



Food and Agriculture
Organization of the
United Nations



ÇİFTÇİNİN KOMPOST EL KİTABI

ve Latin Amerika Deneyimleri



Çiftçinin **KOMPOST EL KİTABI** ve Latin Amerika Deneyimleri



Yazarlar:

Pilar Román

María M. Martínez

Alberto Pantoja

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
Latin Amerika ve Karayipler Bölge Ofisi
Santiago, 2015

Bu eser daha önce Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından “Farmer’s Compost Handbook” adıyla İngilizce olarak yayınlanmıştır. Türkçeye çevirisi B.F. Songur tarafından yapılmıştır. FAO bu çeviriden sorumlu değildir. İngilizce orijinal metin ile arasında farklılık olması halinde İngilizce aslı esas alınmalıdır.

Bu eserde geçen tanımlamalar ve materyalin sunumu, herhangi bir ülkenin, bölgenin, kentin ya da bunların yetkililerinin hukuki statüsüne veya gelişim seviyesine veya sınırlarına ilişkin, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) adına bir görüş ifade edilmesi anlamına gelmez.

Belirli şirketlerin veya imalatçıların ürünlerinden söz edilmesi, patentli olsun veya olmasın, bunların adı geçmemiş olan benzerlerine kıyasla FAO tarafından tercih edildiği veya desteklendiği veya onaylandığı anlamına gelmez.

Bu eserdeki görüşler yazar(lar)ına ait olup, FAO’nun görüşlerini ve politikalarını tam olarak yansıttığı iddia edilemez.

© B.F. Songur, 2021 (Türkçe çeviri)

© FAO, 2015 (İngilizce baskı)

FAO bu eserdeki materyalin kullanımını, çoğaltılmasını ve dağıtımını teşvik eder.

Aksi belirtilmedikçe ve herhangi bir şekilde kullanıcıların görüşlerinin, ürün veya hizmetlerinin FAO tarafından desteklendiğine dair yanlış bir izlenim verilmediği sürece, kaynak ve telif sahibi olan FAO’nun usulünce bilgilendirildiği açıkça ifade edilmek koşuluyla kopyalanabilir, indirilebilir, özel çalışma, araştırma ve eğitim amacıyla veya ticari olmayan ürün ve hizmetlerde kullanım amacıyla, yazıcı çıktısı alınabilir.

İçindekiler

1. Toprağın korunmasında FAO'nun rolü.....	12
2- Topraktaki organik maddenin önemi.....	15
3.Kompostlamanın kuramsal temelleri.....	18
3.1 Kompostlama süreci.....	18
3.2 Kompostlama fazları.....	19
3.3 Kompostlama sırasında izleme.....	21
3.4 Hijyenizasyon ve güvenlik.....	25
3.5 Kompost Materyali.....	26
3.6 Gübreleme.....	27
3.7 Kompostun Uygulanması.....	31
3.8 Maliyetler.....	31
4. Kompostlamanın pratik temelleri.....	34
4.1 Önerilen alet edevat.....	34
4.2 Kompostlama teknikleri.....	34
4.3 Açık sistemler veya yığınlar.....	35
4.3.1 Bir kompost yığını kurmak ve yönetmek için yapılması gerekenler.....	39
4.3.2 Latin Amerika'da kompost yığını deneyimleri.....	43
4.4 Depolama birimleri.....	45
4.4.1 Konteynerlerde kompostlama yaparken yapılması gerekenler.....	47
4.5 Düşünce şeması.....	48
5. Kompost Ürünleri.....	50
5.1 Vermikompost.....	50
5.2 Kompost Çayı.....	53
6. Latin Amerika deneyimleri.....	57
6.1 Besicilikten, derin altlıkta kompost üretimi	57
6.2 Kent-çevresi tarımında kompost yığını	60
6.3 Çevirme yapılmayan kompost yığınları.....	61
6.4 Kentsel Tarımda yatay metal kompost varili	63
6.5 Aile çiftçiliğinde yatay plastik kompost tamburu	64
6.6 Marul üretim atıklarından kompost üretimi.....	65
7. Ekler.....	68
7.1 Dönüşüm katsayıları.....	68
7.2 Gübre ihtiyacının alan analizi.....	68
7.3 Kompost güvenliği analizi.....	69
7.4 Vermikompost.....	70
7.5 Kompost çayının yararları.....	70

