabil olmayan kompostlarda mikroorganizmalar tarafından üretildiğinden, hem stabilite hem de olgunluk genellikle birlikte değerlendirilir (Zucconi vd., 1981). Kararlılık belirli bir aşamayı veya ayrışmayı ifade ederken, olgunluk kompostlaştırmanın 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 olmayacak ve toprak kokusuna sahip olacaktır. Düşük yağ asidi içeriği ve ürünün bitki büyümesini 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<sub>4</sub>/NO<sub>3</sub> 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<sup>+</sup> sodyum, K<sup>+</sup> potasyum, Ca<sub>2</sub><sup>+</sup> kalsiyum ve Mg<sub>2</sub><sup>+</sup> magnezyum ) ve anyonlar (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> bikarbonat, Cl<sup>-</sup> klor ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> sülfat) içeren numunenin çözünür mineral içeriğini yansıtır. Elektriksel iletkenlik (EC) değerleri tipik olarak 500-4.000 µS/cm arasında olur. Buna karşılık yüksek EC bitkiler üzerinde dehidrasyon etkisi yaratabilir ve özellikle saksılarda ve/veya fide tüplerinde yüksek oranlarda köklendirici harç olarak kullanılırsa 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), NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 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 kabullenmesine rağmen özellikle belediyelerin atıklardan oluşturdukları kompostlarda C/N

oranının compost 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 (K<sub>2</sub>O) % 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 9'da gösterildiği gibi kompostta düşük konsantrasyonda bulunmalıdır.

Tablo 9. Ağır metal içeriğine göre compost sınıflaması ( RD 506/2013 e göre)

Birim mg/kg	<sup>1</sup> Sınıf A	<sup>2</sup> Sınıf B	<sup>3</sup> Sınıf C
Kadmiyum	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
Chromium (VI)	Not detectable according to official method		

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

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

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

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-potasyum): bitmiş kompostun yüzdeleri nispeten düşüktür, ancak faydaları bitkilerin daha etkili bir şekilde kullanabileceği organik olarak bağlı N ve P'nin toprakta yavaş salınımında yatmaktadır (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 engelleyebilecek 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, yığın yoğunluğu, sıkıştırılmış yığın 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 compost 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, NO<sub>3</sub>-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<sub>2</sub> (karbondioksit), CH<sub>4</sub>(metan) ve N<sub>2</sub>O (azot dioksit)) artış tespit edilmemiştir.

## **6.2 Kompost Kalitesi**

**Bu bölümde ortak ülkelerin “Ulusal Kompost Yönergelerinin Durumu” zetlenecektir. 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 arttırmak için kullanılabilir. Birçok çalışma, toprak agregasyonu, katyonik değişim kapasitesi (CEC), 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 kütle yoğunluğu (özellik ağırlık)

Organik orijini nedeniyle kompost düşük kütle yoğunluğuna ve daha yüksek gözenekliliğe sahiptir (Martin ve Stephens, 2001) ve toprağa kompost eklenmesi toprak kütle yoğunluğunu azaltır. Toprağın kütle yoğunluğu, 105 °C'de fırında sabit ağırlığa kadar kurutulduktan sonra bozulmamış bir toprak numunesinin ağırlık/hacim oranı ile hesaplanır. Uzun dönemli çalışma sonuçları, 30 cm toprak derinliğinde toprağa 25 ton/ha/yıl oranında kompost ilavesinin toprak kütle yoğunluğunu 0-15 cm toprak derinliğinde 1.41 g/cm<sup>3</sup>'ten 1.12 g/cm<sup>3</sup>'e ve 15 tonda ise 1.46 ila 1.20 g/cm<sup>3</sup>'e düşürdüğünü ortaya koymuştur (Çelik vd., 2010). Yüksel ve Kavdir (2021), Çanakkale'de arazi deneyi yapmışlardır. Ayçiçeği parsellerine altı farklı kompost uygulama oranı (0, 40, 80, 120, 160 ve 200 t ha<sup>-1</sup> ) uygulamışlar. 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 kompost oranıyla orantılı olduğunu belirtmektedirler.

Tablo 10: Farklı compost çeşitlerinin toprak kütle yoğunluğu üzerine etkileri

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

\*Özgül ağırlık-b: İslahtan önceki özgül ağırlık ; a: İslahtan sonraki özgül ağırlık; CMC: Sığır gübresi kompostu; MSWC: Belediye katı atık kompostu; FC: Çitlik kompostu

### 7.1.2 Toprak organik karbonu (SOC)

Topraktaki organik maddelerin kimyasal yapısı, C (karbon) girdilerinin kimyasal bileşimi tarafından kontrol edilir (Baldock vd., 1992). Bu nedenle, kompost hammaddesinin türleri ve kaynağı da toprağın organik karbonu (SOC'sini) korumak için önemlidir. Genel olarak, karbonca zengin kompostun toprağa uygulanması, toprağın organik karbon içeriğini ve toprak verimliliğini korur ve geliştirir. Kompostun SOC içeriği üzerindeki etkisi kompost tipine, uygulama oranlarına ve toprak özelliklerine bağlıdır. Örneğin, kuru 120 t ha<sup>-1</sup> bahçe organik kompostunun uygulanması, geleneksel çiftçilerin tedavi uygulamasına (%1.3) kıyasla toprak SOC'sini önemli ölçüde (%2.1) iyileştirmiştir (Eldridge vd., 2014). 15 Mg ha<sup>-1</sup>'a kadar kompostlanmış sığır gübresi uygulamaları, Quebec'te kumlu-tınlı bir Humic Gleysol'de 5 yıl sonra SOC havuzunda yaklaşık 1.35 ila 2.02 Mg Ca<sup>-1</sup> yıl<sup>-1</sup> katkıda bulunmuştur. (Whalen vd., 2008).

Laboratuvar çalışması, üst toprak için R5'te (80 Mg ha<sup>-1</sup>) kalan pirinç kabuğu türevli (RHC) kompost yüzdesinin %16 ila %40 arasında değiştiğini göstermiştir. RHC artan uygulama oranları ile SOC'yi arttırdığı ve kalıntı etkisinin uygulamadan yaklaşık 24 ay sonra da sürdüğü belirlenmiştir. Toprakta RHC'nin bozunması tarla > sera > laboratuvar koşullarında olmuştur (Anda vd., 2010).

