Avrupa Birliği tarafından
ortaklaşa finanse edilmiştir



BOKAŞİ KLAVUZU

KAMİL EKİNCİ, EMİNE EKİNCİ, RIFAT YILDIRIM, YASEMİN KAVDIR,
AHMET EVREN ERGİNAL, MUZAFFER ÖZDEMİR,
ANNA KRAKOWIAK-BAL, MATEUSZ MALINOWSKI, STANISŁAW FAMIELEC, ZUZANNA BASAK

The ZEBRAS Project -Zero Waste through Bokashi Composting to Produce Compost for Healthy Soil
Project no: KA210-VET-3F4E2C51, funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Avrupa Birliği tarafından
ortaklaşa finanse edilmiştir

Yayınevi: Kırsal Alanların Altyapısı ve Ekolojisi Derneği

Yayın Editörü: *Roman Rolbiecki*
Bilimsel Editör: *Kamil Ekinci*
Dil Editörleri: *Emine Ekinci, Yasemin Kavdir*

Kapak ve Başlık Sayfası Tasarımı: *Kamil Ekinci*

Hakem: *Joanna Kocięcka*
Hakem: *Agnieszka Petryk*



ISBN 978-83-966062-5-9

Birinci Baskı

Isparta, Kraków 2026

Bu materyal, Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası Lisansı (CC BY 4.0) kapsamında yayımlanmıştır.

Yayınevi: Kırsal Alanların Altyapısı ve Ekolojisi Derneği

Ul. Św. Jana 28

31-018 Kraków, Polonya

Tel. 12 662 46 59

Bu el kitabı İngilizce, Lehçe ve Türkçe olmak üzere üç dilde hazırlanmıştır ve yalnızca çevrimiçi olarak aşağıdaki adreste erişime sunulmaktadır: https://www.zerowastebokashi.org/

Avrupa Birliği tarafından ortak finanse edilmektedir.
Ancak ifade edilen görüş ve düşünceler yalnızca yazar(lar)a aittir ve Avrupa Birliği'nin veya Eğitim Sisteminin Geliştirilmesi Vakfı'nın (FRSE) görüşlerini yansıtmak zorunda değildir. Bu görüş ve düşüncelerden ne Avrupa Birliği ne de FRSE sorumlu tutulabilir.

The ZEBRAS Project -Zero Waste through Bokashi Composting to Produce Compost for Healthy Soil
Project no: KA210-VET-3F4E2C51, funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Avrupa Birliği tarafından
ortaklaşa finanse edilmiştir

ÖNSÖZ

Bu el kitabı, çevre eğitimi, sürdürülebilir ev uygulamaları ve günlük yaşamda ekolojik farkındalığın geliştirilmesi amaçlı Erasmus+ KA210 projesi kapsamında hazırlanmıştır.

Bu el kitabının temel amacı; haneler, okullar, topluluk grupları ve kompostlamaya yeni başlayan kişiler için uygun, organik atık yönetiminde yenilikçi bir yöntem olan Bokaşi kompostlaması hakkında erişilebilir ve pratik bilgiler sunmaktır.

Günümüz toplumları; gıda atıkları, toprakların bozulması ve doğal kaynakların aşırı tüketimi gibi giderek artan çevresel sorunlarla karşı karşıyadır. Bu bağlamda, Bokaşi kompostlaması gibi küçük ölçekli ev uygulamaları, daha sürdürülebilir yaşam biçimlerinin oluşturulmasında ve yerel çevresel sorumluluğun desteklenmesinde önemli bir rol oynayabilir.

Bu el kitabında Bokaşi fermantasyonunun temel prensipleri, mikroorganizmaların rolü, fermente edilmiş materyalin kullanımına yönelik pratik yöntemler ve geleneksel kompostlama sistemleriyle karşılaştırmalar ele alınmaktadır. Hem şehirlerdeki apartmanlarda hem de kırsal hanelerde uygulanabilecek basit ve düşük maliyetli çözümlere özel önem verilmiştir.

Yazarlar, bu yayının okuyucuları aşağıdaki konularda teşvik etmesini ummaktadır:

- Evsel organik atıkların azaltılması,
- Çevre bilincinin geliştirilmesi,
- Toprak sağlığının ve biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi,
- Sürdürülebilir yaşam uygulamalarına aktif olarak katılım sağlanması.

Bu el kitabının, günlük yaşamda çevreye karşı sorumlu davranışların geliştirilmesi için yararlı bir ilham, pratik bilgi ve motivasyon kaynağı olmasını umuyoruz.



Avrupa Birliği tarafından
ortaklaşa finanse edilmiştir

İçindekiler

1. Bokaşi Nedir ve Nasıl Çalışır? 5
1.1. Bokaşi Süreci Nedir? 5
1.2. Bokaşi ile Geleneksel Kompostlama Arasındaki Farklar 6
1.3. Evde Bokaşi Kullanımının Avantajları 9
2. Bokaşi Sürecinin Temelleri 11
2.1. Etkin Mikroorganizmaların (Effective Microorganisms, EM) Rolü 11
2.1.1. Laktik Asit Bakterileri (Lactic Acid Bacteria, LAB) 11
2.1.2. Mayalar (Yeasts) 12
2.1.3. Fotosentetik Bakteriler (Photosynthetic Bacteria) 13
2.1.4. Bokaşi Kompostlamasında EM Nasıl Çalışır? 13
2.2. Bokaşi kepeği 16
2.2.1. Nedir ve nasıl çalışır? 16
2.2.2. Bokaşi kepeği nasıl hazırlanır? 16
2.2.3. Evde Laktik Asit Bakteri (LAB) Çözeltisinin Hazırlanması 19
3. Evde Kullanılan Bokaşi Ekipmanları 22
3.1. İç İçe Geçmeli Çift Kova Sistemi 22
3.2. Musluklu Kova 23
3.2. Mutfak Atıklarının Bokaşi Yöntemiyle Kompostlanması 27
4. Bokaşi Hammaddeleri 32
4.1. Atıklardan Elde Edilen Organik Malzemeler 32
4.2. Bokaşi Kompostuna Daha Az Uygun Olan veya Kaçınılması Gereken Materyaller 34
5. Fermente Edilmiş Materyalle Ne Yapılmalı? 36
5.1. Toprağa Gömme 36
5.2. Bokaşi Ön Kompostunun Bitkilerde Kullanımı 36
5.3. Toprak Düzenleyici Olarak Kullanımı 39
6. Tarlada Büyük Ölçekli Bokaşi Kompostu Üretimi 45
7. Haneler İçin Pratik Öneriler 46
7.1. Yeni Başlayanlar İçin Önemli Kurallar 46
7.2. Güvenlik ve İyi Uygulamalar 46
8. Bokaşi'nin Önemi 47
9. Genel Değerlendirme 49
Kaynaklar 52
Şekiller 54

1. Bokaşi Nedir ve Nasıl Çalışır?

1.1. Bokaşi Süreci Nedir?

Organik atık oluşumundaki hızlı artış; sera gazı emisyonlarına, besin maddesi kayıplarına ve kaynakların verimsiz kullanımına katkıda bulunan önemli bir küresel çevre sorunudur. Geleneksel atık yönetimi uygulamaları, özellikle düzenli depolama, metan emisyonlarına yol açmakta ve doğal besin maddesi döngülerini bozmaktadır. Bu soruna yanıt olarak, organik maddenin geri kazanılması ve biyolojik sistemlere yeniden kazandırılması amacıyla sürdürülebilir atık yönetimi yaklaşımları geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlardan biri, organik atıkları besin maddelerince zengin bir toprak düzenleyiciye dönüştüren fermantasyon esaslı bir teknik olan Bokaşi sürecidir.

Bokaşi sözcüğü Japoncadan gelmekte olup "fermente edilmiş organik madde" anlamına gelir. Bokaşi, belirli mikroorganizma gruplarından yararlanarak organik maddenin anaerobik fermantasyona tabi tutulmasına dayanan bir kompostlama yöntemidir; süreç sonunda toprak biyotası tarafından kolaylıkla ayrıştırılabilen bir ürün elde edilir. Yöntem anaerobik fermantasyona dayanır; başka bir deyişle süreç oksijensiz koşullarda gerçekleşir. Hava geçirmez bir kovada mikroorganizmalar, gıda atıklarını tamamen ayrıştırmak yerine fermente eder. Geleneksel kompostlamadan farklı olarak Bokaşi, oksijene ve yüksek sıcaklıklara dayanmaz. Bu ortam, Etkin Mikroorganizmaların (EM) organik atıkları oksidasyon yoluyla parçalamak yerine fermente etmesini sağlar. Böylece gıda atıkları hızlı ve verimli biçimde işlenirken, aerobik kompostlama sırasında sıklıkla kaybedilebilen besin maddeleri daha iyi korunur.

Bokaşi yöntemi, atığı bir kaynağa dönüştürerek ve gıda tüketimi ile toprak üretim sistemleri arasındaki besin maddesi döngülerini kapatarak döngüsel ekonomi ilkeleriyle uyumludur. Bokaşi kompostlama süreci; meyve ve sebze artıkları, pişmiş yemek artıkları, kahve telvesi, yumurta kabukları ile et ve süt ürünleri gibi organik atıkların (mutfak atıkları) toplanmasıyla başlar. Bir Bokaşi sisteminde sebze kabukları, meyve atıkları, pişmiş yiyecekler ve hatta az miktarda et veya süt ürünü gibi gıda artıkları kovaya eklenebilir (Şekil 1). Pek çok kompostlama sisteminden farklı olarak Bokaşi, geleneksel sistemlerde kompostlanması güç olan materyaller de dâhil olmak üzere çok çeşitli gıda atıklarını işleyebilir. İkinci aşama, bu atıkların Bokaşi kovasında fermente edilmesidir. Her gıda atığı katmanının üzeri, özel mikroorganizma kültürleri içeren Bokaşi kepeği ile kaplanır. Bu mikroorganizmalar fermantasyon sürecini başlatır. Ardından kova, anaerobik bir ortam oluşturmak amacıyla sıkıca kapatılır. Fermantasyon sırasında mikroorganizmalar şekerleri ve organik bileşikleri parçalar; organik asitler oluşur, zararlı bakteriler baskılanır ve besin maddeleri materyal içinde korunur. Bu fermantasyon aşaması genellikle 10-14 gün sürer.

Son aşama, fermente edilmiş organik maddenin veya ön kompostun toprağa kazandırılmasıdır. Fermantasyon sonrasında materyal henüz tamamen olgunlaşmış kompost değildir; bunun yerine ön kompost niteliği kazanır. Bu fermente organik materyal daha sonra toprağa gömülür, bahçe yataklarına uygulanır veya kompost yığınlarına karıştırılır. Toprak mikroorganizmaları ayrışma sürecini sürdürerek fermente atıkları bitkilerce alınabilir besin maddelerine dönüştürür (Şekil 1).

Bokaşi kompostlamasında yeşil ve kahverengi organik atıkların kesin oranlarda karıştırılmasına gerek yoktur; süreç ısı veya sera gazı üretmez ve atıklar kapalı bir sistemde tutulduğu için besin maddesi

kaybını önler. Sistem kapalı olduğundan kemirgenler, böcekler veya gıda atıklarından kaynaklanan kötü kokular gibi sorunlardan etkilenmez. Bokaşi kompostlaması, yaşam alanının sınırlı olduğu yerleşim alanları için uygun bir yöntemdir. Örneğin bir apartman dairesinde 19 litrelik bir kova için yeterli alan bulunuyorsa, mutfak atıkları Bokaşi yöntemiyle kompostlanabilir; böylece bu atıkların kentsel düzenli depolama sahasına gitmesi önlenirken bahçeye önemli miktarda olgun organik madde kazandırılabilir.



Şekil 1. Bokaşi nasıl çalışır

1.2. Bokaşi ile Geleneksel Kompostlama Arasındaki Farklar

Geleneksel kompostlama, mikroorganizmaların, mantarların, böceklerin ve oksijenin organik maddeyi kompost adı verilen humus benzeri bir materyale ayrıştırdığı doğal bir biyolojik süreçtir.

Süreç genellikle aşağıdaki ortamlarda gerçekleşir:

- açık hava kompost kutularında,
- kompost yığınlarında,
- bahçe kompostlayıcılarında,
- veya açık yığınlarda.

Nihai ürün, besin maddeleri ve organik madde bakımından zengin, koyu renkli, ufalanabilir ve toprak kokulu bir gübredir. Geleneksel kompostlama aerobik ayrışmaya dayanır; bu, oksijenin gerekli olduğu anlamına gelir. Mikroorganizmaların organik maddeyi etkili bir şekilde parçalayabilmesi için havaya gereksinimi vardır. Mikroorganizmalar çalıştıkça ısı açığa çıkar. Aktif ayrışma sırasında bir kompost yığınının içindeki sıcaklık 40–60 °C'ye ulaşabilir; büyük sistemlerde bazen daha da yüksek olabilir.

Bu ısı, birçok patojenin, yabancı ot tohumunun ve zararlı mikroorganizmanın yok edilmesine yardımcı olur. Sıcaklık, nem, atık bileşimi, oksijen temini ve yığın yönetimine bağlı olarak geleneksel kompostlama birkaç aydan bir yıldan daha uzun bir süreye kadar sürebilir.