Şekiller

Şekil 1 Üretim alanlarına ilişkin risk haritaları	13
Şekil 2 Topraktaki organik maddenin gelişim şeması.....	15
Şekil 3 Mezofilik aşamanın göstergesi olan mantar.....	19
Şekil 4 Kompostlama sürecinde sıcaklık, oksijen ve pH	19
Şekil 5 Yaygın kompost sistemleri	24
Şekil 6 Küçük çiftçilerin kompost yığınının boyutları	24
Şekil 7 Bitkilerin ortalama bileşimleri	27
Şekil 8 Substratın hazırlanması	31
Şekil 9 Önerilen araç gereçler	34
Şekil 10 Kompost yığınları. Ciudad Sandino. Nicaragua.	35
Şekil 11 Basıncılı havalandırma sistemleri	35
Şekil 12 Sızıntı toplama sistemleri	36
Şekil 13 Mekanize çevirme	36
Şekil 14 Kompost yığını	38
Şekil 15 Eldeki mevcut kompostlama alanı	38
Şekil 16 C:N oranını hesaplama	40
Şekil 17 Yığın sayısına göre çevirme yöntemleri	41
Şekil 18 Süreç kontrol çizelgesi	42
Şekil 19 Eleme sürecinde kullanılan elek	42
Şekil 20 Alternatif eleme araçları	43
Şekil 21 Kompostlama izleme çizelgesi	43
Şekil 22 Soğuk ve yağmurdan korunmak için kompost yığını örtüsü. Nicaragua.....	43
Şekil 23 Hava yastığı tekniğinin fotoğrafı ve şeması	44
Şekil 24 Havalandırılmalı yığın tekniğinin resmi ve şeması	44
Şekil 25 Kompostlama için konteyner çeşitleri	45
Şekil 26 Yatak kompost kutusunu çevirmek	45
Şekil 27 Dikey veya kesintisiz kompost konteyneri.....	46
Şekil 28 Yatay veya kesintili kompost varili	46
Şekil 29 Kaliforniya kırmızı solucan kozası	50
Şekil 30 Solucan yaşam döngüsü	51
Şekil 31 Bir okul bahçesindeki vermikompost konteyneri. Tegucigalpa (Honduras)	51
Şekil 32 Bir aile bahçesindeki vermikompost konteyneri. Managua (Nicaragua)	51
Şekil 33 Bir kent tarımı çiftliğindeki vermikompost konteyneri. Asunción (Paraguay).....	51
Şekil 34 Bir aile çiftliğinde vermikompost. Neiva (Colombia)	51
Şekil 35 Vermikompost kurutma alanı	52
Şekil 36 Taze kompost sızıntısı. Sebze kompostu. Funza, Colombia	53
Şekil 37 Kompost çayı elde etmek için tekne	54
Şekil 38 Derin altlıkta beslenen domuzlar. Monte Heliconia Farm	57
Şekil 39 Pirinç kabuklarıyla altlık hazırlamak	58
Şekil 40 Altlığı karıştıran domuzlar	58
Şekil 41 Altlığı toplamak ve kompost yığını kurmak	58
Şekil 42 Kompost yığını düzenli aralıklarla çevirmek	59
Şekil 43 Kompost yığını sulamak	59
Şekil 44 Son ürünü paketlemek	60
Şekil 45 Biyomühendislikte kompost. Kolombiya	60
Şekil 46 Yığın alanını temizleme	60
Şekil 47 Yığını kurmak için ayrılmış malzeme	61
Şekil 48 Hava yastığı oluşturan kalın dallar	61
Şekil 49 C ve N bakımından zengin materyallerden oluşan üstüste dizilmiş tabakalar	62
Şekil 50 Çevirme yapılmayan yığının şeması	63
Şekil 51 Yatay metal kompost varili	63
Şekil 52 Yerel çiftçilerin materyalleriyle kompost varilinin hazırlanması	64
Şekil 53 Marulun kompost ile gübrelenmesi	65
Şekil 54 Kompostlanacak taze materyaller	66
Şekil 55 Kompostlama sürecinde kaydedilmiş sıcaklıklar	66

Tablolar

Tablo 1	Havalandırma kontrolü	21
Tablo 2	Optimal nem parametreleri	22
Tablo 3	Optimal sıcaklık parametreleri	22
Tablo 4	Optimal pH parametreleri.....	23
Tablo 5	Karbon/Azot parametreleri.....	23
Tablo 6	Parçacık büyüklüğü kontrolü.....	24
Tablo 7	Kompost parametreleri.....	25
Tablo 8	Patojenlerin çoğunu yok edecek sıcaklık	26
Tablo 9	Komposttaki ortalama besin içeriği	27
Tablo 10	Ürün başına besin alımı	28
Tablo 11	En yaygın kullanılan gübreler	28
Tablo 12	P2O5, K2O, ile P, K arasında dönüşüm	29
Tablo 13	Gübre maliyeti.....	29
Tablo 14	Bir kompost tesisinin ekonomik dengesi.....	32
Tablo 15	Kompostlamada kullanılan bazı malzemelerin C:N oranı	39
Tablo 16	Kapalı kompostlama sistemlerinin avantajları ve dezavantajları.....	47
Tablo 17	Çevresel koşullar.....	52
Tablo 18	Varilde kompostlanacak malzeme	64
Tablo 19	Kompost konteynerinin materyali	65
Tablo 20	Bitki yetersizliğinin belirtileri	68
Tablo 21	Farklı standartlara göre mikrobiyolojik limitler.....	69
Tablo 22	Vermikompostun kimyasal özellikleri	70

Örnekler

Örnek 1	N, P ve K'nın hesaplanması	29
Örnek 2	Gübrelerin ekonomik kıyaslaması.....	29
Örnek 3	Bir ürünün gübre ihtiyacının hesaplanması	30
Örnek 4	Kompostlanacak materyalin miktarına göre kompost yığınının boyutlarının hesaplanması	37
Örnek 5	Nihai kompost ihtiyacına göre kompost yığınının boyutlarının hesaplanması.....	38
Örnek 6	Eldeki mevcut alana göre kompost yığınının boyutlarının hesaplanması	38
Örnek 7	Çeşitli materyallerin karışımında C:N oranının hesaplanması	40
Örnek 8	Kompost konteynerinin uygun hacminin hesaplanması.....	47
Örnek 9	Aile çiftçiliğinde kompostlama yönteminin seçimi.....	48
Örnek 10	Kentsel tarımda kompostlama yönteminin seçimi.....	48

Katkı Yapanlar

FAO:

Jan Van Wambeke, FAO Latin Amerika ve Karayipler Bölge Ofisi, Toprak ve Su Kıdemli Memuru

Alberto Pantoja, FAO Latin Amerika ve Karayipler Bölge Ofisi, Ürün Üretimi ve Koruması Memuru

Pilar Román, FAO Latin Amerika ve Karayipler Bölge Ofisinde İklim Değişikliği ve Çevre Sürdürülebilirliği Koordinatörü "Associated Professional Officer"

Benjamin Kiersch, FAO Latin Amerika ve Karayipler Bölge Ofisinde Arazi Kullanımı Memuru