Tautges vd., (2019), 19 yıllık çalışmada dokuz kırpma sistemini gözlemlemiş ve mısır bazlı sistemlerde kümes hayvanı gübresi kompostu ve kış örtüsü mahsulü gübrelemesi olan sadece bir sistem, 2m derinlikteki toprak profili boyunca SOC stoklarında artışlar göstermiş. Yıllık 9 t/ha kompostlanmış kanatlı gübresi girdisi, geleneksel gübrelere kıyasla toprağa 2,22 Mg ha-1 yıl-1 daha fazla C eklenmesiyle sonuçlanmıştır. SOC'deki en büyük artışlar, organik işlemede, özellikle SOC'nin üst 15 cm'lik katmanda ( $p < .001$ ) 4.20 g/kg ve 15-30'da 2.59 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.. Kompost ilavesiyle artan SOC içeriği, %52'den %85'e yükselmiş ve toprak agrega stabiliteside artmıştır (Ilay vd., 2019).

Tablo 11: Kompostun toprak organik karbonuna etkileri

Çeşit	Toprak tekstürü	Bitki	SOC-b (%) control toprağı	Uygulama oranı	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 m3/plot	1.30 1.23 1.22 1.29	D'Hose vd., 2012

\*SOC-b: Toprak organik karbon uygulama öncesi; SOC-a: Toprak organik 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 boyutuna ve hammadde tipine bağlı olarak toprağın su tutma özelliklerini iyileştirmiştir. Bitki materyali, kanalizasyon çamuru ve biyokömür ıslahının bir kombinasyonundan üretilen kompost, su tutma kapasitesi açısından en iyi sonucu göstermiştir. Kompost değişikliği hem su tutma hem de su iticilik riskini artırır (Glab vd., 2020).

Toprak gözenekliliği ve gözenek boyutu dağılımı, toprak profili içindeki su ve hava hareketini belirler. Topraktaki makro gözenekler su sızma oranını ve havalandırmayı düzenlerken mikro gözenekler su tutma kapasitesini kontrol eder. Makro gözenekler ve mikro gözenekler dengesine sahip toprak, bitki büyümesi için optimum koşulları sağlar.

Aggelides vd., (2000), tınlı ve killi topraklara 75, 150 ve 300 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> oranlarında şehir atıkları, kanalizasyon çamuru ve talaştan oluşan kompost uygulamıştır. Tınlı ve killi topraklara kompost uygulaması ile toplam gözeneklilik ve doymuş hidrolik iletkenlik artmıştır. Tınlı toprakta toplam gözeneklilik artışı killi toprağa göre daha fazla ve doymuş hidrolik iletkenlik killi toprakta tınlı toprağa göre daha fazladır. Kompost uygulamaları tüm fiziksel özellikleri iyileştirmiştir. Kütle yoğunluğunu ve penetrasyon direncini azaltmış, gözenekliliği 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 ve toprak yapısını ve geçirgenliğini iyileştirir. Ancak, Hanson vd., (1999), ince toprakların, Na<sup>+</sup> bakımından zengin kompost uygulamasından sonra sodyum (Na<sup>+</sup>) kaynaklı kil şişmesinden etkilenebileceğini bildirmiştir. Colombani vd., (2020) sonuçları, kullanılan kompostun yüksek sodyum içeriği nedeniyle kompost ilavesinin toprağın fiziksel ve hidrolik özelliklerini değiştirdiğini, kilin şişmesine yol açtığını ve bu da toprağın su tutma kapasitesini ve sızmasını olumsuz etkilediğini göstermiştir. Bu çalışmada kompost uygulama oranı 30t ha<sup>-1</sup> olup, 450 ppm Na<sup>+</sup> içeriği ile siltli killi toprağa uygulanmıştır.

Toprak yüzeyine kompostla malçlama, buharlaşmayı azaltır ve sıcak iklimlerde üst toprak sıcaklıklarını düşürür ve kök gelişimi için en uygun ortamı sağlar. Le Bissonnais vd., (2007), toprak organik karbonunun toprak agregat stabilitesini ve gözenekliliğini artırarak hidrolik iletkenliği arttırdığını bildirmiştir. Kompost, kabuk oluşumunu azaltan ve su sızmasını artırır toprak yapısını iyileştirir. Toprağa kompost eklenmesi toprak gözenekliliğini, toprağın su tutma kapasitesini (toprak dokusuna bağlı olarak) ve hidrolik iletkenliği artırır (Hargreaves vd., 2008; Ramos, 2017). Öte yandan bazen kompost uygulaması özellikle kumlu topraklarda toprak su iticiliğine neden olur (Scott, 2000). Su iticiliğinin partikül boyutuna ve kompost besleme

stoğuna bağlı olduğu gözlenmiştir. Kompost partiküllerinin boyutu azaldığında, kumlu topraklar için su iticilik hızla artmıştır (Glab vd., 2020).

#### 7.1.4 Toprak agregasyonu (strüktür gelişimi)

Kaba tekstürlü (kum, kumlu tınlı vb.) topraklarda az miktarda kil ve oksit bulunduğundan, 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 özellikleri 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 kuluçkanın 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 iri agregat 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 bildirmişlerdir. Kompostların eklenmesi kumlu toprağın agregat stabilitesini arttırmıştır.

Annabi vd., (2007), olgunlaşmamış ve olgun kompostların tınlı toprakların agregat stabilitesini arttırdığını bildirmiştir. Olgunlaşmamış komposttaki mikrobiyal aktivite, toprağın su geçirmezliğini artırarak toprak agregat stabilitesini artırabilir. Olgun kompostların eklenmesi, organik maddelerin agregalara difüzyonundan dolayı agregat kohezyonunu artırarak agregat stabilitesini iyileştirmiştir. Killi ve Kavdir (2013) artan miktarlarda prina ve prina kompostunu kumlu ve tınlı topraklarda (0, 4, 8 ve %10) ve yetiştirilen domates (*Solanum lycopersicum*) bitkisinde uygulamışlardır. Toprak agregat stabilitesi her iki değişiklikte de artmıştır, ancak kompostun toprak agregat stabilitesini arttırmadaki etkisi, kumlu toprakta tınlı topraktan daha yüksek olmuştur.

Bazı durumlarda, halihazırda kararlı agregalara sahip yüksek kil içeriğine sahip toprağın agregat stabilitesi kompost uygulaması ile azalmaktadır. Rivier vd., (2022), halihazırda kararlı agregalara sahip olan toprakların, az miktarda organik değişiklik eklenmesine yanıt vermediğini bildirmiştir.

Agregatların ortalama ağırlık çapı (MWD), literatürde kompost uygulamasının farklı tepkilerine sahiptir. Aggelides ve Londra (2000), kompost uygulamalarının çalışma topraklarının tüm fiziksel özelliklerini iyileştirdiğini bildirmiştir. Her iki zeminde de agregatların ortalama ağırlık çapı azalırken agregat stabilitesi artmıştır. Obalum vd., (2019), kompost değişikliğinin kuru ve yaş elenmiş agregatların MWD'sini artırmadığını bildirmiştir. Toprağa 16 ton ha<sup>-1</sup> oranında belediye atık kompost uygulaması, iki yıllık saha çalışmasında toprak agregat stabilite (AS) değerini %52,27'den %60,88'e yükseltmiştir (Yüksel ve Kavdir, 2020).