Ev tipi kompost sistemlerinin çoğunda kullanıcılara aşağıdaki materyalleri eklememeleri (veya az miktarda) tavsiye edilir:

- et,
- süt ürünleri,
- pişmiş gıdalar,
- katı ve sıvı yağlar,
- balık,
- büyük miktarlarda turunçgil,
- veya hayvansal atıklar.

Bu materyaller haşereleri çekebilir, koku oluşturabilir ve kompostlama dengesini bozabilir.

Bokaşi, Japonya'da geliştirilmiş, organik atıkların işlenmesine yönelik fermantasyon temelli bir yöntemdir. “Bokaşi” sözcüğü “fermente edilmiş organik madde” anlamına gelir. Geleneksel kompostlamanın aksine Bokaşi esas olarak oksijene ve ayrışmaya dayanmaz. Bunun yerine, hava geçirmez bir ortamda gıda atıklarını fermente eden yararlı mikroorganizmaları kullanır. Bokaşi anaerobik bir süreçtir; yani oksijen olmadan gerçekleşir. Gıda artıkları kapalı bir kaba yerleştirilir ve katmanlar hâlinde Bokaşi kepeği eklenir. Yaklaşık 10–14 gün boyunca atıklar çürümek yerine fermente olur. Bokaşi tarafından üretilen materyal tamamen bitmiş kompost değildir. Aşağıdakilerden birini gerektiren, önceden fermente edilmiş organik bir kütledir:

- toprağa gömülme,
- geleneksel bir kompost yığınına eklenme,
- veya daha ileri olgunlaşma.

Toprağa karıştırıldıktan sonra ayrışma hızlı bir şekilde devam eder ve toprağı besin maddeleriyle zenginleştirir. Tablo 1, geleneksel kompostlama ile Bokaşi kompostlaması arasındaki temel farklılıkları listelemektedir.

Tablo 1. Bokaşi ve Geleneksel Kompostlama

Özellik	**Geleneksel Kompostlama**	**Bokaşi Kompostlaması**
Süreç türü	Aerobik ayrışma	Anaerobik fermantasyon
Oksijen gereksinimi	Oksijen ve hava akışı gerektirir	Hava geçirmez koşullar gerektirir
Başlıca mikroorganizmalar	Ayrıştırıcı bakteriler ve mantarlar	Etkin Mikroorganizmalar (EM)
İşlem hızı	Yavaş (3–12 ay)	Hızlı (10–14 gün + toprakta olgunlaşma)
Uygun yer	Çoğunlukla dış mekân	İç ve dış mekân
Alan gereksinimi	Bahçe veya avlu alanı gerektirir	Apartmanlar ve küçük mutfaklar için uygundur
Kabul edilen atık türleri	Çoğunlukla bitki bazlı atıklar	Et ve süt ürünleri dâhil, neredeyse tüm gıda atıkları
Koku düzeyi	Toprak kokusu; kötü yönetilirse koku oluşabilir	Hafif ekşi, fermente koku
Çevirme/karıştırma gereksinimi	Düzenli çevirme gerekir	Çevirme gerekmez
Nihai ürün	Bitmiş kompost	Önceden fermente edilmiş organik materyal
Ek işlem gereksinimi	Genellikle yok	Evet; toprağa gömme veya ikincil kompostlama
Besin maddelerinin korunması	Orta düzeyde besin maddesi kaybı olabilir	Besin maddeleri daha iyi korunur
Sıvı gübre üretimi	Genellikle yoktur	Bokaşi sıvısı üretir
Maliyet düzeyi	Düşük	Orta (Bokaşi kepeği ve kovası gerektirir)
En uygun kullanım	Bahçeler ve geniş dış mekânlar	Kentsel haneler ve iç mekân kullanımı

Bokaşi ve geleneksel kompostlama, organik atıkların azaltılması ve sürdürülebilir yaşamın desteklenmesi için değerli iki sistemdir. Bununla birlikte, farklı biyolojik mekanizmalarla çalışırlar ve farklı ortamlar ile kullanıcı gereksinimleri için uygundurlar.

Geleneksel kompostlama aerobik ayrışmaya dayanır ve daha uzun bir süre içinde olgun kompost üretir. Bokaşi, kompakt iç mekân sistemlerinde gıda atıklarını hızlı bir şekilde işlemek için anaerobik fermantasyon kullanır.

Bu farklılıkların anlaşılması, hanelerin en uygun atık yönetimi stratejisini seçmesine yardımcı olur ve çevreye karşı sorumlu davranışı teşvik eder.

Her iki yöntem de aşağıdakilere katkıda bulunur:

- düzenli depolama sahalarına gönderilen atığın azaltılması,
- toprak sağlığının iyileştirilmesi,
- besin maddelerinin geri dönüştürülmesi,
- ve günlük yaşamda ekolojik farkındalığın teşvik edilmesi.

Sürdürülebilir yaşam dünya genelinde giderek daha önemli hâle geldikçe hem Bokaşi hem de geleneksel kompostlamanın hane düzeyinde çevre eğitimi ve uygulamalı ekolojik yönetimde giderek daha büyük bir rol oynaması muhtemeldir.



Şekil 2. Bokaşi ve geleneksel kompostlama arasındaki farklar

1.3. Evde Bokaşi Kullanımının Avantajları

Modern haneler her gün sebze kabukları, meyve artıkları, yemek artıkları, kahve telvesi ve pişmiş gıdalar dâhil olmak üzere önemli miktarda organik atık üretmektedir. Geleneksel atık bertaraf yöntemleri bu materyalleri çoğu zaman düzenli depolama sahalarına göndermekte; burada çevre kirliliğine ve sera gazı emisyonlarına katkıda bulunmaktadır. Bokaşi kompostlaması, pratik, hijyenik ve küçük yaşam alanları için dahi uygun alternatif bir çözüm sunmaktadır.

Bokaşi'nin en büyük avantajlarından biri, iç mekânda kullanılabilmesidir. Geleneksel kompostlama sistemlerinden farklı olarak Bokaşi; büyük bir bahçe, dış mekânda kompost yığınları veya geniş bir açık alan gerektirmez.
Hava geçirmez Bokaşi kovası mutfaklara, balkonlara, apartman dairelerine, lavabo altlarına veya yardımcı kullanım odalarına kolaylıkla yerleştirilebilir.
Bu özellik, dış mekânda kompostlamanın mümkün olmayabileceği kentsel ortamlarda yaşayan kişiler için Bokaşi'yi özellikle değerli kılmaktadır.

Bokaşi, çok daha geniş çeşitlilikte organik atığı işleyebilir. Kabul edilebilir materyaller şunlardır:

- meyve ve sebze artıkları,
- pişmiş gıdalar (değişkenlik gösterebilir),
- ekmek,
- pirinç ve makarna,
- et, balık, süt ve süt ürünleri (önerilen miktarda veya az miktarda),
- yumurta kabukları,
- kahve telvesi,
- ve küçük kemikler.

Bu durum, düzenli depolama sahalarına gönderilen evsel atık miktarını önemli ölçüde azaltır. Yoğun haneler açısından, çok çeşitli gıda atıklarının kabul edilmesi Bokaşi'nin en pratik yararlarından biridir. Süreç hava geçirmez bir ortamda gerçekleştiğinden, hoş olmayan çürüme kokuları en aza indirilir; bu da Bokaşi'yi iç mekânda günlük kullanım açısından rahat ve hijyenik hâle getirir. Bokaşi sistemlerinin kullanımı, yeni başlayanlar için dahi basittir. Karmaşık çevirme, karıştırma veya havalandırma işlemlerine gerek yoktur. Bu basitlik, Bokaşi'yi bahçecilik deneyimi sınırlı olan aileler ve bireyler için son derece erişilebilir kılar. Benzer şekilde, Bokaşi fermantasyonu mevsimden bağımsız olarak iç mekânda etkili biçimde gerçekleşir ve böylece organik atıkların yıl boyunca işlenmesine olanak tanır. Ayrıca çocuklar ve aile bireyleri de sürece katılabilir; bu da Bokaşi'yi günlük yaşamda ekolojik alışkanlıkları teşvik etmek açısından değerli bir eğitim aracı hâline getirir.

2. Bokaşi Sürecinin Temelleri

2.1. Etkin Mikroorganizmaların (Effective Microorganisms, EM) Rolü

Etkin Mikroorganizmalar (EM), organik materyallerin fermantasyonunu destekleyen ve toprak sağlığını iyileştiren yararlı mikroorganizmalar grubudur. EM teknolojisi kavramı, 1980'li yıllarda Japonya'daki Ryukyus Üniversitesinde Profesör Teruo Higa tarafından geliştirilmiştir. EM teknolojisi, toprakta ve organik atık sistemlerinde mikrobiyal aktiviteyi artırmak üzere birlikte çalışan, doğal olarak bulunan farklı mikroorganizmaları bir araya getirir. Bokaşi kompostlamasında EM mikroorganizmaları; gıda artıkları, bitki kalıntıları ve tarımsal yan ürünler gibi organik atıkların fermente edilmesinde kullanılır. Oksijene dayanan geleneksel kompostlamadan (aerobik ayrışma) farklı olarak Bokaşi kompostlaması, kapalı kaplarda yürütülen anaerobik fermantasyon sürecine dayanır. Bu fermantasyon süreci, organik atıkları daha sonra bitki gelişimini desteklemek ve toprak verimliliğini iyileştirmek amacıyla toprağa karıştırılabilecek, besin maddelerince zengin bir materyale dönüştürür.

Etkin Mikroorganizmalar tek bir mikroorganizma türünden oluşmaz. Bunun yerine, dengeli bir mikrobiyal topluluk içinde birlikte çalışan yararlı mikroorganizmaların bir karışımıdır. EM içindeki başlıca ve en yaygın mikroorganizma türleri laktik asit bakterileri (LAB), mayalar ve fotosentetik bakterilerdir. Bu mikroorganizmalar simbiyotik etkileşimler yoluyla birbirlerini destekler ve fermantasyon sırasında organik asitler, enzimler, vitaminler ve amino asitler gibi yararlı bileşikler üretir. Bu maddeler organik materyallerin parçalanmasına, zararlı mikroorganizmaların baskılanmasına ve topraktaki mikrobiyal çeşitliliğin artırılmasına yardımcı olur.

Fermantasyon sırasında yararlı mikroorganizmalar metabolizmaları yoluyla alkol, amino asitler, organik asitler ve antioksidanlar gibi yararlı maddeler üretir. Fermantasyon sürecinin bir bölümü; asetik asit, bütirik asit, propiyonik asit, laktik asit ve diğer organik asitlerin üretimini içerir. Bu organik asitler pH'ı düşürerek çürümeyi durdurur ve fermantasyon sürecini başlatır. Düşük pH'lı bir ortam, patojenleri baskılama ve ortadan kaldırma yeteneğine sahiptir. Fermantasyon sonucunda oluşan yan ürünler, nihai ürünün (kompostun) besin değerine katkıda bulunur. Fermantasyon sürecinde mikroorganizmalar, çürümeye ve hastalığa neden olan mikroorganizmaları baskılayabilen yan ürünler üretir.

2.1.1. Laktik Asit Bakterileri (Lactic Acid Bacteria, LAB)

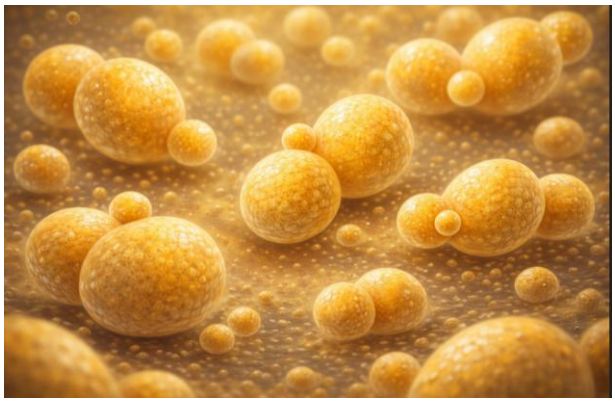
Laktik asit bakterileri (LAB), şekerleri laktik asit fermantasyonu yoluyla laktik aside dönüştüren bakterileri tanımlamak için kullanılan taksonomik açıdan genelleştirilmiş bir terimdir (Şekil 3). LAB, laktik asit üreterek pH'ı da düşürür. Bu asit, patojen mikroorganizmaların gelişimini önlemeye yardımcı olur ve fermantasyon sırasında hoş olmayan kokuların oluşumunu azaltır. Bokaşi sistemlerinde laktik asit bakterileri, organik atıkların korunmasını ve dönüşümünü destekleyen asidik bir ortam oluşturur. Peynir ve yoğurt gibi doğal olarak korunmuş fermente gıdaların üretiminde kullanılmalarıyla yaygın biçimde tanınırlar. LAB, mikrobiyal konsorsiyum içinde birden fazla işleve sahiptir. Fermente içeriğin pH'ını orta düzeyden 3 kadar düşük değerlere indirerek içeriği asitleştirirler. Bu durum hem patojenik hem de metan üreten bakterilerin yaşayamayacağı bir ortam oluşturur; böylece gıda atıklarındaki besin maddeleri korunur ve bunların atmosfere kaybı önlenir.