Meliza Gonzalez, FAO Latin Amerika ve Karayipler Bölge Ofisinde Agroklimatik Risk Yönetimi Danışmanı

Loreni Cárdenas, Teófilo Avellaneda, Humberto Rodriguez, FAO Kolombiya Ülke Ofisi Danışmanları

Claudio Villasanti , Jorge Gattini, FAO Paraguay Ülke Ofisi Danışmanları

DIĞER KURULUŐLAR:

M. Mercedes Martínez, Araştırmacı, Centro Avanzado de Tecnologias para la Agricultura CATA, Universidad Federico Santa Maria. Santiago, Şili

Ana Karina Carrascal, Gıda Mikrobiyolojisi Laboratuvarı. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Kolombiya

Rodrigo Ortega Blu, Centro Avanzado de Tecnologias para la Agricultura CATA, Universidad Federico Santa Maria. Santiago, Şili

Daniel Enrique Borda-Molina, Araştırmacı, Fen Bilimleri Okulu, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Kolombiya

Juan Manuel Pardo-Garcia, Araştırmacı, Tropik Tarım Uluslararası Merkezi, CIAT. Jairo Cuervo, Horticola de Hoy, Kolombiya

Eduardo Murillo, Karla Loaisiga – INTA-FAO Nikaragua

M.Auxiliadora Martínez – Ciudad Sandino Belediyesi, Managua. Nikaragua

Önsöz

Elinizdeki bu “Çiftçinin Kompost El Kitabı”, FAO’nun Latin Amerika ve Karayipler Bölgesel Ofisi tarafından ve Universidad Técnica Federico Santa María’daki Toprak, Su, Ekin ve Mikroorganizmalar üzerine çalışan Araştırma Grubu ile işbirliği ile hazırlanmış olup, ev/bahçe ve küçük çiftlik düzeyinde kompost üretimine dair bir bilgilenme rehberidir.

Bu yayının amacı, aile bahçelerinde gübre olarak kullanılmak üzere sağlıklı ve güvenilir bir kompost ürünü geliştirmek için, uygun teknolojileri yaymaktır.

Bu el kitabı FAO’nun tarıma dair vizyonunu sergilemektedir:

aynı toprak yüzey alanında daha fazla üretimi amaçlayarak ve çevreye olumsuz etkilerini azaltarak, doğal sermayeyi ve ekosistem hizmetlerini geliştirerek, *Tarımsal Üretimin Sürdürülebilir Yoğunlaştırılması*.

Bu yayın, farklı temalarda dört blok halinde yapılandırılmıştır:

- Kompostlamanın Kuramsal Temelleri
- Kompostlamanın Pratik Temelleri
- İlişkili kompost ürünleri
- Latin Amerika ve Karayiplerdeki Deneyimler

“Kompostlamanın Kuramsal Temelleri” bölümü, bitmiş materyalin kalitesini ve güvenliğini belirlemek için ölçülmesi gereken parametreleri ayrıntılandırır, ve kompostun farklı kullanımlardaki yararlarını özetler.

“Kompostlamanın Pratik Temelleri” bölümü, okuyucunun bir kompostlama sisteminin sahada nasıl uygulanacağını anlamasını sağlayacak, uygulamalı örnekler sunar

“İlişkili kompost ürünleri” bölümü, kompost çayı ve vermikompost üretimini ve kullanımını kapsar. İlki kompost veya organik maddenin çözünebilir ürünlerini içerir, ikincisi ise kompostu besin olarak kullanan solucanları içeren bir süreç ile elde edilir.

Son olarak, “Latin Amerika ve Karayiplerdeki Deneyimler” bölümü, Latin Amerika’nın çeşitli ülkelerinden derlenmiş olan ve okura kendi uygulama süreçlerinde rehberlik etmesi için veya kendi saha çalışmasını doğrulaması için, kompostun kullanım ve üretim örneklerini içerir.

Bu El Kitabındaki egemen yaklaşım, tarımsal toprağın sağlığının korunması ve geliştirilmesi ilkesidir. Sağlıklı bir toprak, ekin hastalıklarını, böcekleri ve otları kontrol etmeye yardımcı olan organizmalar topluluğunu korur, bitki kökleriyle yararlı simbiyotik birliktelikler kurar ve önemli bitki besinlerini yeniden üretir, toprağın hem suyu hem de besin unsurlarını tutma kapasitesi üzerinde olumlu etkiler yaratacak şekilde toprak yapısını geliştirir, ve nihayetinde, tarımsal üretimi geliştirir.

Sözlük (FAO Terimleri)

<http://www.fao.org/termportal/thematic-glossaries/en/>

Gübreleme: Toprağı verimli, üretken kılan eylem veya süreç. Gübrenin uygulaması yapay veya doğal olabilir.

Organik Manur: Çiftlik hayvanlarının dışkıları, kırsal veya kentsel kompost, ve diğer hayvanların ve ekinlerin atıklarını kapsar. Organik Manur'un toprağın verimliliğini ve üretkenliğini geliştirdiği kanıtlanmıştır.

Aerobik: Gaz halinde oksijenin var olduğu süreç. Başarılı bir kompostlama, aerobik süreci sürdürmeye yeterli miktarda oksijen gerektirir.

Anaerobik: Gaz haline oksijenin mevcut olmadığı süreç. Eğer bu, kompostlama sürecinde olursa, süreci yavaşlatır, ve çürüme süreçlerinin sonucu olarak kötü kokular salınabilir.

Mezofilik mikroorganizmalar: Kompostlama sırasında 30-40 °C arasında sıcaklıklarda yaşayabilen ve üreyebilen bir grup bakteri ve mantar (maya veya hipli mantarlar).