### 7.1.5 Toprak pH'sı

Kompost değişikliği ile toprak pH'ındaki değişiklikler, ilk toprak pH değerine ve toprak organik madde içeriği, toprak bünyesi, 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 düşük pH'lı kil bünyeli bir toprağa uygulanan aynı kompost, toprak pH'ında çok az değişikliğe neden olabilir veya hiç değişmeyebilir. Ayrıca kompost pH değeri ve toprağa uygulanan miktar da toprak pH'sını değiştirebilir. Toprak pH'sı düştükçe, makro bitki besinlerinin arzı azalırken, birkaç mikro besin, bitkiler için daha çözünür ve toksik hale gelir. Kompost, toprak pH'sını ve toprak tamponlama kapasitesini iyileştirebilir (Latifah vd., 2018). Kompost pH'sı, ya elementel kükürt gibi asitleştirici materyaller ya da kireçleme materyalleri eklenerek kompostlama periyodu sırasında ayarlanabilir.

Kompost uygulaması, organik madde mineralizasyonundan salınan Ca, Mg ve K içerdiğinden kireçleme etkisine sahiptir. Artan toprak pH'sı, ilave edilen organik materyalin baz katyon içeriğiyle de doğru orantılıdır (Wong vd., 1998). Erana vd., (2002), *Allium cepa* L.'nin beş farklı tarımsal-endüstriyel atık kompost kullanılarak yetiştirildiği bir saha deneyi yürütmüştür. Kompost (pH:7.3), sebze işleme tesislerinden gelen atıklar ve bunların kırıntıları, mezbaha atıkları, kemik unu ve talaşın birlikte kompostlaştırılmasıyla hazırlanmıştır. Uygulamaların çoğu, kompost değişikliğinden sonra bir pH artışı gösterdiği. zeytin prina kompostunun kumlu ve tınlı topraklara uygulanması pH'da çok az 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<sup>-1</sup> 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, özellikle kaba bünyeli topraklar olmak üzere, toprakların katyon değişim kapasitesini arttırır. Kum ve tın bünyeli topraklara pirina kompostunun eklenmesi, artan katyon değişim kapasitesi yönünde genel bir eğilim ile sonuçlanmıştır. Tınlı topraklarda KDK 28'den 40 cmol/kg'a, kumlu topraklarda KDK 8'den 18 cmol/kg'a çıkmıştır (Killi ve Kavdir, 2008).

Cooper vd., (2020), yüzey ve yeraltı topraklarındaki toprak KDK'sindeki en güçlü artışın kompostun yüksek uygulama oranı (C70B31.5 - 70 t ha-1 kompost ve 31.5 t ha-1 biyokömür) için olduğunu bildirmiştir. C70B31.5 işlemi, yüzey toprağında en yüksek CEC'yi (134 mmolc) ve en düşük CEC, C20B9 (92 mmolc) için bulunmuştur.

#### 7.1.7 Toprak besinleri

Kompost ıslahının temel amacı, azot, fosfor ve potasyum gibi bitki büyümesi için gerekli besin maddelerini sağlamak değil, toprak sağlığının ve yapısının iyileştirilmesine katkıda bulunmaktır (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'ten 2020'ye kadar 110,03 tondan 118,76 tona yükseleceği ve yıllık %1,5'lik bir büyüme oranıyla tahmin ediliyor (FAO, 2017). Besin kaynağı olarak kompost, gübre veya bitki artıkları gibi organik değişikliklerle ikame daha çekici hale gelmektedir.

Peletlenmiş domuz gübresi kompostunun mısır için etkili bir yavaş salınan gübre olduğu görülmüştür. Kompostlamadan önce hacim artırıcı ilave edilmesi, küçük çaplı peletlerin kullanılması ve kompostların toprağa dahil edilmesi önerilmiştir. Daha küçük çaplı kompost peletleri, artan bitki N konsantrasyonuna ve kök üretimine neden olmuştur (Pampuro vd., 2017).

Bazen kompost ve kimyasal gübreleri birleştirmek gerekir. Noor vd., (2020), kompost kullanımının, değişikliklerden herhangi biri yerine hem kompost hem de gübre uygulandığında ürün verimliliğini artırarak kimyasal gübrelerin etkinliğini arttırdığını belirlemiştir. En yüksek susam (*Sesamum indicum* L.) verimi (805,1 kg ha-1) entegre gübre yetiştiriciliği uygulamalarında (30 t ha-1 kompost+ ½ doz kimyasal gübre) elde edilmiştir. Kompost



uygulamasını, tarla kapasitesini, solma noktasını ve mevcut toprak nemini artırmış ve toprağın kütle yoğunluğunu azaltmıştır.

Uygulanan kompostun kalitesi ve miktarı, tarımsal faydaları için önemli bir faktördür. Kompost hem organik hem de inorganik N formları içerir. Komposttaki azotun çoğunluğu organikken, düşük miktarda N inorganik formdadır. Kompostun mineralizasyonu sırasında toprakta hem mineralizasyon hem de N'nin immobilizasyonu gerçekleşir. Toprağa kompost uygulamasından sonra azotlu bileşiklerin salınması, immobilizasyonu nedeniyle yavaş bir azot mineralizasyonu hızı gerçekleştirir. Mineralizasyon, azotun bitkiler tarafından kullanılabilen  $\text{NH}_4^+$ (amonyum) ve  $\text{NO}_3^-$ (nitrat) gibi inorganik formlara ayrışması anlamına gelir. Immobilizasyon, mevcut nitrojenin mikroorganizmalar tarafından alındığı ve bunun sonucunda N bitkiler tarafından erişilemeyeceği anlamına gelir (Oscar vd., 2017). Kompost yüksek C:N oranına, yüksek lignine veya yüksek polifenol içeriğine sahipse, toprakta N immobilizasyonu meydana gelir. Hareketsiz hale getirilmiş azot bitkiler için mevcut olacaktır ancak mineralizasyon oranlarının yavaş olduğu kabul edilmektedir (toplam N/yılın %1-3'ü), (Al-Bataina vd., 2016).