Şekil 3. Bokaşi sürecinde laktik asit bakterileri

2.1.2. Mayalar (Yeasts)

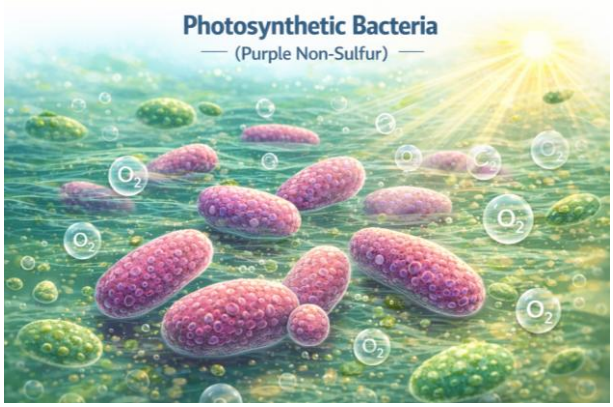
Mayalar, havada, toprakta, bitkilerde ve insanlarda; kısacası her yerde bulunabilen tek hücreli mantarlardır (Şekil 4). Mayalar, ürettikleri enzimleri salgılayarak organik maddeyi parçalar; monosakkaritler gibi şekerleri, hücre duvarları aracılığıyla yeniden vücutlarına alınabilecek biçimlere ayırır. Bu ayrışma sürecinde vitaminler, hormonlar ve amino asitler gibi yararlı yan ürünler üretirler. Mayalar, mikrobiyal aktiviteyi uyaran enzimlerin ve vitaminlerin üretiminde önemli rol oynar. Organik maddenin parçalanmasına yardımcı olur ve diğer yararlı mikroorganizmaların gelişimini teşvik eden maddeler üretirler. Mayalar ayrıca toprak verimliliğini iyileştiren biyoaktif bileşiklerin üretimine katkıda bulunur. Mayalar; bitki gelişimi için gerekli antimikrobiyal ve diğer yararlı maddeleri sentezlemek amacıyla organik maddeyi, kökleri ve fotootrof bakteriler tarafından salgılanan amino asitler ile şekerleri kullanır. Mayaların ürettiği hormonlar ve enzimler gibi biyoaktif maddeler, hücre ve kök bölünmesini (bitki gelişimi için gerekli olan) aktif olarak teşvik eder.



Şekil 4. Bokaşi sürecinde mayalar

2.1.3. Fotosentetik Bakteriler (Photosynthetic Bacteria)

Fotosentetik bakteriler (Şekil 5), güneş ışığını ve organik maddeleri kullanarak amino asitler ve biyoaktif moleküller gibi yararlı bileşikler üreten özgün mikroorganizmalardır. Bu bileşikler bitki gelişimini destekler ve toprak ekosistemindeki besin maddesi döngüsüne katkıda bulunur. Mor kükürtsüz bakteriler, farklı koşullarda yaşamını sürdürebilen ve enerji üretimini mevcut koşullara uyarlayabilen bir bakteri grubudur. Örneğin enerjilerini, ışık mevcutsa fotosentezi kullanarak; ışık yoksa organik bileşikleri kullanarak elde ederler.



Şekil 5. Bokaşi sürecinde fotosentetik bakteriler

2.1.4. Bokaşi Kompostlamasında EM Nasıl Çalışır?

Bokaşi kompostlama süreci, organik atıkların EM içeren Bokaşi kepeği ile karıştırılmasıyla başlar. Bokaşi sistemi, bu mikroorganizmaların sinerjik biçimde etkileşime girmesi sayesinde etkili şekilde çalışır. Rekabet etmek yerine birbirlerini destekleyerek, organik atıkların korunmasını ve dönüşümünü hızlandıran kararlı fermantasyon koşulları oluştururlar. Bu mikrobiyal iş birliği; hızlı fermantasyon, en düşük düzeyde koku oluşumu, besin maddelerinin korunması ve toprak sağlığı açısından yararlı, biyolojik olarak aktif organik materyalin üretilmesiyle sonuçlanır.

Mikroorganizmalar arasındaki dengeli etkileşim, Bokaşi'nin organik atık yönetiminde verimli ve çevre dostu bir yöntem olarak kabul edilmesinin temel nedenlerinden biridir.

Fermantasyon süreci birkaç aşamadan oluşur (Şekil 6).

1. Organik atık, hava geçirmez bir kaba yerleştirilir.
2. EM mikroorganizmalarını içeren Bokaşi kepeği eklenir.
3. Mikroorganizmalar organik materyali fermente etmeye başlar.
4. Organik asitler ve enzimler üretilir.
5. Fermente materyal bir ön kompost ürününe dönüşür.

Bu süreç sırasında organik atıktaki besin maddeleri oksidasyon veya ısı yoluyla kaybedilmek yerine korunur. Fermente materyal daha sonra toprağa gömülebilir; burada toprak mikroorganizmaları ayrışma sürecini sürdürür ve materyali bitkiler tarafından alınabilir besin maddelerine dönüştürür.



Şekil 6. Bokaşi süreç akış şeması

2.2. Bokaşi kepeği

2.2.1. Nedir ve nasıl çalışır?

Gıda atıkları, Bokaşi kullanılarak kompostlandığında esasen fermente edilir. Fermantasyon sürecini düzenlemek ve amaçlanan sonuçları elde etmek amacıyla gıda atıklarına belirli bir mikroorganizma grubu (konsorsiyum) ilave edilir. Bokaşi kompostu üretiminde genellikle Bokaşi kepeği kullanılır. Bokaşi kepeği, belirli bir yararlı mikroorganizma grubu ile inokule edilmiş, karbon bakımından zengin bir besin materyalidir. Bokaşi kepeğinin iki ana bileşeni vardır: Mikrobiyal bileşen (biyolojik kısım), laktik asit bakterileri (organik asit üretir), mayalar (enzim ve vitamin üretir) ve fotosentetik bakteriler (besin maddelerinin dönüşümünü destekler) gibi Etkin Mikroorganizmaları (EM) içerir. Bu mikroorganizmalar fermantasyon, koku kontrolü ve patojenlerin baskılanmasından sorumludur. Taşıyıcı materyal (mikroorganizmaların yaşayabilmesi için bir yüzeye gereksinimi vardır) buğday kepeği (en yaygın), pirinç kepeği, talaş ve kuru organik madde ile sağlanır. Bu materyal nemi emer, mikroorganizmaların eşit biçimde dağılmasını sağlar ve anaerobik koşulların korunmasına yardımcı olur. Buna ek olarak Bokaşi kepeği, melas (şeker kaynağı) ve mikroorganizmaları etkinleştirmek için su içerir. Melas, mikroorganizmaların büyümesi ve çoğalması için enerji sağlar.
Bokaşi kepeği hazırlamak için mikrobiyal bir inokulant gereklidir. En yaygın kullanılan inokulant, ticari olarak üretilen EM (EM-1 konsantresi) ana kültürüdür. Çeşitli üreticiler bu stok çözeltileri kendi marka adları altında satmaktadır. Güvenilir üreticiler tarafından üretilmiş olması koşuluyla, herhangi bir EM1 tipi ana kültür uygulamalarda karşılaştırılabilir sonuçlar verecektir. Aşağıda, EM Bokaşi kepeğinin "endüstriyel standartlara" uygun olarak nasıl hazırlandığı açıklanmaktadır. Bunun için melas ve buğday kepeği gibi çoğu yerel olarak kolaylıkla temin edilebilen birkaç temel bileşenin yanı sıra, çevrim içi olarak kolaylıkla temin edilebilen EM ana kültürü gereklidir.

2.2.2. Bokaşi kepeği nasıl hazırlanır?

Gerekli malzemeler şunlardır: 5,5 kg buğday kepeği, 84 mL EM ana kültürü (EM1) (yaklaşık bir çay bardağı), 84 mL melas (yaklaşık bir çay bardağı), 3,8 litre su (kıvama bağlı olarak) ve 2 adet 19 litrelik kova veya kap.

İşlem aşağıdaki gibidir:

1. 19 litrelik kovalardan/kaplardan birine 2,8 litre su ekleyin.
2. 1 litre suyu kaynatın.
3. Kaynar suya 84 mL (yaklaşık bir çay bardağı) melas ekleyin ve karıştırın. Ardından bu karışımı, 2,8 litre su içeren 19 litrelik kovaya/kaba dökün.
4. Melaslı suya 84 mL (yaklaşık bir çay bardağı) EM ana kültürü ekleyin ve karıştırın.
5. Diğer 19 litrelik kovaya/kaba 5,5 kg buğday kepeği koyun (Şekil 7).
6. EM ana kültürü, melas ve su karışımını buğday kepeğinin bulunduğu kovaya veya kaba yavaşça dökün.
7. Tüm buğday kepeğinin yeterince nemlendiğinden emin olacak şekilde içeriği elinizle iyice karıştırın.



Şekil 7. EM Bokaşi kepeği için tüm bileşenlerin karıştırılması

8. Kepek karışımının nem içeriği yaklaşık %50 olmalıdır. Kepeği elinizle bir top hâline getirip hafifçe yukarı-aşağı attığınızda dağılmamalıdır. Karışımdan bir top oluşturamıyorsanız, örneğin bir bardak su olmak üzere, küçük miktarlarda suyu yavaşça ekleyerek yeniden bir top oluşturmaya çalışın.
9. Tüm bileşenler iyice karıştırıldıktan ve nem içeriği uygun düzeye getirildikten sonra karışım, çift katlı bir plastik torbaya (aynı boyutta iki plastik torbanın iç içe geçirilmesiyle) yerleştirilir (Şekil 8). Hazırlama kolaylığı ve iyi işlevsellik açısından bu amaçla çöp torbaları da kullanılabilir. Karışım eklendiğinde, iç torba içindeki tüm hava tamamen çıkarılıncaya kadar sıkıştırılır ve torba sıkıca kapatılır. Hiç hava kalmamasını sağlamak için aynı işlem dış torbaya da uygulanır.
10. Torbaları sıcak bir yere, yani 18-32 °C arasındaki bir ortama yerleştirin ve en az iki hafta fermantasyona bırakın. Dolaylı ışığa maruz kalması kabul edilebilir; torbaların karanlıkta tutulması gerekmez. İki haftalık fermantasyon süresince torbalar açılmamalı ve içerikleri yeniden karıştırılmamalıdır. Kepek başarıyla fermente edilip kullanılabilir bir nihai ürüne dönüştürüldükten sonra iki seçenek vardır: Bokaşi kepeği kurutulabilir (Şekil 9) veya hâlâ nemliyken kullanılabilir. Birinci seçenekte, iki haftanın ardından ince bir tabaka hâlinde serilir ve gölgede en fazla bir gün kurumaya bırakılır. İkinci seçenekte, kepeği hâlâ nemliyken kullanabilirsiniz. Bu durumda kontrollü koşullarda saklanması gerekir. Nemli kepek, anaerobik ortamını korumak için hava almayacak şekilde sıkıca kapalı tutulmazsa zararlı küf türlerinin gelişimine yatkın olduğundan, kepeğin kısa sürede kullanılması önerilir.



Şekil 8. Çift katlı plastik torbaya yerleştirilen karışım



Şekil 9. EM Bokaşi kepeğinin kurutulması

Kepeğin kokusu tatlı ve ekşi/peynirimsi/sirkeyi andıran nitelikte olmalıdır. Hafif bir alkol kokusu da bulunabilir. Küf kokusu (nemli bir bodrum kokusunu düşünün) veya kötü, çürümüş bir koku fark ederseniz fermantasyon başarısız olmuştur. İyi ve kötü Bokaşi kepeği arasındaki farkı kokusundan kolaylıkla ayırt edebileceğiniz için, elinizde nasıl bir ürün bulunduğunu hızlıca belirleyebilirsiniz.

Kepeğin tatlı, ekşi, peynirimsi veya sirkeyi andıran bir kokusu olmalıdır. Ayrıca hafif bir alkol kokusu da olabilir. Kötü, çürümüş bir koku veya küf kokusu tespit edilirse fermantasyon başarısız olmuştur. Bokaşi kepeğinin kokusu kolaylıkla ayırt edilebilir. Kepek üzerinde beyaz, küf benzeri miselyum varsa bu kabul edilebilir. Yeşil veya siyah küf tespit edilirse, fermantasyon sürecinde bir şeylerin yanlış gittiği anlamına gelir.

Buğday kepeği un sanayisinin bir yan ürünü olduğundan dünyanın her yerinde bulunabilir. İstediğiniz miktarlarda satın alabilirsiniz. Daha büyük miktarlar hayvan yemi satan mağazalardan standart 50 kilogramlık torbalar hâlinde satın alınabilirken, küçük miktarlarda buğday kepeği birçok marketin gıda reyonunda bulunabilir. Buğday kepeği, substrat olarak diğer karbon kaynaklarıyla ikame edilebilir. Örneğin pirinç kepeği de uygun bir substrattır. Kahve telvesinin nem içeriği değiştirilirse, kahve telvesi de substrat olarak kullanılabilir. Yüksek nem içeriğine sahip kahve telvesine buğday veya pirinç kepeği eklenebilir.

Melas gibi kolay sindirilebilir besin maddeleri, özellikle şeker kamışı melası, mikroorganizmaların büyümesini hızlandırmak amacıyla Bokaşi kepeğine eklenebilir. Şeker kamışı melası, şeker fabrikalarındaki rafinasyon sürecinin konsantre bir yan ürünüdür. Karbonhidrat bakımından zengindir ve beyaz rafine şekerde bulunmayan çok sayıda vitamin, mineral ve eser element içerir.