Termofilik bakteriler: Kompostlama sırasında 40-70 °C arasında sıcaklıklarda yaşayabilen ve üreyebilen bir grup bakteri.

CDC (Centros Demostrativos de Capacitación / Demonstration Training Centres) : Uygulama ve Eğitim Merkezi.

Olgun Kompost: Kompost
mpost.

Olgunlaşmamış kompost: Kompostlama sürecinde termofilik fazı tamamlamamış olan kompost.

Bozunma (Decomposition): Organik maddenin bozunması.

Manur: Genellikle evcil hayvanların dışkı ve idrarından oluşan ve toprağı gübrelemek için kullanılan organik madde. Sap, saman ve altlık ile karıştırılabilir. Sentetik gübrelerle kıyaslandığında manur, azot, fosfor ve potasyum bakımından zengin olsa da, içeriğı daha düşük miktarda ve organik formda bulunur. Ürünün ihtiyacı kadar toprağı vermek için çok daha fazla miktarlarda uygulanabilir fakat genellikle toprakta daha uzun süre kalır. Organik madde bakımından zengin olduğu için toprağın verimliliğini artırır ve toprağın su alma ve tutma kapasitesini geliştirir.

Humus: Toprakta bulunan, ve kaynağı olan bitki veya hayvan kökenli maddenin ne yapısı ne de bileşimine dair hiçbir iz kalmayacak derecede bozunmuş olan, koyu kahverengi ve amorf organik madde. Bu yüzden humus, toprağı iyileştirmek için kullanılan ve belirli bir kararlılık noktasına gelmiş olan herhangi bir organik maddeyi tanımlar. Solucanlardan elde edilen ürünün ise yanlış bir ifadeyle, vermikompost yerine humus olarak adlandırıldığı olur.

Humifikasyon: Mineralize organik maddeden, humik and fulvik asitlerin meydana gelmesi

Aşılacağı: Kompostlama sürecini hızlandırmak için kompostta uygulanan mikroorganizma konsantresi. Olgunlaşmamış kompostu aşıcı olarak işlev görebilir.

İnorganik: Mineral madde

Nitrojen (Azot) : Organik (proteinler ve organik bileşikler), veya inorganik halde (nitrat NO_3^- veya amonyum: NH_4^+) bulunabilen ve bitkiler için vazgeçilmez bir element.

Nitrat: Azotun inorganik hali. Oksitlenmiş haldedir ve çözünür halde toprak çözeltisinde bulunur. Sızıntı ile kolaylıkla kaybedilebilir.

Amonyum: Azotun inorganik hali. İndirgenmiş haldedir ve çözünür halde toprak çözeltisinde bulunur. Volatilizasyon ile kolaylıkla kaybedilebilir.

Nitrat sızıntısı: Eğer su, bir azot gübresiyle veya hayvan manuru ile temas ederse, içeriğindeki nitrat ve diğer çözünür bileşikler suyun içinde eriyebilir. Bu çözünür bileşenler daha sonra su ile birlikte taşınarak toprağı nüfuz eder ve yer altı sularına karışır. Su tabanı yüksek olan ve suyun sızma oranı hızlı olan toprakların, yer altı sularını kirlenme olasılıkları daha fazladır.

Makroorganizmalar: Çıplak gözle görülebilen canlı organizmalar (örümcekler, solucanlar, kemirgenler, karıncalar, böcekler ...). Mezofauna olarak da adlandırılır.

Organik madde: Farklı bozunma fazlarındaki bitkisel ve hayvansal atıklar ve mikroorganizmalar, toprak organizmalarının hücre ve dokuları, ve toprak canlılarınca sentezlenmiş maddeler.

Mikroorganizmalar: Mikroskopik boyutlarda canlı organizmalar (maya da dahil olmak üzere mantarlar, bakteriler, aktinomisetler, protozoalar, nematodlar, vs...).

Mineralizasyon: Aerobik mikroorganizmaların etkinlikleri sonucunda organik bileşiklerin dönüşümü ve bitki gelişimi için zorunlu olan inorganik formların açığa çıkması.

Organik bileşik: Karbon ve hidrojen ve genellikle azot, kükürt ve oksijen gibi diğer elementleri de içeren bir madde. Organik bileşikler doğada bulunabilir veya laboratuvarında sentezlenebilir. *Organik* bir madde, *doğal* bir madde ile aynı değildir. Doğal bir madde esas olarak doğada bulunan madde anlamına gelir fakat organik madde terimi onun karbon bazlı olduğunu ifade eder.

Patojen: Hastalığa neden olan mikroorganizma. Bitkilerde hastalık yaratan organizma bir fitopatojen olabildiğı gibi, insan veya hayvan patojeni de olabilir.

Besin geri dönüşümü: İnorganik besinlerin toprak, canlı organizmalar, hava ve su içinde hareket ettiği biyo-jeo-kimyasal döngü. Tarımda ise, bitkilerce topraktan emilen besinlerin yeniden toprağı dönüşünü ifade eder. Besin döngüsü ise, yaprakların dökülmesiyle, bitki köklerinin eksudasyonu (salgılamayla), kalıntıların geri dönüşümüyle, yeşil manurun da devreye girmesiyle, vs... meydana gelir.

C:N oranı: Karbon - Azot oranı.

Yönetimden

Üye Ülkeler, *Latin Amerika ve Karayipler için FAO XXXIII Bölgesel Konferansı (Santiago, Şili, Mayıs 2014)* esnasında, uluslararası, ulusal ve yerel düzeyde, daha kapsayıcı ve verimli tarım/gıda sistemlerinin desteklenmesi ve geliştirilmesi ihtiyacını bir kez daha teyit ettiler. Ayrıca, Birleşmiş Milletler Genel Kurulu, bir doğal kaynak olarak toprağın önemine dair farkındalığı artırmak amacıyla, 2015 yılını *Uluslararası Toprak Yılı* olarak ilan etti. Tüm bu bölgesel ve küresel çerçeveler, gıda güvenliğinin ve bölgemizde beslenmenin temel direklerinden biri olarak aile çiftçiliğinin gelişmesini desteklemek için FAO'nun üstlendiği görevin önemini daha da arttırmaktadır.