Genel olarak, C/N oranı > 20 - 40 olan organik materyalin uygulanması net N immobilizasyonunu destekler (Vigil ve Kissel, 1991). Al-Bataina vd., (2016), koruluk yeşili atık kompost yaşının, yağış simülasyonu çalışmaları altında azot salınımının kapsamı ve oranları üzerindeki etkisini incelemiştir. Simüle edilmiş fırtınalar sırasında azot salınımı, 4 hafta>9 hafta>0 hafta sırasında azalmıştır. Öte yandan, yaşlanma süresi ile birlikte toplam fosfor salınımı azalmıştır. Fırtınalarda salınan azotun ana formu amonyumdur (Al-Bataina vd., 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 değişikliğinin bitki fosfor (P) içeriğini arttırdığını belirtmişlerdir. Örneğin, kanola (*Brassica napus* L.), 0,04 kg gübre (kompostlanmış ve

kompostlanmamış gübre) ile karıştırılmış killi-tınlı toprak içeren saksılarda yetiştirilmiştir. Karşılaştırma için inorganik P gübresi (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) ve kontrol toprağı dahil edilmiş. Kümülatif P alımı kompostlaştırılmış (74 mg kg-1 toprak) ve kompostlaştırılmamış gübreler (60 mg kg-1 toprak) için benzer bulunmuş. Kümülatif P alımı, organik değişiklikler için kontrolden (24 mg kg-1 toprak) ve kompost gübre için gübreden önemli ölçüde daha yüksektir. 363 günlük süre boyunca toplam CPU, kontrol için 23.8 mg kg-1 topraktan kompost gübre muamelesi için 73,9 mg kg-1 değiştirilmiş toprağı kadar değişmiştir (Zvomuya vd., 2006).

### 7.1.8 Toprak kökenli patojenler

Toprak kaynaklı patojenlerin neden olduğu bitki hastalıkları, bitki sağlığını ve verimliliğini tehdit eder. Son yıllarda, devam eden toprak işleme, yoğun ekim, mono kültür ve toprak organik madde içeriğinin eksikliği, bu patojenleri tarım topraklarında teşvik etmiştir (Jambhulkar vd., 2015). Kompost, inatçı karbon havuzu içeriyorsa, kompost ilavesi hastalıkları baskılayabilir. Kompost değişikliği, doğurganlığı artırabilir ve biyokontrol temelli mikrobiyota toprağı sağlayabilir (Santos vd., 2011) ve hastalığı bastırmak için toprağın kimyasal, fiziksel ve biyolojik kapasitesini artırır (Stone vd., 2004).

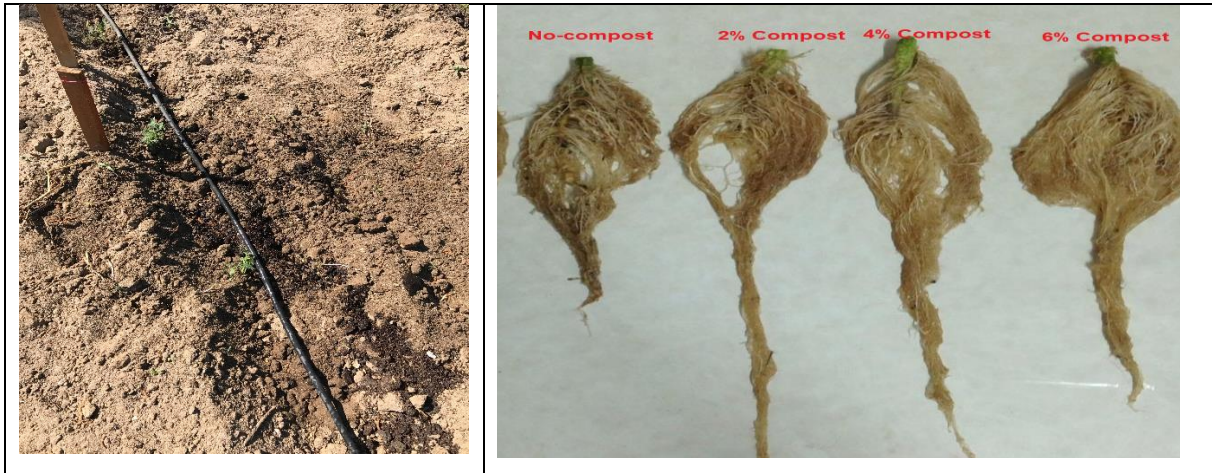
Bonanomi vd., (2007), organik maddenin (OM) vakaların %45'inde baskılayıcı, %35'inde anlamlı olmadığı ve OM'nin vakaların %20'sinde hastalığı artırdığını bildirmiştir. Organik materyallerin baskılayıcı etkileri, türlerine bağlıdır. Örneğin, kompostlar ve organik atıklar, tüm organik materyallerde en baskılayıcı türlerdir. Kompost uygulaması, hastalıkları vakaların %50'sinden fazlasını baskıladığı ve vakaların yalnızca <%12'sini artırmıştır.

Santos vd., (2011), tabakhane çamuru kompostunu (TSC) kumlu ve killi topraklara 0, 7.5, 15, 30 ve 60 Mg ha-1 oranlarında uygulamıştır. 7.5 Mg ha-1 TSC uygulaması, mikrobiyal biyokütleyi ve aktiviteyi önemli ölçüde artırmış. 7.5 Mg ha-1 uygulamasının toprak enzimleri üzerinde herhangi bir olumsuz ya da olumlu etkisi olmamıştır. TSC, toprak mikroorganizmalarını ve faaliyetlerini en düşük oranda dahi olumsuz etkilememiştir. Toprak mikrobiyal biyokütlesi, tabakhane çamurunda bulunan hazır C ve besinler nedeniyle inkübasyonun 15. gününde artmıştır.

Ntougias vd., (2008), zeytinyağı, şarap ve Agaricus mantarı tarım endüstrilerinin yan ürünlerinden üretilen dokuz farklı kompost üzerinde çalışmışlardır. Tüm kompost değişiklikleri, domateste *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan'a karşı kürelemeden hemen

sonra uygulandığında baskılayıcılık göstermiş, ancak kürelemeden 9 ay sonra uygulandığında kompostlar nispeten daha az etkili olmuşlardır.

Kavdir vd., (2019) Çanakkale'de zeytin prinası ve yeşil ceviz kabuğu kompostunun kök-ur nematodu üzerindeki nematisidal etkilerini araştırmak için hem saksı hem de saha çalışması yapmış ve zeytin prinası ve yeşil ceviz kabuğu kompostu uygulamasının toprakta nematod (*Meloidogyne incognita*) sayısı ve domates köklerinde gal oluşumu önemli ölçüde azalttığını bildirmiştir. Ayrıca kompost uygulamaları domates büyümesini, taze kütleyi, kök uzunluğunu, kök yüzey alanını ve domates verimini önemli ölçüde artırmıştır. 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 büyüme 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 tınlı ve kumlu topraklarda *Heterorhabditis bacteriophora* enfektif yavrularının hayatta kalması ve enfektivitesi üzerine kompost değişikliklerinin etkisini araştırmıştır. Tarım topraklarında organik kompost kullanımının, sahada biyokontrol ajanları olarak kullanılacak entomopatojen nematodların (EPN'ler) hayatta kalma ve etkinliğini artırabileceği sonucuna varmışlardır.