Kükürt veya başka koruyucular içeren melastan kaçınılmalıdır. Melasa eklenen herhangi bir madde, kepeğin fermantasyonunu ve mikroorganizmaların gelişimini engelleyecektir. Kaynağı organik olsun veya olmasın, saf melas tercih edilmelidir. Bir diğer önemli ayrıntı, koruyucu olarak melasa herhangi bir pH tamponlayıcı ajanın karıştırılmadığından emin olunmasıdır. Bunun nedeni, bu ayrıntının Bokaşi kepeğinin fermantasyonu veya EM'nin etkinleştirilmesi sırasında fermantasyon sürecine müdahale edebilmesi ve böylece etkinliği azaltabilmesidir.

Klor içermeyen musluk suyu, kaynak suyu veya filtrelenmiş su kullanılabilir.

2.2.3. Evde Laktik Asit Bakteri (LAB) Çözeltisinin Hazırlanması

Ev yapımı bir laktik asit bakterileri (LAB) çözeltisi Bokaşi kompostlamasında da kullanılabilir. Bununla birlikte, ticari olarak üretilen EM konsantreleri (EM1 gibi) son derece karmaşık mikroorganizma topluluklarıdır ve bunların tümünün bir konsorsiyum içinde birlikte çalışmasını sağlamak için karmaşık işlemler gerekir. Bu durum, ev koşullarında en iyi şartlar altında dahi gerçekleştirilmesi güçtür. Gerçekte ev yapımı bir EM çözeltisinde yalnızca laktik asit bakterileri (LAB) bulunurken, EM1'de fotosentetik bakteriler, mayalar ve laktik asit bakterileri bulunur. Ayrıca konsorsiyumun diğer destekleyici üyelerinin hiçbiri ev yapımı laktik asit bakterileri çözeltisinde bulunmaz. Bu, tek bir mikroorganizma için bir çözelti sağlar. Buna ev yapımı EM denir.

Laktik asit bakterileri gıda atıklarını fermente edebilse de EM1 listesindeki diğer mikroorganizmalarla aynı koku azaltma yeteneğine sahip olmayabilir. Bazı durumlarda Bokaşi kompostlaması yapmak için gereken ev yapımı EM miktarı, ticari olarak üretilen EM1 miktarından daha fazla olabilir. Ev yapımı bir

başlangıç kültürünün (LAB) gücünü, gücü bilinen bir EM1 ile karşılaştırmalı olarak belirlemek için ek desteğe gereksinim duyulabilir.

Ev yapımı laktik asit bakterileri (LAB) çözeltisi aşağıdaki şekilde hazırlanabilir (Şekil 10):

1. Bir fincan pirinç (yeni açılmış ve son kullanma tarihi yakın olmayan bir paketten) iki fincan su (klor içermeyen) ile yıkanır ve 15 dakika bekletilir. Pirinç suyu süzülür ve süzülen sıvı karanlık bir yerde bir hafta bekletilir. Bir haftanın ardından nazikçe süzülür. Süzülen alt kısım daha büyük ve temiz bir kavanoza aktarılır.



Şekil 10. Ev yapımı LAB üretimi

2. Sekiz veya on fincan süt (çiftlik sütü veya pastörize süt) eklenir. Kavanoz yaklaşık bir hafta boyunca kapağı açık şekilde bekletilir. Bir haftanın ardından proteinler kavanozun üst kısmında kümelenerek evcil hayvanlara yedirilebilecek peynirimsi bir tabaka oluşturur. Alt kısımda sarımsı, ekşi kokulu bir sıvı kalır. Bu sıvı laktoserum veya Bokaşi ana kültürüdür (Şekil 11).



Şekil 11. Bokaşi ana/saf kültürü

3. Süzme işleminden sonra sıvı kısma 2 yemek kaşığı melas ekleyin. Bu, ev yapımı laktik asit bakterileri (LAB) çözeltisini oluşturur. Doğru şekilde hazırlandığını koku testi yaparak anlayabilirsiniz; sirke gibi kokmalıdır. [Buzdolabında +4 °C'de 6 ay saklanabilir]. Fermantasyon +4 °C'de, çok yavaş da olsa devam eder. Gazı tahliye etmek için kavanozun kapağı ara sıra gevşetilmelidir (Şekil 12).



Şekil 12. Saf kültür melasla karıştırılabilir ve buzdolabı dışında, oda sıcaklığında saklanabilir

3. Evde Kullanılan Bokaşi Ekipmanları

Bokaşi kompostlaması, en yüksek mikrobiyal aktiviteyi ve etkili atık dönüşümünü sağlamak için özel ekipman gerektiren kontrollü bir anaerobik fermantasyon sürecidir. Mikroorganizmalar ve Bokaşi kovası veya fermantasyon kabı, Bokaşi kompostu üretiminin temel bileşenleridir. Bokaşi, geleneksel kompostlama sistemlerinden farklı olarak hava geçirmez koşullara ve sıvı yönetimine bağlı olduğundan, kompostlama kabının tasarımı kritik öneme sahiptir. Atığın başarılı anaerobik fermantasyonu boyunca kap kapalı ve hava geçirmez tutulmalıdır. Kovalar hava geçirmez olduğu sürece, evde yapılmış veya ticari olarak satın alınmış olmalarına bakılmaksızın çeşitli boyutlarda kullanılabilir. Kullanım kolaylığı, işlevsellik ve dayanıklılık açısından ticari olarak üretilen Bokaşi kovaları, yalnızca küçük tasarım farklılıkları dışında, neredeyse aynıdır.

Çift (iç içe) kova tasarımı ve musluklu kova en yaygın sistemlerdir. Bu tasarımlar Bokaşi sızıntı sıvısının (leachate) toplanmasını kolaylaştırır, mikrobiyal fermantasyonu destekler ve oksijen girişini önler. Kullanım sıklığına bağlı olarak bu tasarımlar, fermantasyon sırasında katı ve sıvı fraksiyonların ayrılmasına ve Bokaşi sızıntı sıvısının kullanılmasına olanak sağlar.

Oksijen fermantasyonu baskıladığı ve aerobik ayrışmayı teşvik ettiği için, etkili bir Bokaşi sistemi oksijen girişini engelleyecek şekilde hava geçirmez olmalıdır. Organik atık fermantasyon sırasında sıvı (sızıntı sıvısı) açığa çıkarır. Kokuşmayı önlemek, aşırı nemi engellemek ve ideal fermantasyon koşullarını korumak için sistem etkili drenaja olanak sağlamalıdır. Etkin Mikroorganizmalar (EM), kap içinde kontrollü nem, sınırlı hava akışı ve sabit sıcaklık içeren kararlı bir ortama gereksinim duyar.

3.1. İç İçe Geçmeli Çift Kova Sistemi

Bokaşi sızıntı sıvısının toplanması açısından bu tasarım en basit olanıdır. Bu tasarım için iki adet 19 litrelik (beş galonluk) kova ve hava geçirmez bir kapak gereklidir (Şekil 13). Bokaşi sızıntı sıvısının kovanın tabanında uzun süre tutulması amaçlanıyorsa, birbiri içine yerleştirilmiş iki kovalı tasarım uygundur. İç içe kova sisteminin iç kovası (tabanı delikli) ve dış kovası (sıvı toplama haznesi) birbiri içine yerleştirilir.



Şekil 13. Çift iç içe kova tasarımı

İç kovanın tabanında sıvının geçmesine olanak sağlayan küçük delikler açılmıştır (Şekil 14). Deliklerin boyutu veya sayısı kritik değildir; sıvının tahliye olmasına izin verecek kadar büyük olmaları önerilir (örneğin 6,35 mm çapında bir delik). Bu delik boyutu tıkanmaya neden olmayacak ve atığın yeterli drenajına olanak sağlayacaktır. İç kova delikli bir tabana sahiptir, organik atığı tutar ve sıvının tahliyesine olanak sağlar. Dış kovada delik yoktur ve Bokaşi sızıntı sıvısını toplar.



Şekil 14. Kovanın tabanına delik açılması

İki kova birbirinin içine tam olarak oturacak ve iki kovanın tabanları arasında Bokaşi sızıntı sıvısının toplanabileceği bir hava boşluğu bırakacaktır. Kovadan Bokaşi sızıntı sıvısını almak için üst kova çıkarılmalı ve alttaki kovadaki sızıntı sıvısı dökülmelidir. Bu tasarım, yerçekimiyle sıvı ayrımını destekler, mikrobiyal baskılanmayı azaltır ve fermantasyon verimliliğini artırır. Aşırı sıvı birikimi anaerobik dengesizliğe ve koku oluşumuna yol açabileceğinden, ayırma işlemi gereklidir. Dış kovanın hava geçirmezliğini korumak için hava geçirmez kauçuk contalı, dişli bir kova kapağı kullanılabilir (Şekil 15).



Şekil 15. Hava geçirmez kauçuk contalı dişli kova kapağı

3.2. Musluklu Kova

Üzerine musluk takılmış 19 litrelik (5 galonluk) ev yapımı bir Bokaşi kovasının kullanılması, Bokaşi sızıntı sıvısının toplanmasının bir diğer yoludur (Şekil 16). Musluk (Şekil 17) kovanın alt kısmına yerleştirilmelidir. Musluk kovanın tabanına çok yakın monte edilirse, musluğun ucu kovanın tabanından daha aşağıda kalıp zemine temas edeceği için kova düz bir yüzeye yerleştirilemez. Sızıntıyı önlemek amacıyla kovanın içine bir kauçuk conta takılmalıdır. Daha sonra musluk somunu sıkılmalıdır. İç kısma yükseltilmiş bir platform (kovanın tabanındaki elek) yerleştirilerek (Şekil 18), Bokaşi sızıntı sıvısının toplanması için tabanda bir toplama boşluğu (plenum) oluşturulabilir. Organik atığı üstte tutan, yükseltilmiş ve geçirgen bir altlık sağlanarak Bokaşi sızıntı sıvısının akmasına izin verilmelidir.



Şekil 16. Musluklu kova (ev yapımı Bokaşi kovası)



Şekil 17. Kova musluğu



Şekil 18. Kova eleği

Boyutundan bağımsız olarak, bir Bokaşi kovasındaki organik atığın mümkün olduğunca sıkıştırılması gerekir. Atığı sıkıştırmanın en kolay yolu plastik bir torba kullanmaktır. Ayrıca ticari olarak üretilen sıkıştırma kapağı (Şekil 19) da kullanılabilir. Atığı kovaya ekledikten hemen sonra plastik torbayı atığın üzerine düz biçimde yerleştirin. Torba, fermente olan gıda atığı ile üstündeki hava boşluğu arasında bir oksijen bariyeri oluşturacak ve aynı zamanda atığı sıkıştırmak için temiz bir yüzey sağlayacaktır. Torbayı düz biçimde yerleştirin ve vücut ağırlığınızla aşağı doğru bastırın.

Musluk, sızıntı sıvısının düzenli olarak uzaklaştırılmasına, optimum nem düzeylerinin korunmasına ve anaerobik sürecin başarısız olmasının önlenmesine olanak sağlar. Sistem kararlılığını korumak için sızıntı sıvısı her 1-3 günde bir tahliye edilmelidir. Anaerobik koşulları korumak ve kontaminasyonu önlemek için kapağın kapalı tutulması gerektiği unutulmamalıdır.



Şekil 19. Sıkıştırma kapağı

Ticari olarak üretilen Bokaşi kovalarının tümü esasen aynıdır; kullanım kolaylığı, işlevsellik ve dayanıklılık açısından yalnızca küçük tasarım farklılıkları vardır. Tümünde hava geçirmez bir kapak, gıda atığını üstte tutmak için yükseltilmiş bir platform, Bokaşi sıvısının tabana akması için bir bölme ve Bokaşi sızıntı sıvısını boşaltmak için bir musluk bulunur. Kovalar kullanım kolaylığı ve rahatlık sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Yüksek kaliteli bir Bokaşi kovası veya sistemi isteniyorsa, ticari olarak tasarlanmış ve üretilmiş kovalar satın alınabilir (Şekil 20).



Şekil 20. Ticari olarak üretilen Bokaşi kovası

Yeterli miktarda atık varsa, 19 litrelik (5 galonluk) bir kap yerine +190 litrelik (+50 galonluk) plastik bir çöp kutusu veya tekerlekli çöp konteyneri kullanılabilir. Ancak dolu olduğundaki ağırlığı da dikkate almak önemlidir; +190 litrelik bir kap, nemli organik atıkla dolduğunda ağır olacak ve taşınması zorlaşacaktır (Şekil 21). Kova temelli bir yaklaşım açısından, tek bir büyük kova yerine birden fazla küçük kovanın kullanılması daha pratik olabilir. Bununla birlikte, bazı restoranlar ve endüstriyel işletmeler de günlük mutfak atığı miktarının aşırı olması nedeniyle 190 litrelik plastik çöp kutuları veya tekerlekli çöp konteynerleri kullanmaktadır. Sistemin boyutuna karar verilirken oluşan atık miktarı dikkate alınmalıdır. Fermantasyon kabının en fazla iki hafta içinde atıkla doldurulabilecek kadar büyük olması önerilir; daha kısa süre tercih edilir, çünkü taze gıda atığı eklemek için kabın her açılışı sisteme oksijen girmesine yol açar (Bokaşi fermantasyonu anaerobik olmalıdır).

Kabın açılıp kapatılma sayısı arttıkça bozulma ve çürüme olasılığı artar; bu durum fermantasyonu geciktirir ve anaerobik mikroorganizmaların baskın hâle gelme olasılığını azaltır. Kapak iki haftadan daha uzun süre boyunca sürekli açılıp kapatılırsa fermantasyon genellikle başarısız olur. Fermantasyon kabı çok büyükse daha küçük bir kapla değiştirilmelidir.