Verimli topraklar konusu, tüm dünya için zorlu bir meydan okumadır ve Latin Amerika ve Karayipler birer istisna değildir. Bu bölgedeki ülkeler tarım, balıkçılık ve ormancılık üretimlerini dünya ortalamalarının üzerinde arttırmışlardır ama bugün birçok sorunun yanısıra, ormansızlaşma, su kaynaklarının kirlenmesi, biyoçeşitliliğin azalması, toprağın niteliksizleşmesi ve tükenmesi gibi sorunlarla yüzleşmek zorundadırlar. Bu faktörler, gıda sistemindeki üreticilerin sosyal, ekonomik ve çevresel açılardan sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Güney Amerika topraklarının %14'ü ve Orta Amerika'nın %26'sı belli bir ölçüde niteliksizleşmeye maruz kalmış olup, tarımsal geçim kaynakları doğrudan veya dolaylı olarak bundan etkilenmektedir. Topraklar, tarım ve gıda sistemlerinin en önemli ama aynı zamanda en kırılgan bileşenlerindedir: bir santim toprağın oluşumu yüzlerce yıllık emeğin ürünü olup, birkaç saniyede yok olabilmektedir. Dolayısıyla, korumacı uygulamaları cesaretlendirmeli ve niteliksizleşmiş toprağı geri kazanacak teknolojileri benimsemeli ve hala işlevini kaybetmemiş olan toprakları korumalıyız.

Kompostlama ise çevre kirliliğini azaltır, organik atıkları yeniden kullanıma sokar, gübrelerin ve tarımsal üretim girdilerinin maliyetini azaltır, özellikle de, gıda üretimi ile alınan topraktan besin öğelerini toprağı geri kazandırır. Bu yayın, kendi tarımsal ürünleri için organik gübre üretecek çiftçilere teknoloji örnekleri sunmaktadır. Bunun yanı sıra, bölgedeki kompostlama deneyimlerine, kalite ve güvenlik parametrelerini belirlemek için kullanılan tekniklere dair örnekler de içermektedir. Bu el kitabı, tarımda eğitime destek veren yenilikçi geliştiriciler ve toplum liderleri için hazırlanmıştır.

"Sağlıklı bir yaşam için sağlıklı topraklar" Küresel Toprak Ortaklığı çerçevesinde düzenlenen 2015 Uluslararası Toprak Yılı'nın parolasıdır, çünkü sağlıklı topraklar, sağlıklı bir çevrenin, üretken bir gıda sisteminin ve kırsal yaşam kaynaklarında gelişmenin temelidir.

Ronald Vargas

FAO, Secretary of the Global Soil Partnership

Meliza Gonzalez

FAO Focal Point for the South American Soil Partnership

1. Toprağın korunmasında FAO'nun rolü



1. Toprağın korunmasında FAO'nun rolü

Sürdürülebilir tüm tarımsal sistemlerin temeli, verimli ve sağlıklı bir topraktır. Dünyada gıda güvenliğine ilişkin sorunlarla mücadele etmek için, hem toprak kaynakları hem de su, birincil önemdedir. Günümüzde karasal yüzeyin %11'i ekin üretimi amacıyla tarımsal faaliyetlerce kullanılmaktadır ve son 50 yılda tarım alanlarının artış oranı %12 olarak gerçekleşmiştir.



GLOBAL SOIL
PARTNERSHIP

Tarımsal üretim ise, aynı süre zarfında 2.5 ila 3 kat artmıştır. Bu yüksek büyüme oranı, belli başlı ekinlerdeki rekoltenin önemli ölçüde artması nedeniyle olmuştur. Ne var ki, küresel üretimdeki bu artış, bazı bölgelerde toprağın niteliksizleşmesine, su kaynaklarında azalmaya ve ekosistem hizmetlerinde (SOLAW, 2011) bozulmaya neden olmuştur.

Toprak ekosistem hizmetleri, karbon depolama, suyun depolanması ve tedariki, biyoçeşitlilik ve de sosyal ve kültürel hizmetleri içerir. Toprağın karbon içeriğinin geliştirilmesi uzun erimli bir süreç olup, aynı zamanda hem erozyon oranını azaltır ve hem de iklim değişikliğini hafifletmek için karbon tutulumunu artırır. Ülke düzeyinde, organik madde içeriğini korumaya ve artırmaya dönük, uzun vadeli bir kararlılık temelinde politikalar izlenmesi arzu edilir. Toprak kaynakları koruma vizyonu, 2011'deki Küresel Toprak Ortaklığı'nı yaratmıştır.