Tablo 12. Kompostun nematodlar üzerine etkileri

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

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

## 7.2 Bitki Yetiştirmek İçin Kompost Kullanımı

Kompostun bitki büyümesi üzerindeki etkileri, ortamdaki türler ve kompost miktarı ile yakından ilişkilidir. Bitkilerin kompost muamelelerine tepkileri, kullanılan kompostun türüne, kaynağına ve miktarına büyük ölçüde bağlıdır, her ne kadar birçok araştırma, karışımlardaki

orta (%30'a kadar) kompost dozlarının bitki büyümesi üzerindeki faydalı etkilerine odaklanmış durumdadır. Bitkiler üzerinde olumsuz etkilerden kaçınmak için kompost, iyice stabilize olana ve olgunlaşana kadar bitki büyümesi için kullanılmamalıdır.

Gübre kompostunun agronomik kullanımı sadece düşük maliyetli bir bertaraf yöntemini temsil etmekle kalmaz, aynı zamanda bitki büyümesi için besin maddelerini geri dönüştürmenin ve çoğu modern tarım toprağının azalan organik madde içeriğine karşı koymanın bir yolunu temsil etmektedir. Gübre kompostunun uygulanmasının, besin eksikliklerinin kompost ilavesi ile düzeltildiğinde, bitki yetiştirme ve verim üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu görülmüştür (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 büyüme ortamı olarak çok iyi sonuçlarla kullanılabileceğini göstermiştir (Garcia-Gomez vd., 2002).

Farklı organik malzemelerden elde edilen kompostların torf için çok umut verici ikameler olduğu kanıtlanmıştır (Sánchez-Monedero vd., 2004). Yapılan bir çalışmada, kompostun domates ve marul fideleri üretimi için bir yetiştirme ortamı (harç) olarak kullanımı hakkında, genellikle kullanılan torf bazlı harçlara bir alternatif olduğu hakkında sonuçlar bulunmaktadır. Domatesler için en yüksek büyüme, fideler %100 kompostlanmış harç üzerinde büyütüldüğünde elde edilmiştir. Marul fidelerinin büyümesi, harç bileşiminde kompost varlığından etkilenmemiştir. Harçların fiziksel özellikleri karışımlarda bulunan kompost yüzdesinden önemli ölçüde etkilenmiştir. Bu durumda:

- kompost ilavesi, harçların pH değerlerini önemli ölçüde artırdığı,
- harçlardaki kompost yüzdesinin arttırılması, sürgün dokularında N, Mg<sup>2+</sup> ve Ca<sup>2+</sup>'yi arttırdı ve K konsantrasyonunu azaltmış olabilir.

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

Gübre kompostunun kullanıldığı bir deneme çalışmasında, bitki büyümesi için artan toprak makro ve mikro besin maddeleri bulunmaktadır. Çalışmada iki farklı bitki türünün

topraktan besin elementi alımı incelenmiştir. Gübre kompostu uygulanan alanlarda bitkiler topraktan aşırı düzeyde Zn, Cu ve Cd aldığı belirlenmiştir.

İyi bir bitki yetiştirme harçlarının 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 torf ile yüzde 40 ila 70 oranında karıştırılması (özellikle optimum hidrolojik özelliklere sahip kompostlar) mükemmel bitki büyüme ortamı sağlayacağı öngörülmektedir (Bugbee, 1994; Y. vd., 1988).

Kompost gübre uygulaması topraktaki besin ve organik madde konsantrasyonlarının artmasına neden olabilir (Eghball vd., 2002). Kompost uygulamasını takiben toprakta artan besin maddeleri ve organik maddenin mahsul verimi ve toprak özellikleri üzerindeki kalıntı etkileri birkaç yıl sürebilir (Mugwira, 1979).

Organik tarım yapan çiftçiler, özellikle yoğun sebze üretim sistemlerinde toprak verimliliğini ve kalitesini artırmak ve üretkenliği sürdürmek için kompostları genellikle toprak ıslahı olarak kullanırlar. Kompostlar, ıslah edilmiş 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 kararında (Real Decreto 865/2010), PRA/1943 (Orden PRA/1943, 2016), yetiştirme ortamları (karışım) veya bileşenleri olarak pazarlanabilen ürünler, aşağıdaki gruplardan birine ait olmalıdır: Söz konusu düzenlemede (Ek I); yerleşik gruplardan birine entegre olmayan ürünlerin piyasaya arz edilemeyecek şeklindedir. Kompost, büyüme ortamı (harç) veya bunların bileşenleri gibi organik ürünler olarak tanımlanan Grup I'in içindedir.

Ek I, Tablo 13, büyüme ortamı veya bileşenleri olarak tanımlanan organik ürünlerin sınıflandırılmasını göstermektedir:

Tablo 13. Yönetmeliğe göre kompostta istenen minimum özellikleri 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 organik madde içeriği >20% (m/m).	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ana bileşenler (%10'dan (v/v) fazla) azalan yüzde sırasına göre düzenlenmiştir.</li> <li>▪ Organik madde içeriği kuru madde üzerinden</li> <li>▪ Elektrik iletkenliği, EC.</li> <li>▪ pH.</li> <li>▪ Hacim cinsinden miktar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kuru kütle yoğunluğu.</li> <li>▪ Hava hacmi.</li> <li>▪ 1, 5 ve 10 Kpa'da su hacmi.</li> <li>▪ Kuru madde.</li> <li>▪ Toplam gözenek alanı.</li> <li>▪ Hayvan türlerinin adı.</li> </ul> <p>Alındığı yer belirtilmeli örneğin "kanatlı gübresi"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Granülometri</li> </ul>



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", compost(1) (Grup 6'ya dahil edilmiş): organik düzenleyiciler(2), dört tip ayırt 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 kalıntılarında elde edilen kompost.
- Organik Düzenleyici Gübre Kompostu: sadece gübreden elde edilen kompost.
- Organik Düzenleyici Vermikompost: 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 14) metal içerikleri Tablo 13'de verilen;