Ortalama bir aile için 19 litrelik bir kova idealdir; çoğu aile kovayı bir haftadan kısa sürede doldurur. Dört farklı kova kullanıldığında, dönüşümlü kullanım sırasında sürekli toprak düzenleyici üretmenize ve yeni oluşan mutfak atıklarını toplamaya devam etmenize olanak sağlayan kesintisiz bir sistem elde edilir.



Şekil 21. Ticari olarak temin edilebilen 220 litrelik Bokaşi kabı

3.2. Mutfak Atıklarının Bokaşi Yöntemiyle Kompostlanması

Bokaşi kompostlamasında, simbiyotik bir mikroorganizma topluluğu atık gibi organik maddeleri yararlı bir toprak düzenleyiciye (kompost) dönüştürürken bunların tehlikeli yan ürünlere dönüşecek şekilde fermente olmasını önler. Bu mikroorganizmalar bunu laboratuvar dışında, "gerçek doğal" ortamlarında gerçekleştirdiğinden, koşullar değiştikçe sonuçlar her zaman bir ölçüde farklı olacaktır. Her şeyin planlandığı gibi ilerlemesi beklense de sıcaklık, mutfak atıklarının türü ve bileşimi, nem içeriği ve kepek kalitesi gibi etmenlerin tümü süreci etkileyebildiğinden bu her zaman gerçekleşmez. Süreç genel olarak oldukça toleranslı olduğundan tamamen başarısız olması son derece zordur. Fermantasyon başarısız olsa bile organik madde toprağı beslemeye devam edecektir.

Bokaşi kompostlama süreci fermantasyonu içerir. Bu, atığın kovanın içinde ve dışında benzer bir görünüme sahip olduğu anlamına gelir. Bununla birlikte, toprağa karıştırıldıktan sonra toprak biyotası materyali daha ileri düzeyde ayrıştırarak koyu siyah bir humusa dönüştürür. Gıda atığı yalnızca başlangıç sürecini hızlandırmak amacıyla fermente edilebilir.

Bokaşi kompostlaması için atık materyallerin boyutu küçültülmelidir. Boyut küçüldükçe mikroorganizmaların temas ettiği toplam yüzey alanı artar. Materyallerin kesilmesi ve parçalanması da mikroorganizmaların tutunabileceği alanlar oluşturur. Meyve ve sebze kabuklarında bulunan doğal maddeler bunların fermente olmasını engeller. Bu nedenle kabukların kesilmesi ve parçalanması; mikroorganizmaların koruyucu bariyeri parçalamasını, beslenmesini ve bariyerden geçmesini kolaylaştırır. Ezilmiş ve kabukları parçalanmış meyveler mikroorganizmalar tarafından hızla tüketilecektir. Bu nedenle atığı Bokaşi kovanıza eklerken, bütün ve büyük parçalar hâlinde bırakmak yerine küçük parçalara ayırmak çok daha iyidir.

Gıda atığını Bokaşi kovasına eklemeden önce bıçakla daha küçük parçalara ayırmak fermantasyon sürecini hızlandıracaktır. Bu yaklaşım, işlemlerini hızlandırmak isteyen küçük ölçekli kompostlama işletmelerinin gereksinimlerini karşılar. Birçok küçük ölçekli çiftçi gıda atığını hızlı bir şekilde kullanılabilir komposta dönüştürmek istemektedir. Atığın ön işleme tabi tutulması döngüyü hızlandırabilir.

Gıda atığının fermente olabilmesi için bir mikrobiyal kaynağa maruz bırakılması gerekir. Mikroorganizmalar genellikle katı organik madde taşıyıcısı olan Bokaşi kepeğine ilave edilir. Bokaşi kompostlaması oksijen kullanmadığından kapalı bir alanda gerçekleştirilmelidir. Aşağıdaki adımlar, Bokaşi kepeği ve ev yapımı veya ticari bir Bokaşi kovası kullanılarak mutfak atıklarının nasıl fermente edileceğini açıklar.

1. Eleğin tabanına bir kat Bokaşi kepeği serpin. Toprağın tabanı toz hâlinde bir katmanla kaplaması yeterlidir (Şekil 22).



Şekil 22. Eleğin tabanına bir kat Bokaşi kepeği serpilmesi

2. Üzerine bir kat mutfak atığı ekleyin. Atığın küçük parçalara kesilmesi tercih edilir (Şekil 23). Evlerimizden çıkan organik atıklar yaklaşık 3-5 cm uzunluğunda küçük parçalara ayrılır. Bu, yararlı mikroorganizmaların atığa erişmesini ve onu dönüştürmesini kolaylaştırır. Katman yaklaşık 2,54 cm (bir inç) kalınlığında olmalıdır.



Şekil 23. Mutfak atığının bıçakla daha küçük parçalara kesilmesi

3. Mutfak atığı katmanının (yaklaşık 2,5-3 cm kalınlığında) üzerine bir avuç Bokaşi kepeği serpin; ince bir toz tabakası yeterlidir (Şekil 24); kalın olması gerekmez. Atıkların arasında et ürünleri varsa o bölgeye fazladan kepek serpin. Daha fazla kepek eklemek, az eklemekten daha iyidir. Atığın kaba eklenmesinden sonra kötü bir koku oluşursa ilave kepek eklenmesi gerekir.





Şekil 24. Mutfak atığı katmanının üzerine bir avuç Bokaşi kepeği serpilmesi

4. İçeriği nazikçe karıştırın ve sıkıştırın (Şekil 25). İçeriğin sıkıştırılması, Bokaşi kepeğindeki mikroorganizmalar ile gıda atığı arasındaki teması artırır. Ayrıca bileşenler arasındaki hava boşluklarının azaltılmasına yardımcı olur ve fazla sıvının sistem içinde aşağı doğru tahliye edilmesini sağlar.




Şekil 25. Mutfak atığının sıkıştırma kapağıyla sıkıştırılması

5. Bokaşi kepeği serpilmiş mutfak atığı katmanının üzerini plastik bir torbayla kapatın (Şekil 26) ve aşağı doğru bastırın. Bu adım zorunlu değildir; ancak kap tamamen dolana kadar atığın daha hava geçirmez bir ortamda tutulmasına yardımcı olur. Diğer bir isteğe bağlı adım ise katmanların sıkışmasına yardımcı olmak amacıyla torbanın üzerine bir tuğla, taş dolu bir torba veya başka bir ağır nesne yerleştirmektir.



Şekil 26. Plastik torba kullanımı

6. Kabın kapağı kapatılır (Şekil 27). Bir sonraki atık grubu ekleneceğinde kapak açılır, atık kaba eklenir, yararlı mikroorganizmalar serpilir, içerik sıkıştırılır ve kapak yeniden kapatılır. Bu işlem kap dolana kadar sürdürülür.



Şekil 27. Mutfaktaki kapalı Bokaşi kovası

7. Kova atıkla dolduğunda, doğrudan güneş ışığından uzak, 16-32 °C sıcaklıktaki bir ortama yerleştirilir ve atığın fermente olabilmesi için 15 gün bekletilir. Hava sıcaklığına bağlı olarak Bokaşi sızıntı sıvısı, kovanın altındaki musluktan haftada bir veya iki kez boşaltılmalıdır. Sızıntı sıvısı (Şekil 28), 100 kat

seyreltilerek toprağa dökülebilir veya gecikmeden seyreltilmeden lavaboya dökülerek gider temizleyicisi olarak kullanılabilir.



Şekil 28. Bokaşi sızıntı sıvısı

İki hafta sonra kova açıldığında ekşi, elma sirkesini andıran bir koku algılanacaktır. Kova kötü kokmak yerine sirke gibi kokuyorsa fermantasyon başarılı olmuştur. Kötü kokulu bir ürün ile başarılı şekilde fermente olmuş, ekşi ve elma sirkesini andıran bir ürün arasındaki fark kolaylıkla ayırt edilebilir.

Başarılı bir fermantasyondan sonra, gıda atığının yüzeyini kaplayan beyaz, pamuksu miselyum genellikle görülecektir (Şekil 29). Beyaz miselyum, sürecin iyi ilerlediğinin olumlu bir işaretidir. Kova iyi koktuğu sürece fermantasyon başarılıdır. Beyaz miselyumun görülmesi olumludur; ancak başarılı fermantasyonun zorunlu bir göstergesi değildir.



Şekil 29. Başarılı fermantasyon

4. Bokaşi Hammaddeleri

4.1. Atıklardan Elde Edilen Organik Malzemeler

Hammaddeler, Bokaşi işleminde kullanılan organik hammaddelerdir. Hammaddeler, Bokaşi formülasyonlarının substratı, besin kaynağı, mikrobiyal konakçısı ve yapısal bileşenleri olarak işlev görür.

A. Mutfak ve Organik Gıda Atıkları

Bunlar tipik olarak Bokaşi kabında en sık kullanılan malzemelerdir. Gıda atığı parçaları büyükse, daha iyi işleme ve ayrışma sağlamak için ideal olarak 3-5 cm'den küçük parçalara doğranmalıdır.

- Meyve ve sebze artıkları: Muz kabuğu, nar kabuğu, portakal ve elma kabuğu gibi sebze ve meyvelerin kabukları, çekirdekleri ve kırpıntıları.



- Beyaz veya tam buğday ekmeği, makarna, pirinç, bulgur, kuskus, erişte, kahvaltılık gevrekler, artmış sandviçler, pizza, pişmiş tahıl yemekleri ve güveç, pilav veya tahıl içeren kızartma yemekleri gibi karışık yemekler de dahil olmak üzere ekmek, tahıllar ve karışık yemek artıkları.
- Et, balık, çiğ veya pişmiş sığır eti, tavuk, kuzu ve hindi gibi süt ürünleri, balık ve deniz ürünleri, sosis veya şarküteri dilimleri gibi işlenmiş etler, süt, peynir, yoğurt, tereyağı ve krema dahil olmak üzere süt ürünleri ve bu malzemeleri içeren yemeklerden kalan artıklar (az yada önerilen miktarda).
- Kahve telvesi ve çay poşetleri.



- Yumurta kabukları ve küçük kemikler



B. Kepek ve Taşıyıcı Malzemeler (Bokaşi Kepeği / Başlangıç Kültürü için)

Bokaşi kepeği, fermantasyon için gerekli olan laktik asit bakterileri ve maya gibi mikroorganizmalarla aşılanmış bir taşıyıcı bazdır. Araştırmalar, Bokaşi mayası için en yaygın taşıyıcıların buğday ve pirinç kepeği olduğunu ve genellikle daha yüksek azotlu kepek (hint fasulyesi, pamuk tohumu veya baklagiller) ile birleştirildiğini göstermektedir. Genellikle şunlardan yapılır:

- Buğday kepeği



- Pirinç kepeği veya kabuğu,
- Hint fasulyesi kepeği,
- Pamuk tohumu / baklagiller,
- Yulaf, arpa veya darı gibi diğer kepekler veya kabuklar,
- Bira üretiminden arta kalan tahıl posası,
- Kahve telvesi,
- Talaş.

Bunlar karışıma hacim verir, karbon sağlar ve fermantasyon sırasında mikrobiyal başlatıcı için ortam görevi görür. Kolayca fermente edilebilen karbon kaynağı olarak melas veya şeker çözeltileri kullanılabilir.

C. Karbonca Zengin Malzemeler

Bazı Bokaşi sistemleri, tekstürü ve havalandırmayı daha da iyileştirmek için kuru ve karbonca zengin malzemeleri içerir:

- Hindistan cevizi lifi (doğranmış)
- Talaş veya odun tozu (işlenmemiş ağaçtan)
- Kurutulmuş yapraklar veya saman
- Az miktarda karton/kağıt (nem kontrolü için))

Bu malzemeler, karışımın nem içeriğini dengelemeye yardımcı olarak ve değerli bir karbon kaynağı sağlayarak süreçte önemli bir rol oynar. Keçi gübresi, at altlık atığı, çeltik kavuzu biyokömürü ve inek gübresi farklı oranlarda hammadde olarak kullanılabilir. Örneğin, %60 at altlık atığı, %20 inek gübresi ve %20 çeltik kavuzu biyokömürü birleştirilerek kaliteli bir Bokaşi kompostu üretilebilir ve 30 günlük olgunlaşma süresi genelde yeterlidir. Bu kombinasyonun fitotoksik olup olmadığı çimlenme testi ile de doğrulanmıştır. Meyve çekirdeklerinden (kiraz, zeytin, kayısı ve şeftali çekirdekleri) üretilen biyokömür de Bokaşi hammadde karışımlarında etkili bir bileşen olarak kullanılabilir.

D. Azot bakımından zengin maddeler (verimliliği artırıcı)

Yüksek azotlu hammaddelerin kullanılmasının nedeni, kompostun C/N oranını (başlangıç karışımında yaklaşık 25-30:1, nihai Bokaşi'de 10-20:1) korumaktır. Bunlar arasında süt sığırı, kümes hayvanları, domuz, inek, keçi, at, koyun ve keçi gübreleri ile balık unu ve balıkçılık atıkları yer almaktadır.