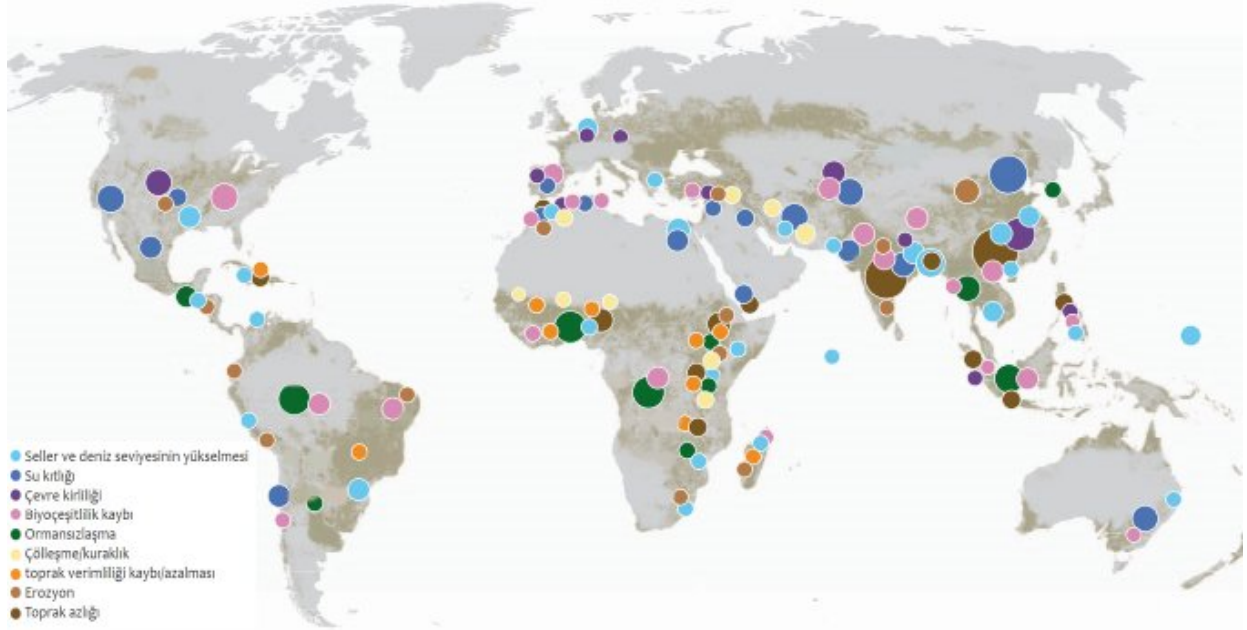
Avrupa Komisyonu'nun da desteği ile FAO, 2011 Eylülünde Küresel Toprak Ortaklığı'nı ilan etmiştir. Bu ortaklık, gıda güvenliğinin sağlanması, iklim değişikliğinin etkilerine karşı adaptasyon ve çevresel hizmetlerin sürdürülebilir tedariki konularında toprak kaynaklarının önemli rolüne dair, karar vericilerin eğitime yönelik, hükümetler arası bir mekanizmadır. Amacı ise, toprağın korunmasını ve sürdürülebilir yönetimini teşvik etmektir.

FAO tarafından yürütülen Dünyanın Toprak ve Su Kaynaklarının Durumu (SOLAW- *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture*, 2011) çalışmasında açıkça belirtilmiştir ki, tarımsal üretim sistemleri, aşırı demografik baskılar ve sürdürülebilir olmayan üretim pratiklerinin kombinasyonu karşısında son derece kırılgan bir durumdadır. Toprak ve su kaynaklarının kullanım oranlarına ve nitelik kaybına dair küresel rakamlar, bu kaynakların kullanılabilirliğine dair büyük bölgesel farkları gizlemektedir. Toprak ve su kıtlığının, temel tarımsal sistemlerin gıda talebini ve gıda güvenliğini karşılama kapasitesini tehdit edeceği öngörülmektedir (Şekil 1). Bu fiziksel kısıtlar, iklim değişikliği, diğer sektörlerle rekabet ve sosyo-ekonomik değişimler gibi dış faktörlere bağlı olarak, yer yer daha da kötüleşebilir.

Şekil 1'deki harita, büyük gıda üretim bölgeleri ile ilişkili ana riskleri gösteriyor.

Şekil 1 Üretim alanlarıyla bağlantılı risk haritası

Kaynak: www.fao.org/nr/solaw



Belirtmelidir ki, Latin Amerika'da topraksal kaynakla bağlantılı olarak, Orta Amerika'da ve Güney Koni'de ormansızlaşma, Pasifik kıyısında erozyon ve Latin Amerika genelinde biyoçeşitliliğin azalması gibi ciddi sorunlar vardır

FAO, gelecek nesiller adına, doğal kaynakları korumaya yönelik tarımsal uygulamaları ve politikaları desteklemektedir. Sürdürülebilir olmayan yönetim pratikleri, sera gazı salınımlarının (SGS) yanı sıra, aynı zamanda, kaynaklarda (örneğin besin unsurlarının kaybı ve erozyon gibi) niteliksizleşmeye de neden olmaktadır. Küresel olarak tarım, küresel SGS salınımlarının %14'ünden (ormansızlaşma ve toprak kullanımındaki değişimleri de hesaba katınca %30'undan) sorumlu olup iklim değişikliğinin önemli bir parçasıdır. Ancak tarım, küresel ölçekte salınımları önemli miktarda hafifletmek, azaltarak ve/veya ortadan kaldırarak, bu küresel olgunun hafifletilmesine katkı yapma potansiyeline sahiptir:

bu potansiyel iyileşmenin %70'i ise gelişmekte olan ülkelerde gerçekleştirilebilir (FAO-Adapt, 2012).

Gıda güvenliği, iklim değişikliği ve toprağın korunması sorunlarıyla yüzleşen, daha üretken ve esnek bir tarım; su, toprak ve genetik kaynaklar gibi doğal kaynakların, örneğin korumacı tarım, tümleşik gıda ve organik maddenin korunması, zararlılarla ve hastalıklarla tümleşik mücadele ve tarımsal ormancılık gibi uygulamalar yoluyla, daha iyi yönetilmesini gerektirir.

Üretkenliği ve esnekliği (adaptasyon) sürdürülebilir şekilde artıran ve sera gazlarını yok eden (hafifleten)

"İklim odaklı Akıllı Tarım" yoluyla tarımın dönüşümü, FAO ve diğer ortaklar tarafından teşvik edilmektedir ².