Tablo 14. Yönetmeliğe göre kompostta istenilenler Orden AAA/2564/2015

<b>Nasıl elde edileceği, gerekli bilgiler ve temel bileşenler</b>	<b>Minimum ve maksimum içerik (kütle olarak yüzde) Diğer gereklilikler</b>	<b>Diğer bilgiler Çeşit, tanımı veya etiketleme</b>	<b>Besin içeriği beyan edilecek ve garanti edilecektir. Besin formları ve çözünürlük Diğer kriterler</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Organik düzenleyici kompost kontrollü koşullar altında sadece gübreden biyolojik bozunma ile (termofilik termofilik faz dahil) elde edilen sterilize edilmiş ve stabilize edilmiş ürün,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toplam organik madde: %35.</li> <li>- Maksimum nem: %40.</li> <li>- C/N &lt; 20.</li> <li>-Kirlilik içermeyebilir veya aşağıdakiler gibi herhangi bir tür atık: taşlar, çakıllar, metaller, cam veya plastic içermemelidir.</li> <li>- Parçacıkların %90'ı 25 mm elekten geçecektir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pH.</li> <li>- Elektriksel iletkenlik.</li> <li>- C/N oranı.</li> <li>- Minimum ve maksimum nem.</li> <li>- 2. sütunda belirtilen açıklamaya göre işleme veya detaylandırma süreci</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Toplam organik madde.</li> <li>- Organik C.</li> <li>- Toplam N (%1'in üzerindeyse).</li> <li>- Organik N (%1'in üzerindeyse).</li> <li>- Amonyak N (% 1'den fazla ise).</li> <li>- Toplam P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (% 1'den fazla ise).</li> <li>- Toplam K<sub>2</sub>O (% 1'den fazla ise).</li> <li>- Hümik asitler.</li> <li>- Granülometri.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Organik Düzenleyici Bitkisel Kompostu Kontrollü koşullar altında, yalnızca yapraklardan, kesilmiş ot ve bitki veya budama kalıntılarından aerobik biyolojik ayrışma (termofilik faz dahil) ile elde edilen sterilize edilmiş ve stabilize edilmiş ürün</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toplam organik madde: %40.</li> <li>- Maksimum nem: %40.</li> <li>- C/N &lt; 15.</li> <li>- Taş, çakıl, metal, cam veya plastik gibi her türlü maddeyi içermemeli veya saf olmalıdır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pH.</li> <li>- Elektriksel iletkenlik.</li> <li>- C/N oranı.</li> <li>- Minimum ve maksimum nem.</li> <li>- 2. sütunda belirtilen açıklamaya göre işleme veya detaylandırma süreci</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Toplam organik madde.</li> <li>- Organik C.</li> <li>- Toplam N (%1'in üzerindeyse).</li> <li>- Organik N (%1'in üzerindeyse).</li> <li>- Amonyak N (% 1'den fazla ise).</li> <li>- Toplam P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (% 1'den fazla ise).</li> <li>- Toplam K<sub>2</sub>O (% 1'den fazla ise).</li> <li>- Hümik asitler.</li> <li>- Granülometri.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Organik Düzenleyici Gübre Kompostu Sadece gübrenin kontrollü koşullar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toplam organik madde: %35.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pH.</li> <li>- Elektriksel iletkenlik.</li> <li>- C/N oranı.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Toplam organik madde.</li> <li>- Organik C.</li> <li>- Toplam N (%1'in üzerindeyse).</li> </ul>

altında aerobik biyolojik ayrışması (termofilik faz dahil) ile elde edilen sterilize edilmiş ve stabilize edilmiş ürün	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Maksimum nem: %40.</li> <li>– C/N &lt; 20.</li> <li>– Taş, çakıl, metal, cam veya plastik gibi her türlü maddeleri içermemeli veya saf olmalıdır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimum ve maksimum nem.</li> <li>– 2. sütunda belirtilen açıklamaya göre işleme veya detaylandırma süreci</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organik N (%1'in üzerindeyse).</li> <li>- Amonyak N (% 1'den fazla ise).</li> <li>- Toplam P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (% 1'den fazla ise).</li> <li>- Toplam K<sub>2</sub>O (% 1'den fazla ise).</li> <li>- Hümik asitler.</li> <li>- Granülometri.</li> </ul>
Organik Düzenleyici Vermikompost. Organik maddelerden kontrollü koşullar altında solucanlarla sindirilerek elde edilen stabilize ürün	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Toplam organik madde: %30.</li> <li>– Maksimum nem: %40.</li> <li>– C/N &lt; 20.</li> <li>– Parçacıkların %90'ı 25 mm elekten geçecektir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pH.</li> <li>- Elektriksel iletkenlik.</li> <li>- C/N oranı.</li> <li>- Minimum ve maksimum nem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Toplam organik madde.</li> <li>- Organik C.</li> <li>- Toplam N (%1'in üzerindeyse).</li> <li>- Organik N (%1'in üzerindeyse).</li> <li>- Amonyak N (% 1'den fazla ise).</li> <li>- Toplam P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (% 1'den fazla ise).</li> <li>- Toplam K<sub>2</sub>O (% 1'den fazla ise).</li> <li>- Hümik asitler.</li> <li>- Granülometri.</li> <li>– Kullanılan gübre çeşit veya çeşitleri</li> </ul>

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

<sup>2</sup>Definition 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.

<sup>3</sup>It 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 compost.

## 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 sağlanmasına,

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 kavrularını, 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 nci 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,
- ğ) İşletmeci: Tesislerin işletilmesinden sorumlu gerçek veya tüzel kişiyi,
- h) Kompost: Organik esaslı atıkların oksijenli veya oksijensiz ortamda ayrıştırılması suretiyle üretilen ürünü,
- ı) Ön işlem: Ayırma işlemi dâhil olmak üzere atıkların hacmini veya tehlikelilik özelliklerini azaltmak, yönetimini kolaylaştırmak veya geri kazanımını artırmak amacıyla atığa uygulanan fiziksel, ısı, 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 yazısını düzenlemekle,

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

yükümlüdür.

(2) Bakanlık, gerekli gördüğü durumlarda birinci fıkrada 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 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 tasarımı 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 biriktirilebileceği büyüklükte, 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 oluşacak 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 oluşacak 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 kirlenmeler, mikroorganizma ve alerjenlerin, ortama verilecek emisyonların ve kokunun temizlenmesini sağlayacak şekilde kurulması ve çalıştırılması zorunludur.

(4) Atıkların kaynağında 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, uyulması zorunludur.
- (2) Kompost tesisinde 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, yabancı 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 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) değeri (% 1'i geçerse),
- e) Suda çözünür potasyum oksit (K<sub>2</sub>O) değeri (% 1'i geçerse),
- f) C/N oranı,

- g) Kompost kararlılık bilgileri,  
ğ) Kompost üretiminde kullanılan hammadde kaynağı,  
h) Suda çözünen klorür (Cl-) bilgilerine yer verilmesi gerekmektedir.