E. Özel Katkı Maddeleri ve Yerel Kaynaklar

Daha karmaşık veya amaca yönelik Bokaşi formülasyonlarında (biyogübreler gibi), ek bileşenler kullanılabilir:

- Pekmez veya esmer şeker (mikrobiyal besin kaynağı)
- Odun kömürü / biyokömür (mikroorganizmalar için yüzey alanı, besin tutma)
- Gübre veya kil (mikrobiyal çeşitlilik ve besin maddeleri)
- Kaya unu / odun külü (mineral kaynakları)
- Lokasyona özel mahsul atıkları (çeltik kavuzu, mısır sapı vb.), mandıra altlıkları ve buğday samanının kompostlanması sırasında NH_3-N kaybını azaltmak için ek karbon kaynağı olarak melas eklenebilir

4.2. Bokaşi Kompostuna Daha Az Uygun Olan veya Kaçınılması Gereken Materyaller

Bokaşi kovasında fazla nem sorun oluşturabilir. Bira, süt, meyve suyu ve yağ gibi sıvılar kovadaki nem miktarını artırabilir. Aşağıdaki materyallerin kullanılmasından kaçınılmalıdır (Şekil 30).

- Kükürt içeren melas,
- Küflenmiş veya çürümüş gıdalar,
- Büyük kemik parçaları gibi materyaller,

- Organik olmayan atıklar (plastik, metal vb.),
- Yeterli nem olmadan aşırı miktarda kuru karbon içeren materyaller. Örneğin; kuru ekmek, kuru pirinç veya çay yapraklarının nemli gıda atıklarıyla karıştırılmadan büyük miktarlarda eklenmesi, Bokaşi kovasında fazla miktarda kuru karbon oluşmasına ve yeterli nemin bulunmamasına neden olabilir.



Şekil 30. Bokaşi kompostlamasında kaçınılması gerekenler

5. Fermente Edilmiş Materyalle Ne Yapılmalı?

Bokaşi fermantasyon süreci tamamlandıktan sonra elde edilen materyal henüz tam olarak olgunlaşmış kompost değildir. Bunun yerine, daha ileri bir ayrışma sürecine veya toprağa karıştırılarak olgunlaşmaya ihtiyaç duyan, besin maddelerince zengin, önceden fermente edilmiş organik bir materyaldir. Fermente edilmiş materyalin doğru şekilde yönetilmesi, çevresel ve tarımsal faydaların en üst düzeye çıkarılması açısından önemlidir. Bu bölümde, Bokaşi ile fermente edilmiş materyalin evlerde, bahçelerde ve saksılı yetiştiricilikte kullanılmasına yönelik pratik yöntemler açıklanmaktadır.

5.1. Toprağa Gömme

Bokaşi ile fermente edilmiş atıkların kullanımında en yaygın yöntem, materyalin doğrudan toprağa gömülmesidir.

Fermente edilmiş materyal:

1. Yaklaşık 15–30 cm derinliğinde açılan bir hendek veya çukura gömülmeli,
2. Tamamen toprakla kapatılmalı,
3. Bitki dikiminden önce birkaç hafta toprakta bırakılmalıdır.

Bu süreç boyunca:

- Mikroorganizmalar organik materyalin ayrışmasını sürdürür,
- Organik madde toprakla bütünleşir,
- Besin maddeleri bitkilerin kullanabileceği forma dönüşür.

Taze Bokaşi materyali fermantasyon nedeniyle asidiktir. Gömme işleminden hemen sonra köklerle doğrudan temas etmesi, genç bitkilerde geçici strese neden olabilir. Materyalin toprakta 2–4 hafta süreyle stabilize olmasına izin verilmesi, besin maddelerinin güvenli bir şekilde dönüşmesi için genellikle yeterli bir süre sağlar.

Bokaşi materyalinin toprağa gömülmesi; toprak verimliliğini, mikrobiyal çeşitliliği, nem tutma kapasitesini ve uzun vadeli toprak yapısını iyileştirmeye katkıda bulunur.

Bu yöntem özellikle aşağıdaki alanlarda kullanıma uygundur:

- Sebze bahçeleri,
- Çiçek tarhları,
- Meyve bahçeleri,
- Yüksek yetiştirme yatakları.

5.2. Bokaşi Ön Kompostunun Bitkilerde Kullanımı

Bokaşi materyali, ev bahçelerinde ve saksılı yetiştiricilikte de kullanılabilir. Bahçelerde fermente edilmiş Bokaşi kompostu materyali:

- Bitki sıraları arasına gömülebilir,
- Dikim çukurlarına eklenebilir,
- Boş yetiştirme alanlarına uygulanabilir,
- Yetiştirme sezonundan önce bahçe toprağına karıştırılabilir.

Bokaşi sebze üretiminde, çiçekli bitkilerde, çalılarda ve meyve ağaçlarında kullanmaktadır. Saksılı bitkilerde ise daha küçük miktarlar kullanılmalı ve uygulama dikkatli yapılmalıdır.

Saksı bitkilerinde önerilen Bokaşi Kompostu uygulamalar şunlardır:

- Küçük miktarlardaki materyali kök bölgesinin altına, yeterince derine gömmek,
- Fermente edilmiş materyali dikimden önce toprakla karıştırmak,
- Hassas köklerle doğrudan temasından kaçınmak.

Saksılı bitkiler, Bokaşi uygulaması sonucunda besin maddelerinin yarayışlılığının artması, daha iyi su tutma kapasitesi ve mikrobiyal aktivitenin gelişmesi gibi faydalardan yararlanabilir. Bununla birlikte, aşırı miktarda Bokaşi kullanılması küçük saksılarda geçici olarak asiditenin artmasına veya anaerobik koşulların oluşmasına neden olabilir.

Bokaşi, organik madde ve azot gibi besin maddeleri sağlayan kompost benzeri bir organik toprak düzenleyicisidir. Ancak mikrobiyal inokulantların kullanılması sayesinde kompostlama sürecine kıyasla daha kısa sürede üretilebilir. Bununla birlikte, kullanılan materyallere ve uygulanan yönteme bağlı olarak, elde edilen son ürün bazı durumlarda kısmen stabilize olmuş durumda kalabilir.

Bokaşi; bitki büyümesini, verimi ve yapraklardaki azot içeriğini artırabilir. Ancak özellikle yüksek amonyum seviyeleri gibi uygun olmayan koşullar, çevresel risklere veya fitotoksisiteye neden olabilir. Bu nedenle, uygulama öncesinde Bokaşi'nin olgunluk ve güvenlik durumunun değerlendirilmesi önemlidir. Bu değerlendirmede azot formlarının belirlenmesi ve tohum çimlenme testleri gibi yöntemlerden yararlanılabilir.

Bokaşi uygulamaları üzerine yapılan çalışmalar genel olarak bitki büyümesi ve verimi üzerinde olumlu etkiler göstermektedir. Örneğin, ıspanak üzerinde yapılan bir araştırmada Bokaşi'nin bitki büyümesini ve verimliliğini artırdığı; ayrıca vermikomposta kıyasla daha dengeli bir azot kaynağı sağladığı ve termofilik komposta göre besin maddelerinin bitkiler tarafından daha kolay alınabilir olmasını desteklediği gösterilmiştir. Bunun yanında Bokaşi, potasyum, demir, mangan ve çinko gibi temel besin elementlerinin miktarını artırarak bitkilerin besin kalitesini de iyileştirmiştir.

Bokaşi sızıntı suyu, organik materyallerin Bokaşi karışımı ile birlikte anaerobik fermantasyona tabi tutulduğu Bokaşi kompostlama sürecinde oluşan sıvıdır. Bu sıvı; kovaya eklenen su, organik atıklar, Bokaşi kepeği, mikroorganizmalar ve bunların fermantasyon yan ürünlerinin bir karışımından oluşur. Genellikle sarı-turuncu renkte olup sirkeyi andıran bir kokuya sahiptir.

Bokaşi sıvısının toplandıktan sonra ideal olarak birkaç saat içinde kullanılması önerilir. Bokaşi sıvısı bitkilere hemen uygulanamayacak olsa bile lavabo veya tuvalet giderlerine dökülebilir.

Bokaşi sıvısı asidik olduğundan, toprağa uygulanmadan önce **en az 1:100 oranında suyla seyreltilmelidir**. Seyreltilmeden doğrudan uygulanması bitkilerde yanıklara neden olabilir. Daha seyreltilmiş 1:500 oranındaki çözelti, tohumların ıslatılmasında da kullanılabilir.

Bokaşi uygulamasının kahve, marul, yer fıstığı, domates ve arpacık soğanı gibi farklı bitki türlerinde verim ve bitki gelişimini artırdığı bildirilmiştir. Özellikle arpacık soğanında verimin %145'e kadar arttığı belirlenmiştir. Marulda ise Bokaşi uygulaması toplam ve pazarlanabilir verimin yanı sıra baş büyüklüğünü de artırmıştır.

Bokaşi kompostunun farklı bitkiler üzerinde de olumlu etkileri bildirilmiştir. Örneğin, *Pinus pseudostrobus* fidanlarında dikim stresini azaltarak fidanların yaşama oranını %87–100 seviyelerine çıkardığı ve fidan boyunu artırdığı bildirilmiştir. Kahvede (*Coffea arabica* cv. 'Bourbon'), %60–66 oranındaki Bokaşi uygulamalarının verimi artırdığı; çarkıfelek meyvesinde (*Passiflora edulis*) ise %16 Bokaşi uygulamasının erken dönem büyüme ve gelişme açısından en iyi sonucu verdiği belirtilmiştir.

Maydanoz

Toprağa %15 ve %30 oranlarında Bokaşi kompostu uygulanması, maydanoz yapraklarında klorofil indeksini ve kuru madde ağırlığını artırmıştır. %30 uygulama dozu ayrıca maydanoz bitkilerinin yapraklarındaki fosfor (P) düzeyini ve topraktaki P içeriğini de artırmıştır. Maydanoz gelişimini desteklemek için toprağa ağırlık esasına göre en az %15 Bokaşi kompostu (1 kg toprak için 150 g kompost) uygulanması önerilmektedir.

Marul

Bokaşi kompostu toprakla iyice karıştırılmış ve 60 gün süreyle ön inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresinin sonunda, homojen bir karışım elde etmek amacıyla toprak elle karıştırılmıştır. Daha sonra her saksıya bir marul fidesi dikilmiş ve bitkiler iki ay boyunca yetiştirilmiştir. Sonuçlar, süt sığırı gübresinden elde edilen Bokaşi'nin marul için en etkili uygulama olduğunu göstermiştir. Bokaşi, özellikle 7,5 t ha^{-1} uygulama dozunda bitki gelişimini ve besin maddesi alımını artırmıştır. Gübrenin Bokaşi yöntemiyle kompostlanmasının, ham gübre kullanımına kıyasla daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir.

Bamya

10 g/bitki EM Bokaşi uygulaması, bamyanın hem vejetatif hem de generatif gelişimini desteklemiş; daha kalın gövdelerin oluşmasını ve daha fazla meyve elde edilmesini sağlamıştır. En uygun yaklaşımın, dengeli bitki gelişimi ve daha sürdürülebilir üretim sağlamak amacıyla azaltılmış NPK gübrelemesi ile EM Bokaşi'nin birlikte kullanılması olduğu belirlenmiştir.

Kakao

Kakao için en etkili uygulamanın, ağaç başına yılda 2 kg Bokaşi olduğu belirlenmiştir. Bu uygulama toprakların kimyasal verimliliğini önemli ölçüde iyileştirmiş ve kakao verimini artırmıştır. Ayrıca Bokaşi, temel besin maddelerini sağlayarak toprak kalitesinin iyileştirilmesine katkıda bulunurken, yüksek düzeylerde toksik olabilen alüminyum (Al) gibi zararlı elementlerin etkisinin azaltılmasına da yardımcı olmaktadır.

Özetle, önerilen bokaşi uygulama oranları ıspanak için yaklaşık 5 t/ha, marul için 7,5 t/ha, roka için 3 t/ha ve soğan için 3 t/ha iken, saksıda yetiştirilen bitkiler için bitki başına en az 10 g dır.

5.3. Toprak Düzenleyici Olarak Kullanımı

Bokaşi materyalinin en önemli avantajlarından biri, toprak düzenleyici olarak işlev görmesidir. Sentetik gübrelerin aksine Bokaşi, yalnızca besin maddeleri sağlamakla kalmaz; aynı zamanda toprağa organik madde ve yararlı mikroorganizmalar da kazandırır.

Fermente edilmiş organik materyalin toprağa eklenmesi:

- Sıkışmış toprakların gevşemesine,
- İnce bünyeli toprakların havalanmasının iyileştirilmesine,
- Toprağın su tutma kapasitesinin artırılmasına,
- Sağlıklı kök gelişiminin desteklenmesine katkıda bulunur.

Bokaşi; bakteriler, mantarlar, solucanlar ve diğer ayrıştırıcı organizmalar gibi yararlı toprak canlılarının faaliyetlerini destekler. Sağlıklı mikrobiyal aktivite; besin maddelerinin döngüsüne, hastalıkların baskılanmasına ve uzun vadeli toprak verimliliğinin korunmasına katkı sağlar. Fermente edilmiş Bokaşi materyali; azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve çeşitli mikro besin elementleri içerir. Bu besin maddeleri, organik materyalin toprakta ayrışması devam ettikçe kademeli olarak bitkilerin kullanımına sunulur.

Bokaşi kovasından elde edilen materyal, bitkilere uygulanmadan önce ön kompostlama aşaması için toprağa gömülerek belirli bir süre bekletilmelidir. Önerilen uygulama adımları aşağıda açıklanmaktadır.