Ormancılık, çiftçilik ve besi hayvancılığı üretim süreçlerinde elde edilen organik atıkların geri dönüşümü, toprağa besin unsurları ve yararlı mikroorganizmalar kazandıran, toprağın su tutma yetisini ve katyon değişim kapasitesini geliştiren ve ürün karlılığını artıran bir şekilde, atıkları yeniden toprağa dönüştüren girdilere dönüştürür. Çevresel bakış açısından bu materyallerin geri dönüşümü ve toprağa uygulanması ise, topraktaki organik maddeyi artırmak, belediye çöp toplama alanlarında ortaya çıkan metan gazını azaltmak, torfu bir substrat olarak geri kazanmak, karbon alımını artırmak, toprak sıcaklığının kontrolü, toprağın geçirgenliğini artırmak ve böylece erozyon ve çölleşme risklerini azaltmak gibi birçok yararlar sağlar.

Kompostlama, iklim odaklı tarım ile ilişkili tüm sistemlerde kullanılan sürdürülebilir bir uygulama olarak genel kabul görmüş bir pratiktir. Her ölçekteki çiftliklere ve agro-ekolojik sistemlere çok büyük bir potansiyel

sunarken, çevre korunması ile sürdürülebilir tarımsal üretimi birleştirir.

² <http://www.fao.org/climatechange/climatesmart/en>

2. Toprakta organik maddenin önemi



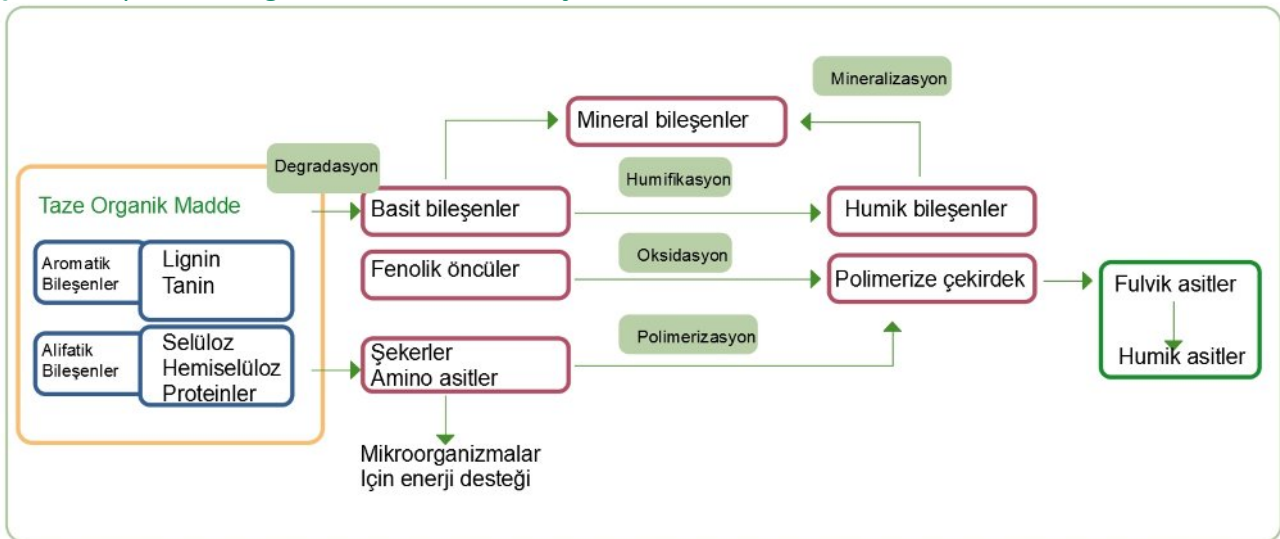
2- Topraktaki organik maddenin önemi

Organik madde toprağın en önemli bileşenlerinden biridir. Organik maddeyi tek bir bileşik gibi düşüsek de, aslında oldukça kapsamlı bir çeşitlilik barındırır ve topraktaki veya çiftlik harici materyallerdeki hayvan, bitki ve mikroorganizmaların ayrışmasının sonucudur. Organik maddeyi önemli kılan da işte bu çeşitliliğdir çünkü ayrışma sürecinden, toprağın tuğlaları olarak davranan ve hepsi de organik maddenin yapı taşları olan, çok farklı ürünler elde edilir. Toprağın organik maddesini tek başına tanımlayan bir kavramdan söz edemesek de, mikroorganizmaların da katıldığı ayrışma süreçlerinin sonunda toprağa geri dönen, hayvan veya bitki kökenli herhangi bir madde olarak tanımlanır. Yapraklar, ölü kökler, salgılar, manur, urin, tüyler, kıllar, kemikler, karkas, ve toprağa hem organik maddeyi hem de öldüklerinde bedenlerini katan bakteri, mantar ve nematodlardan oluşabilir.

Bu materyaller dekompozisyon ve mineralizasyon süreçlerini başlatırlar, organik (yaşayan varlıklar) halinden, inorganik (suda çözünür olan ve olmayan mineraller) haline dönüşürler. Bu mineraller toprak çözeltisi içinde akar ve sonunda bitkiler ve organizmalar tarafından kullanılır veya humifikasyon süreci yoluyla humusa dönüşmek üzere stabilize olurlar.