## **BEŞİNCİ BÖLÜM**

### **Çeşitli ve Son Hükümler**

#### **İdari yaptırım**

**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**

<b>ATIK GRUPLARI</b>	
<b>Bitkisel İçerikli Atıklar ve Ormancılık Atıkları</b>	
02 01 03	Bitki dokusu atıkları
02 01 07	Ormancılık atıkları
<b>Hayvansal İçerikli Atıklar</b>	
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 görecektir hayvan dışkı, 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
<b>Gıda Üretimi Atıkları</b>	
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, tahıl, yenilebilir yağlar, kakao, kahve, çay ve tütünün hazırlanmasından ve işlenmesinden; konserve üretiminden, maya ve maya özütü 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
<b>Ahşap İşleme, Kağıt ve Kağıt Üretimi Atıkları</b>	
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 dönüşüme gitmek üzere sınıflandırılan kağıt ve kartondan kaynaklanan atıklar
20 01 01	Kâğıt ve karton
<b>Tekstil Endüstrisi Atıkları</b>	
04 02 10	Doğal ürünlerden oluşan organik maddeler (örneğin yağ, mum)
<b>Anaerobik Arıtım Atıkları</b>	
19 06 04	Belediye atıklarının anaerobik arıtımından kaynaklanan posalar
19 06 06	Hayvansal ve bitkisel atıkların anaerobik arıtımından kaynaklanan posalar

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

## KOMPOST KALİTE PARAMETRELERİ

Parametre	Değer	
pH	5,5 – 8,5	
Hijyen değeri	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.	
	<b>Patojenler</b>	
	Toplam Bakteri	1x10 <sup>3</sup> kob/g veya kob/ml
	Enterobactericea grubu bakteriler	< 3cfu/ml
	Mycobacterium spp	Yok (25 g veya ml)
	Toplam maya ve küf	1<10 <sup>4</sup> 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 perfringens	Yok
	Listeria spp	Yok
	Staphylococcal Enterotoksin	Yok
	E.coli	Yok
E.coli	0157 Yok	
İz elementler	<b>Parametre</b>	<b>Kompostta ppm (mg/kg kuru madde)</b>
	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 yabancı 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 büyüklüğü 10 mm'yi geçmeyecektir.	

**KARARLILIK PARAMETRELERİ**

Grup (A) Testler: CO<sub>2</sub> Oluşum ve Solunum, O<sub>2</sub> ihtiyacı, Dewar Testlerini içerir. Ürünlerin piyasaya arzı için kararlılık özelliklerini sağlaması zorunludur.

	Birim	KARARLILIK	
OUR Testi	mg O <sub>2</sub> / gr OM /saat	< 0,4	
CO <sub>2</sub> Oluşum Oranı	mg CO <sub>2</sub> -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

## 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 makinesinin sahadaki konumu gösteren plan ve kesitler verilmelidir.
7	Kapalı/Yığın Kompost Tesislerinde Havalandırma Sistemi Plan ve Kesitleri	Havalandırma 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 sisteminin gösterildiği şemalardır.
10	Atık Hava P&I Diyagramı	Tesis bünyesinde oluşan atık havanın toplanmasını ve akışını gösteren diyagramlardır.
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. Diğer Paftalar		
Tesis Binası Projesi	Tesis Binası Elektrik Projesi	Tesis Binası Tesisat Projeleri
İdari Bina Projesi	Güvenlik Binası Elektrik Projesi	İdari Bina Sıhhi Tesisat Projesi
Güvenlik Binası	İdari Bina Elektrik Projesi	İdari Bina Isıtma Tesisatı Projesi
Su Deposu	Çevre Aydınlatma Projesi	Atölye Binası Sıhhi Tesisat Projesi
Atölye Binası	Orta ve Alçak Gerilim Dağıtım Proj.	Atıksu Kanalizasyon Hattı Planı
Kantar	Atölye Binası Elektrik Projesi	Yangın ve Servis Suyu Planı
Telçit Detayı	Trafo	Su Deposu
Kantar Elektrik Projesi	Paratoner	

**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 gerekir.)

**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, yangından korunma ve müdahale, acil durum eylem planı, tesis güvenlik tedbirleri vb. yer almalıdır.)

## 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 Bakanlığında:

**KOMPOST TEBLİĞİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILMASINA DAİR TEBLİĞ**

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

“ç) Kompost tesislerinden elde edilen ürünlerin yönetimine,”

MADDE 2 – Aynı Tebliğin 2 nci maddesinin ikinci fıkrasının (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 3 üncü maddesinin birinci fıkrasının (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 97 nci ve 103 üncü maddeleri,

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

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

“a) Atık işleme: Ön işlemler ve ara depolama dâhil olmak üzere Atık Yönetimi Yönetmeliğinin Ek-2/A ve Ek-2/B’indeki 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 fıkrasının (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 fıkrasının (b) bendi yürürlükten kaldırılmıştır.

MADDE 7 – Aynı Tebliğin 9 uncu maddesinin birinci fıkrasının (e) bendi aşağıdaki şekilde değiştirilmiş, aynı fıkraya aşağıdaki bent eklenmiştir.

“e) Tesisin ömrünü tamamlamasını müteakip tesise atık kabul etmemekle ve Atık Yönetimi Yönetmeliği 10 uncu maddesi çerçevesinde iş ve işlemleri yürütmekle,”

“ğ) İşletmeci, Bakanlığın çevrimiçi programlarına kayıt olarak tesise ilişkin bilgileri çevrimiçi programı kullanarak bildirmekle ve onaylamakla,”

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

“(6) Atık kabul birimleri yağış etkisine karşı üstü ve araç giriş çıkışı 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 malzemedir 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 fıkraları 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 tesisinde 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 Gübrelere 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 Gübrelere 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 Yayınlandığı Resmî Gazete’nin

Tarihi

Sayısı

5/3/2015

29286

Tebliğde Değişiklik Yapan Tebliğin Yayınlandığı 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 tehlikeye atmadığı 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 çürütücünün toprak veya toprak iyileştirme amaçlı olmadığı durumlarda büyüme ortamı hazırlanması için uygulanmaz..

4. Şartlar; kanalizasyon çamuru (veya diğer biyolojik olarak parçalanabilen atıklarla kompostlaştırma) 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 (arıtmadan kaynaklanan alma, depolama, kompostlaştırma 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 ortamdaki yeraltı suyuna 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 Bakanı'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 kompostlanmasını (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 Cumhuriyeti'nin 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 oluşturulmamış kompost alanları ile su çıkarma tesisleri (maden kuyuları ve sondaj kuyuları vb.) arasındaki mesafe, yeraltı suyu akışının en az 50 m akış 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 Tüzüğü'nün (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 catering 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, çimenler, 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 dışkıların 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 catering 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. maddede belirtilen gıda atıkları hariç olmak üzere toplu ve evsel mutfaklar, gıda üretim ve satış kuruluşları dahil olmak üzere catering 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 yığınına 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 kompostlaştıran 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 bitişi;

25.3. Oksijen ve sıcaklık izleme sonuçları;

25.4. Yığınları çevirme tarihleri;

25.5. Kompostlama sürecindeki rahatsızlıklar;

25.6. Kompost olgunlaşmasının başlangıcı ve bitişi;

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 çürütücünün 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 tesisine 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 belirtilmelidir.