Bokaşi Ön Kompostunun Toprağa Uygulanması

Bokaşi ön kompostunu toprağa uygulamak için aşağıdaki adımlar izlenebilir:

1. Yaklaşık 30 cm derinliğinde ve kürek genişliğinde bir hendek açın. Hendek uzunluğu, kullandığınız kabın yüksekliğinin yaklaşık iki katı olmalıdır.
2. Kovada biriken fazla Bokaşi sıvısını başka bir kaba boşaltın ve daha sonra kullanmak üzere saklayın.
3. Bokaşi ön kompostunu hendeğe boşaltın ve eşit şekilde yayın.
4. Üzerine yaklaşık 2,5 cm kalınlığında ince bir toprak tabakası ekleyin ve ön kompostla iyice karıştırın.
5. Hendeği toprakla doldurun ve hayvanların materyale ulaşmasını önlemek amacıyla üzerinde yaklaşık 15 cm kalınlığında toprak örtüsü bırakın.
6. Ayrışma sürecini bekleyin. Yaklaşık 2 hafta sonra dikim yapılabilir. Materyalin büyük bölümü yaklaşık 4 hafta içinde tanınmayacak şekilde ayrışır.

Ön kompostun toprağa gömülmesinin temel amacı, asidik ortamın organik atıkların hücre duvarlarının parçalanmasını kolaylaştırması ve böylece materyalin toprak içerisinde daha ileri düzeyde ayrışarak toprağa kazandırılmasıdır. Bu süreç aynı zamanda toprak pH'sının dengelenmesine katkıda bulunabilir.

Bokaşi ile birlikte toprağa kazandırılan yararlı mikroorganizmalar, toprakta bulunan diğer mikroorganizmalarla etkileşime girerek yararlı mikrobiyal toplulukların gelişimini destekler.

Ön kompostlama sürecinin başlangıcında atıklar, kovaya konuldukları zamanki görünüşlerini büyük ölçüde koruyabilir; ancak artık fermente edilmiş gıda atığı niteliğindedir. Turşu üretiminde olduğu gibi, fermantasyon süreci materyalin dış görünüşünü her zaman belirgin şekilde değiştirmez; ancak kimyasal ve biyokimyasal yapısında önemli değişikliklere neden olur (Şekil 31). Bokaşi ön kompostu, bitki sıraları arasına, **bitki köklerinden yaklaşık 30 cm** uzakta olacak şekilde gömülebilir. Bunun için yaklaşık 30 cm derinliğinde bir çukur açılarak materyal toprağa gömülebilir (Şekil 32). Bokaşi ön kompostu saksılarda da kullanılabilir. Yaklaşık 15 gün sonra saksının üst kısmı açılarak fermente materyalin üzerine bitki dikilebilir (Şekil 33 ve 34).



Şekil 31. Ön Kompost veya Bokaşi Kompostu

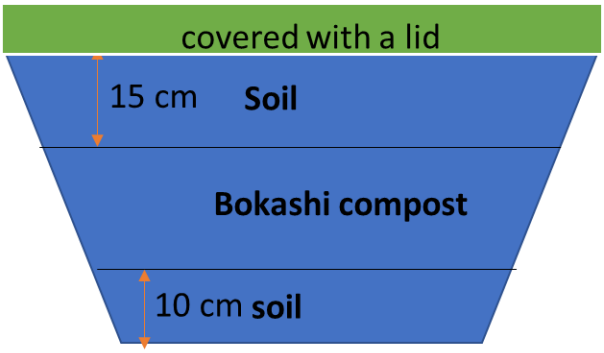








Şekil 32. Bitki Sıraları Arasına, Köklerden 30 cm Uzağa ve 30 cm Derinliğindeki Çukura Gömülerek Bokaşi Uygulaması



Şekil 33. Bokaşi'nin Saksıda Şematik Uygulaması



Şekil 34. Saksıda Bitki Dikimi

Ön kompostun gömüldüğü alana 2 hafta sonra dikim yapılabilir. Ön kompostun yaklaşık 2–4 hafta içerisinde tamamen ayrışarak dönüşmesi beklenir. Bu süre; kullanılan atığın türüne, toprak koşullarına ve hava sıcaklığına bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Şekil 35 ve Şekil 36).



Şekil 35. Toprakta Olgunlaşmış Kompost

Toprağa gömülmesine ek olarak, Bokaşi materyali aşağıdaki şekillerde de kullanılabilir:

- Geleneksel kompost yığınlarına eklenebilir,
- Yükseltilmiş yetiştirme yataklarına karıştırılabilir,
- Sera yetiştiriciliğinde kullanılabilir,
- Permakültür sistemlerinde uygulanabilir.

Bokaşi materyalinin geleneksel kompost yığınlarına eklenmesi, ayrışma sürecini hızlandırabilir ve mikrobiyal aktiviteyi artırabilir.



Şekil 36. Bokaşi Ön Kompostunun Kullanımı

6. Tarlada Büyük Ölçekli Bokaşi Kompostu Üretimi

500 kg gül yağı işleme atığının Bokaşi yöntemiyle kompostlanması açık alanda gerçekleştirilebilir. Bunun için yaklaşık 1 m çapında ve 1 m uzunluğunda, 6–7 katmandan oluşan bir atık yığını hazırlanabilir. Katmanlar aşağıdaki sırayla oluşturulur.Bokaşi kepeği + LAB + 15 cm atık uygulanır. Her katman, 5 litrelik sırt tipi pülverizatör kullanılarak hazırlanan 4 L klorsuz su + 400 mL melas + 400 mL LAB karışımı ile nemlendirilmelidir. Uygulama sırasında her katmanda yaklaşık %60 nem içeriğinin sağlanmasına dikkat edilmelidir. Yığın oluşturulurken yalnızca Bokaşi kepeği de kullanılabilir. Bunun için zemine birkaç kürek Bokaşi kepeği serilir. Üzerine 15–20 cm kalınlığında organik atık tabakası yerleştirilir. Atığın üzerine tekrar birkaç kürek Bokaşi kepeği serilir. Bu işlem katmanlar halinde tekrarlanarak yaklaşık 1–1,5 m yüksekliğinde bir yığın oluşturulur.

Katmanların homojen şekilde karışmasını sağlamak amacıyla materyal kürekle karıştırılabilir. Daha sonra yığın, hava ve ışık geçirmeyen kalın, opak naylon ile tamamen örtülmeli ve örtünün açılmasını önlemek için üzerine ağırlıklar yerleştirilmelidir. Uygulama eğimli beton zeminlerde veya toprak yüzeylerde gerçekleştirilebilir. Fermantasyon sırasında oluşabilecek sızıntı suyunun kontrollü şekilde yönetilmesi, çevreye ve özellikle yeraltı sularına yönelik olası risklerin önlenmesi açısından önemlidir.






7. Haneler İçin Pratik Öneriler

7.1. Yeni Başlayanlar İçin Önemli Kurallar

Ekolojik atık yönetimiyle ilgilenen yeni başlayanlar için aşağıdaki öneriler yararlı olacaktır. Bokaşi yöntemini tercih ediyorsanız:

- Kabın kapağını sıkıca kapalı tutun.
- Biriken sıvıyı düzenli olarak boşaltın.
- Her atık katmanından sonra Bokaşi kepeği ekleyin.
- Kovada aşırı miktarda sıvı birikmesine izin vermeyin.
- Fermente olmuş atıkları bekletmeden toprağa gömün.

Bokaşi uygulamasında yöntemin kendisinden çok, uygulamanın düzenli ve doğru şekilde yapılması önemlidir. Yeni kullanıcılar öğrenme sürecinde bazı küçük sorunlarla karşılaşabilir. En yaygın hatalar şunlardır:

- Kapağı çok sık açmak,
- Aşırı miktarda sıvı eklemek,
- Yetersiz Bokaşi kepeği kullanmak,
- Atıkları fermantasyona başlamadan önce çok uzun süre bekletmek,
- Fermente edilmiş materyali doğrudan toprak yüzeyinde açıkta bırakmak.

Bu sorunların çoğu, nemin uygun şekilde kontrol edilmesi ve kabın hava almayacak şekilde kapatılması ile kolaylıkla önlenebilir veya giderilebilir.

7.2. Güvenlik ve İyi Uygulamalar

En iyi sonuçları elde etmek için aşağıdaki pratik önerilere uyulmalıdır:

- Fermente edilmiş materyali toprak yüzeyinde açıkta bırakmayın.
- Materyalin üzerini her zaman toprakla kapatın.
- Uygulamadan hemen sonra genç bitki kökleriyle doğrudan temasından kaçının.
- Küçük saksı ve kaplarda ölçülü miktarlarda kullanın.
- Fermente edilmiş materyali fermantasyon tamamlandıktan sonra uzun süre bekletmeden kullanın.

Doğru uygulama ve yönetim, besin maddelerinin etkin şekilde geri dönüştürülmesini sağlarken koku ve haşere sorunlarının da en aza indirilmesine yardımcı olur. Bokaşi ile fermente edilmiş materyal, doğru kullanıldığında toprak kalitesini ve bitki gelişimini önemli ölçüde iyileştirebilen değerli bir organik kaynaktır. En etkili kullanım alanları şunlardır:

- Bahçe toprağına gömülmesi,
- Yükseltilmiş yetiştirme yataklarında uygulanması,
- Saksı ve kaplara dikkatli bir şekilde karıştırılması,
- Biyolojik toprak düzenleyici olarak kullanılması.

8. Bokaşi'nin Önemi

Makro Besin Maddelerinin Artırılması

Araştırmalar, Bokaşi uygulamasının azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) gibi temel bitki besin maddelerinin miktarını artırdığını göstermektedir. Bokaşi; organik maddenin ayrışmasını teşvik eden ve besin maddelerinin mineralizasyonunu iyileştiren laktik asit bakterileri ve mayalar gibi farklı Etkin Mikroorganizmaları (EM) bünyesinde barındırır. Ayrıca, besin maddelerinin döngüsünde önemli rol oynayan fosfataz ve üreaz gibi toprak enzimlerinin aktivitesini de artırabilir.

Gıda atıklarından elde edilen EM Bokaşi, termofilik kompost ve vermikomposta kıyasla bitkilerin yararlanabileceği azotu daha uzun süre sağlayabilen etkili bir organik toprak düzenleyicisidir. Sürekli ve kademeli besin salınımı (N, P ve K) sayesinde bitki gelişimini ve biyokütle oluşumunu destekler. Bunun yanı sıra, anaerobik fermantasyon süreci, toprakta indirgen koşulların oluşmasına katkıda bulunarak demir (Fe) ve mangan (Mn) gibi redoks özellik gösteren mikro besin elementlerinin yarayışlılığını artırabilir. Bokaşi'nin bitkilere daha uzun süre inorganik azot sağlayabildiği bildirilmiştir. Genel olarak EM Bokaşi, organik sebze üretim sistemlerinde tamamlayıcı veya alternatif bir gübre olarak değerlendirilebilir.

Birden fazla yıl boyunca yürütülen çalışmalar, Bokaşi'nin temel toprak mineral içeriklerini önemli ölçüde iyileştirebildiğini göstermiştir. Bokaşi tek başına uygulanabilse de biyokömür gibi diğer toprak düzenleyicilerle birlikte kullanıldığında, aralarındaki sinerjik etkileşimler nedeniyle etkileri daha belirgin hale gelebilir.

Örneğin, Bokaşi + %2 biyokömür uygulamasının toplam toprak azotunu önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir. Kullanılabilir fosfor, kontrol uygulamasına kıyasla %80'e kadar, yalnızca Bokaşi uygulamasına kıyasla ise yaklaşık %58 oranında artabilmektedir. Benzer şekilde, ekstrakte edilebilir potasyum düzeylerinin işlenmemiş toprağa kıyasla 4 kata kadar daha yüksek olabildiği bildirilmiştir.

Genel olarak bu bulgular, **Bokaşi'nin biyokömür ile birlikte uygulanmasının**, yalnızca Bokaşi kullanımına kıyasla besin maddelerinin yarayışlılığını ve toprak verimliliğini daha etkili şekilde artırabileceğini göstermektedir.

Su Tutma Kapasitesi

Bokaşi kompostu ve **Bokaşi–biyokömür karışımları**, toprakların su tutma kapasitesini artırmada ve sınırlı su koşullarında bitkilerin su kullanım etkinliğini geliştirmede oldukça etkilidir. Bu kombinasyon, **su stresinin azaltılmasına** ve bitkilerin daha iyi gelişmesine katkıda bulunur. Ayrıca, birlikte uygulandığında toprak **pH'sı ve organik karbon içeriği** de artarak toprak kalitesinin iyileştirilmesine katkı sağlar.

Bokaşi kompostunun toprağa uygulanması, özellikle **kış mevsiminde toprakların su tutma kapasitesini önemli ölçüde artırmıştır**. Podzol topraklarında Bokaşi uygulamasının su tutma kapasitesini **%77'ye kadar artırdığı** bildirilmiştir.

Toprak Agregat Stabilitesi ve Katyon Değişim Kapasitesi (KDK)

Bokaşi, toprağın Katyon Değişim Kapasitesini (KDK) artırarak bitkilerin besin maddelerine erişimini kolaylaştırır. Aynı zamanda toprak yapısını ve su tutma kapasitesini iyileştirir.