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 yığıma 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 sınırından 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 yabancı otlar (olgun tohumlar olmadan), eski saksı 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, yağ, kemik, süt ürünleri, plastik, sentetik atıklar, bitki hastalıkları ile enfekte olmuş

bitkiler, köpek ve kedi dışkıları, olgun tohumlu yabancı 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. Dallarını 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 gübrelelenebilir safsızlıklar başka bir kompostun hazırlanmasında kullanılabilir;

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

36. Eysel 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 yetiştirme 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 çürütme, 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 yetiştirme 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 O<sub>2</sub>/kg organik maddeden fazla değildir;

41.3. Anaerobik çürütücünün oksijen alım hızı (kararlılığı), saatte 50 mmol O<sub>2</sub>/kg organik maddeden 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 yabancı 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 yetiştirme 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 ( $P_2O_5$ ) toprağa salınır;

43.2 Kompost ve anaerobik çürütücünün 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 yetiştirme 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 için form (bundan sonra özet olarak anılacaktır), Koşullar Ek 3'te verilmiştir. Özeti 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, özeti tamamlandığı/düzeltiltiği 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 kaldıran 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**

### **NIHAİ 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 Gereklilikler

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) ≤ 4 000.	Her bir ton hammadde için bir kez
1.2. Mikrobiyolojik kontaminasyon;	İşlenen hammadde miktarı (t) > 4 000.	İlk yılda en az 4 (sezon başına bir numune). Sonraki yıllardaki test

1.3. Fiziksel kirleticiler (cam, metaller, plastikler, taşlar); 1.4. Organik madde ve kuru madde; 1.5. Bitkilerin ince tohumları; 1.6. Kalite göstergeleri.		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

<b>Ağır metaller</b>	<b>Maksimum konsantrasyon seviyesi, mg/kg SM</b>
----------------------	------------------------------------------------------

Kadmiyum (Cd)	$\leq 2$
Kurşun (Pb)	$\leq 120$
Civa (Hg)	$\leq 1$
Krom (Cr)	$\leq 70$
Çinko (Zn)	$\leq 800$
Bakır (Cu)	$\leq 300$
Nikel (Ni)	$\leq 50$
Arsenik (As)	$\leq 40$

Kompostlarda ve anaerobik çürütücülerde 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 spp.</i> 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 yabancı otlar, rizomlar dahil canlı bitki tohumları	$\leq 2$ 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 çürütücünün kalitesi ve kullanımına ilişkin verilerin özeti için form)

Doldurulmaya başlandı: \_\_\_\_\_

I. Kompost ve anaerobik çürütücünün 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 çürütücünün kalitesi ve kullanımına ilişkin veriler**

4. Kompost ve anaerobik çürütücünün alıcısının belirlenmesi

Kompost ve anaerobik çürütücünün 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 kullanıldığı alanın tanımı

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

6. Kompost ve anaerobik çürütücüdeki ağır metallerin konsantrasyonu (kompostun ve anaerobik çürütücünün Parti ID'si \_\_\_\_\_).

Kompost ve anaerobik çürütücünün 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 çürütücünün kalite parametreleri (kompost ve anaerobik çürütücünün Parti Kimliği \_\_\_\_\_).

Kompost ve anaerobik çürütücünün parti kimliği	Kompost ve anaerobik çürütücünün 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 5.1 6.1	Kompost ve anaerobik	Kullanıcıya teslim edilen kompost ve anaerobik çürütücünün benzersiz 10 haneli parti tanımlama kodu (ID) aşağıdaki gibidir: ilk sekiz hane teslimat

7.1	çürütücünün parti kimliği	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 kullanıcısı tüzel kişiyse, Tüzel Kişiler Kaydı'ndaki kodunu belirtin.
4.4	Tüzel kişinin veya gerçek kişinin adı ve soyadı	Kompost ve anaerobik çürütmenin alıcısı tüzel kişi ise isim girilecektir; Kompost ve anaerobik çürütücünün 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, problemlı alanların rehabilitasyonu, enerji mahsulü 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 maddede toplam azot mg/kg	Kompost ve anaerobik çürütücüdeki azot (N) içeriği, mg/kg kuru madde.
7.7	Kuru maddede toplam fosfor mg/kg	Kompost ve anaerobik çürütücüdeki fosfor içeriği, mg/kg kuru madde.
7.8	Tahmini kullanım oranı	Kompost ve anaerobik çürütücünün 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 özütleme, 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 kapsanmadıkça 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 çürütülmüş, ve
- (ii) 6 mg/kg'dan fazla PAH kuru maddesi içermez (4).

2. Kompostlama bir tesiste gerçekleştirilecektir:

(a) 1. maddede belirtilen girdi malzemelerinin işlenmesine yönelik üretim hatlarının, 1. fıkrada 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 maddeden fazla olmayacaktır.

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 stabilite 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 O<sub>2</sub>/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 ürütölmüşün kalite standartları için teklifler de dahil olmak üzere bir Avrupa kalite güvence planı için bir konsept geliştirmişti. 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, yabancı ot tohumları) ve zararlı maddeler (ağır metaller) için minimum seviyeler şeklinde önlem gereklilikleri belirler.

(European Compost Network ECN e.V. (2014): ECNQAS. European Quality Assurance Scheme for Compost 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.turkeycomposts.org](http://www.turkeycomposts.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](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 spectroscopial analyses of organic matter transformations during composting in relation to compost maturity. P 551-600. In:

- Science and Engineering of Composting: Design, Environmental, Microbiological and Utilization Aspects. Eds. H.A.J. Hoitink and H.M. Keener. Columbus, OH: Renaissance Publications.
- 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 Vlieghe, 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). *Kompostierung 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. Ist 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., Kourgiyalas, 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 Biodeterioration 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.
- Głąb, 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.
- Işler, 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 Güncelleştirilmiş 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, Vıpaş 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., Lepphoto, 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., & Kavdir, Y. (2013). Effects of olive solid waste and olive solid waste compost application on soil properties and growth of *Solanum lycopersicum*. *International Biodeterioration & 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. & Dompínguez 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. Grass clippings
- Pinto, V. 2013. "Introduction to Effective Microorganisms (EM)." Web: [web.archive.org/web/20051215005439/eminfo.info/moreem1.html#dilutions](http://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](https://doi.org/Ley%2024/2013), 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., Scaturice 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., Menduñña, 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., Quedsted, 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., Arizmendiarieta, 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-composting 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. *Soil Science Society of America Journal*, 145(4), 298–303.
- Yüksel, O., & Kavdır, 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.