50 t ha^{-1} Bokaşi kompostu uygulaması, toprak agregat stabilitesini (ortalama ağırlıklı çap) önemli ölçüde iyileştirmiştir. Podzol alanında kış döneminde agregat stabilitesinde yaklaşık 0,73 mm (%40,5) artış sağlanmıştır. Mevsimler arasındaki değişim değerlendirildiğinde ise Bokaşi uygulaması yaz döneminden kış dönemine kadar agregat stabilitesinde 1,21 mm'ye kadar artış sağlamıştır. Bu sonuç, işlenmemiş kontrol toprağına kıyasla Bokaşi'nin toprak yapısı üzerinde önemli ölçüde olumlu etkisi olduğunu göstermektedir.

Bokaşi, toprak yapısını ve agregat stabilitesini iyileştirerek organik karbonun fiziksel olarak korunmasına ve ayrışmasının yavaşlatılmasına katkıda bulunur. Böylece toprak organik karbonunun (SOC) korunmasını destekler.

Karbon Tutulumunun Artırılması

Bokaşi, geleneksel aerobik kompostlamaya kıyasla karbon yönetimi açısından daha avantajlı bir yöntem olarak giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bokaşi anaerobik bir fermantasyon süreci olduğundan, başlangıçtaki organik maddenin daha büyük bir bölümünün korunmasını sağlayabilir. Bokaşi uygulamasının, geleneksel kompostlama yöntemlerine kıyasla toprak organik karbonunu %17'ye kadar daha fazla artırabildiği bildirilmiştir. Bokaşi; şekerler, organik asitler ve mikrobiyal biyokütle içererek kolay ayrışabilir karbon havuzlarına katkıda bulunur. Zaman içerisinde bu karbonun bir bölümü hümik maddeler gibi daha kararlı formlara dönüşerek uzun vadeli karbon tutulmasına katkı sağlayabilir.

Emisyonların Azaltılması

Geleneksel kompostlama sırasında, özellikle metan (CH_4) olmak üzere çeşitli sera gazları açığa çıkabilir. Buna karşılık, Bokaşi fermantasyonunda metan oluşumu genellikle daha sınırlıdır. Bu süreç, organik karbonun önemli bir bölümünün toprakta tutulmasına katkıda bulunarak sera gazı emisyonlarının azaltılmasını ve karbonun toprakta depolanmasını destekleyebilir.

9. Genel Değerlendirme

Bokaşi kompostlaması, organik atıkların yönetimi için yenilikçi ve çevre dostu bir yöntemdir. Hanelerin gıda atıklarını verimli, hijyenik ve sürdürülebilir bir şekilde geri dönüştürmesine olanak sağlar. Geleneksel kompostlamadan farklı olarak Bokaşi, yararlı mikroorganizmalar tarafından desteklenen anaerobik fermantasyon sürecini kullanarak mutfak atıklarını besin maddelerince zengin organik bir materyale dönüştürür.

Bokaşi özellikle aşağıdaki gruplar için önemlidir:

- Kentsel haneler,
- Apartmanlarda yaşayanlar,
- Kompostlamaya yeni başlayanlar,
- Çevreye duyarlı aileler,
- Basit ve uygulanabilir atık azaltma yöntemleri arayan bireyler.

Bu yöntem, günlük yaşamda gerçekleştirilen küçük ölçekli evsel uygulamaların dahi sürdürülebilir yaşam ve çevrenin korunmasına katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Başarılı bir Bokaşi uygulaması birkaç temel prensibe dayanır:

1. Anaerobik Fermantasyon
2. Etkin Mikroorganizmaların (EM) Kullanımı
3. Doğru Atık Yönetimi
4. Fermente Materyalin İkincil Olarak Toprağa Kazandırılması

Bokaşi kompostlamasına başlamak oldukça kolaydır ve yalnızca birkaç temel materyale ihtiyaç duyulur. Evde bir Bokaşi sistemi oluşturmak için genellikle aşağıdakiler gereklidir:

- Hava geçirmez kapağa sahip Bokaşi kovası,
- Bokaşi kepeği veya mikrobiyal inokulant,
- Gıda atıklarını toplamak için küçük bir mutfak kabı,
- Fermente materyalin son aşamada değerlendirilmesi için toprak, bahçe yatağı veya kompost alanı.

Piyasada özellikle yeni başlayanlar için tasarlanmış çeşitli ticari Bokaşi setleri de bulunmaktadır.

Yeni Başlayanlar İçin Adım Adım Bokaşi Uygulaması (Şekil 37).

- ✓ **Adım 1 Gıda Atıklarının Toplanması**
  Mutfakta oluşan uygun organik atıklar toplanır.

- ✓ **Adım 2 — Bokaşi Kepeğinin Eklenmesi**
  Her atık katmanının üzerine uygun miktarda Bokaşi kepeği serpilir.
- ✓ **Adım 3 — Sıkıştırma ve Hava Almadan Kapatma**
  Atıklar sıkıştırılarak mümkün olduğunca havası uzaklaştırılır ve kovanın kapağı sıkıca kapatılır.
- ✓ **Adım 4 — Sıvının Düzenli Olarak Boşaltılması**
  Kovada biriken Bokaşi sıvısı düzenli olarak boşaltılır.
- ✓ **Adım 5 — Fermantasyonun Tamamlanması**
  Kova hava almayacak şekilde kapalı tutulur ve fermantasyon sürecinin tamamlanması beklenir.
- ✓ **Adım 6 — Toprağa Kazandırılması**
  Fermente edilmiş materyal toprağa gömülür veya uygun bir yöntemle toprağa karıştırılarak ikincil ayrışma sürecine bırakılır.

Birçok bölgede gıda atıkları önemli bir çevre sorunu oluşturmaktadır. Ev tipi Bokaşi sistemleri, bireylerin yerel çevrenin korunmasına doğrudan katkıda bulunmalarına olanak sağlar. Küçük ölçekli kompostlama uygulamaları bir araya geldiğinde önemli ölçekte ekolojik faydalar oluşturabilir.

Bokaşi kompostlaması yalnızca teknik bir işlem değil, aynı zamanda eğitici bir çevre bilinci geliştirme faaliyetidir. Aileler, okullar, topluluk bahçeleri ve eğitim kuruluşları Bokaşi'yi giderek daha fazla çevre eğitimi için pratik bir öğretim aracı olarak kullanmaktadır.

Bokaşi kompostlaması, sürdürülebilir çevre uygulamalarının basit, pratik ve hemen herkes tarafından uygulanabilir olabileceğini göstermektedir.

Mutfak atıklarını değerli bir organik materyale dönüştüren haneler:

- Çevresel etkilerini azaltabilir,
- Toprak sağlığını iyileştirebilir,
- Bitki gelişimini destekleyebilir,
- Ekolojik sorumluluğun yerine getirilmesine aktif olarak katkıda bulunabilir.

Bokaşi yöntemi, geleneksel biyolojik bilgiyi modern sürdürülebilirlik uygulamalarıyla bir araya getirerek günümüz atık yönetimi sorunlarına etkili bir çözüm sunmaktadır.

Günlük yaşamda gerçekleştirilen küçük evsel uygulamalar bile daha sağlıklı ekosistemlerin ve daha sürdürülebilir bir geleceğin oluşturulmasına katkı sağlayabilir.



Şekil 37. Bokaşi materyalinin yolculuğu

Kaynaklar

Christel, D. M. (2017). *The use of Bokaşi as a soil fertility amendment in organic spinach cultivation*. The University of Vermont and State Agricultural College.

Dhakal, G., Fujino, T., Magar, S. T., & Araki, Y. (2025). Co-application of Bokaşi and biochar alleviates water stress, improves soil fertility and enhances wheat production under water-deficit conditions. *Soil Systems*, *9*(2), 33.

Erdal, I., Ekinci, K., Kumbul, B. S., & Madenli, E. C. (2025). Effect of dairy manure derived Bokaşi prepared from different organic materials on lettuce growth and mineral nutrition. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, *25*(2), 2923-2936.

Fall, M., Gueye, N., Mbaye, A., Sene, A. D., & Ndiaye, P. A. (2026). Valorization of Agricultural Waste through Bokaşi Production: A Review. *Journal of Applied Life Sciences International*, *29*(1), 1-16.

Footer, A. (2013). Bokaşi composting: scraps to soil in weeks. New society publishers.

Gashua, A. G., Sulaiman, Z., Yusoff, M. M., Samad, M. Y. A., Ramlan, M. F., & Salisu, M. A. (2022). Assessment of fertilizer quality in horse waste-based Bokaşi fertilizer formulations. *Agronomy*, *12*(4), 937.

Higa, T., & Parr, J. F. (1994). Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment (Vol. 1, pp. 16-16). Atami, Japan: International Nature Farming Research Center.

Kok, D. J. D., Scherer, L., de Vries, W., & van Bodegom, P. M. (2023). Temporal variability in organic amendment impacts on hydro-physical properties of sandy agricultural soils. *Soil Science Society of America Journal*, *87*(4), 963-984.

Maass, V., Céspedes, C., & Cárdenas, C. (2020). Effect of Bokaşi improved with rock phosphate on parsley cultivation under organic greenhouse management. *Chilean journal of agricultural research*, *80*(3), 444-451.

Manhounou, K. J. A., Zoumana, K., Alain, K. A. J., Yacouba, K., & Sidiky, B. (2024). Effects of''Bokaşi''Organic Fertilizer on Physico-chemical Soil Fertility and the Yield of Cocoa Trees (Theobroma cacao L.) in Daloa (Central-Western Ivory Coast). *International Journal of Agriculture and Biosciences*, *13*(2), 190-195.

Merfield, C. N. (2012). Treating food preparation 'waste'by Bokaşi fermentation vs. composting for crop land application: A feasibility and scoping review. *Report commissioned by Gisborne District Council. Canterbury: Lincoln University: The BHU Future Farming Centre*.

Mohamad, Z., & Shahruddin, S. (2025). Effect of Organic Fertilizer Vermicompost and Effective Microorganisms (EM) Bokaşi on Okra (Abelmoschus esculentus) Growth. *AgroTech-Food Science, Technology and Environment*, *4*(1), 7-13.

Öz, S. (2025). A Bibliometric Analysis on Bokaşi Technique which is used for Implementing Circular Economy in Food Waste. Journal of İstanbul School of Technology, 1(1), 98-118.

Phooi, C. L., Azman, E. A., & Ismail, R. (2022). Role of organic manure Bokaşi improving plant growth and nutrition: A review. *Sarhad Journal of Agriculture*, *38*(4), 1478-1484.

Quiroz, M., & Céspedes, C. (2019). Bokaşi as an amendment and source of nitrogen in sustainable agricultural systems: A review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, *19*(1), 237-248.

Tojo, S. (Ed.). (2020). Recycle Based Organic Agriculture in a City. Springer.

Şekiller

Şekil 1. Bokaşi nasıl çalışır 6
Şekil 2. Bokaşi ve geleneksel kompostlama arasındaki farklar 9
Şekil 3. Bokaşi sürecinde laktik asit bakterileri 12
Şekil 4. Bokaşi sürecinde mayalar 13
Şekil 5. Bokaşi sürecinde fotosentetik bakteriler 13
Şekil 6. Bokaşi süreç akış şeması 15
Şekil 7. EM Bokaşi kepeği için tüm bileşenlerin karıştırılması 17
Şekil 8. Çift katlı plastik torbaya yerleştirilen karışım 18
Şekil 9. EM Bokaşi kepeğinin kurutulması 18
Şekil 10. Ev yapımı LAB üretimi 20
Şekil 11. Bokaşi ana/saf kültürü 20
Şekil 12. Saf kültür melasla karıştırılabilir ve buzdolabı dışında, oda sıcaklığında saklanabilir 21
Şekil 13. Çift iç içe kova tasarımı 22
Şekil 14. Kovanın tabanına delik açılması 23
Şekil 15. Hava geçirmez kauçuk contalı dişli kova kapağı 23
Şekil 16. Musluklu kova (ev yapımı Bokaşi kovası) 24
Şekil 17. Kova musluğu 24
Şekil 18. Kova eleği 24
Şekil 19. Sıkıştırma kapağı 25
Şekil 20. Ticari olarak üretilen Bokaşi kovası 25
Şekil 21. Ticari olarak temin edilebilen 220 litrelik Bokaşi kabı 26
Şekil 22. Eleğin tabanına bir kat Bokaşi kepeği serpilmesi 28
Şekil 23. Mutfak atığının bıçakla daha küçük parçalara kesilmesi 28
Şekil 24. Mutfak atığı katmanının üzerine bir avuç Bokaşi kepeği serpilmesi 29
Şekil 25. Mutfak atığının sıkıştırma kapağıyla sıkıştırılması 29
Şekil 26. Plastik torba kullanımı 30
Şekil 27. Mutfaktaki kapalı Bokaşi kovası 30
Şekil 28. Bokaşi sızıntı sıvısı 31
Şekil 29. Başarılı fermantasyon 31
Şekil 30. Bokaşi kompostlamasında kaçınılması gerekenler 35
Şekil 31. Ön Kompost veya Bokaşi Kompostu 40
Şekil 32. Bitki Sıraları Arasına, Köklerden 30 cm Uzağa ve 30 cm Derinliğindeki Çukura Gömülerek Bokaşi Uygulaması 41
Şekil 33. Bokaşi'nin Saksıda Şematik Uygulaması 41
Şekil 34. Saksıda Bitki Dikimi 42
Şekil 35. Toprakta Olgunlaşmış Kompost 43
Şekil 36. Bokaşi Ön Kompostunun Kullanımı 44
Şekil 37. Bokaşi materyalinin yolculuğu 51