Aynı süreç bir kompost yığnında da oluşur. Toprakta, (lignin, selüloz, hemiselüloz, nişasta gibi özellikle bitki atıklarında mevcut olan) karmaşık yapıda şekerlerden ve (özellikle hayvan atıklarında bulunan) proteinlerden oluşan organik madde, mikroorganizmaların saldırısına uğrar ve bunların ayrışması, daha da çok miktarda mikroorganizmaların oluşumuna yol açar. Bu süreç aynı zamanda biyokütle, ısı, su ve daha fazla ayrılmış organik madde yaratır. Ne var ki, toprakta kompostlamaya dair herhangi bir atıf yapılmaz, çünkü süreç aerobik ve anaerobik (örneğin suyla kaplı tarlalardaki çeltik) ortamlarda oluşabilir ve tipik ısı (veya termofil veya sanitasyon) fazlar yoktur. Bu demektir ki, örneğin (sahada taze olarak uygulanırsa veya çevrilmeden bırakılırsa) hayvan manurunda mevcut olan mikroorganizmalar arasında bulunan parazit yumurtaları ve sistleri kalır.

Şekil 2 Topraktaki organik maddenin evrim şeması



Kaynak: Ribó 2004'ten uyarlanmıştır.

Organik madde, toprağa aşığıdaki hallerde uygulanabilir:

- taze olarak, örneğın dışkılандığı yerde bırakılmış manur,
- kuru olarak, ekin atıklarından malç veya ölü örtü olarak (saman veya nadasa bırakılmış),
- işlenmiş olarak, ya kompost, ya vermikompost, veya bulamaç veya stabilize (örneğin manur veya kanatlı dışkısı).

Bu maddeler ne zaman ki azami derecede ayrışmış hale erişirler, işte o zaman toprakta oldukça kararlı ve yavaş ayrışan karbon bileşikleri oluştururlar. İşte bu yeni maddeye humus diyoruz. Böylece, mikroorganizmaların da katıldığı bir mineralizasyon sürecine ve daha sonra da humifikasyon sürecine tabi olup, sonuçta, humik ve fulvik asitler olarak, en kararlı madde haline gelir. Organik maddenin bir parçası olan humik maddeler, bitki ve hayvan atıklarının kimyasal ve biyolojik ayrışmasıyla ve toprak mikroorganizmalarınca yürütölen sentezleme faaliyetleriyle oluşur.

Topraktaki organik madde içeriğı bir kilo toprakta yaklaşık 2 ila 8 gram arasında değışir; bu rakamlardan ilki çöllere ikincisi torf alanlarına ait olup, yaygın olarak, mineral toprakların en üst yüzey tabakasında kilo başına 10 ila 40 gram arasında organik madde bulunur (Magdoff and Weil, 2004). Ne var ki, organik maddenin miktarı sadece toprak mikroorganizmalarına bağı değıldir, toprağın türüne, bitki örtüsüne, nem ve sıcaklık gibi çevre koşullarına da bağıdır. Yağmur miktarında artış veya ortalama sıcaklık değıerlerinde yapılan sulama, mikroorganizmaların daha fazla organik madde kullanarak çoğalmasına neden olur ve ayrışma devam eder. Yani, organik maddenin toprağa uygulanması, sadece organik madde oranındaki artışı veya toprak mikroorganizmalarını beslenmesini dikkate alan değıil, toprağa yönelik çeşiti faydaları da göz önüne alan kesintisiz bir pratik olmalıdır.

• **Fiziksel özellikleri geliştirir:**

- Toprağı sürmek veya tohum atmak amaçlı toprak yönetimini kolaylaştırır.
- Toprağın nem tutma kapasitesini artırır.
- Erozyon riskini azaltır.
- Toprak sıcaklığını (edafik sıcaklık) düzenlemeye yardımcı olur.
- Buharlaşmayı azaltır ve nem oranını düzenler.

• **Kimyasal özellikleri geliştirir:**

- N, P, K gibi makro besin unsurlarını ve mikro besin unsurlarını sağlar.
- Katyon değıişim kapasitesini geliştirir.

• **Biyolojik etkinliğı geliştirir:**

- Çözünmeyen maddeyi bitki besin unsurlarına dönüştürebilen ve zararlı maddeleri ayrıştırabilme yeteneğı olan çeşitli organizmaları (bakteri ve mantar gibi) sağlar.
- Toprağın koşullarını geliştirir, mikro ve makro (solucanlar) faunanın biyoçeşitliliğini koruyan karbonu sağlar.

Bunlara ek olarak kompostun diğör yararları ise, çürüme kaynaklı kötü kokuyu azaltmak ve böcek ve fare gibi vektörleri bertaraf etmektir. Ayrıca, insan patojenlerini, bakteri barındıran yiyecekleri ve ayrıca ayrık otu ve diğör istenmeyen bitkilerin tohumlarını bertaraf etmek bakımından da çok önemli bir role sahiptir.

3. Kompostun kuramsal temelleri



3.Kompostlamanın kuramsal temelleri

3.1 Kompostlama süreci

Çiftliklerde görülen çok sayıda çevresel sorunlardan biri de, budama, hasat, manur, ot ve yere düşen meyvelerin yarattığı organik atıklardır. Bilgisizlik ya da yer veya zaman yetersizliği nedeniyle, normal şartlarda, bu atklara ilişkin yaygın uygulama yakma, gömme veya açıkta çürümeye terk etmektir.

Kompostlama, bu organik atıkları güvenli bir şekilde tarımsal üretime kazandırmak üzere, birer tarım girdisine dönüştürme imkanı sunmaktadır. FAO, kompostu, toprağın yapısını geliştirmek ve toprağa besin unsurları sağlamak amacıyla kullanılan, aerobik olarak özümsemiş, organik madde karışımı olarak tanımlamaktadır (FAO Terimleri Portalı, FAOTERM³). <http://www.fao.org/termportal/thematic-glossaries/en/>

Ancak, aerobik olarak dönüştürülen tüm materyaller kompost olarak görülemez. Kompostlama süreci, kaliteli kompost elde edebilmek için karşılamanız gereken birkaç faz içerir. Kompostlama sürecini başarıyla tamamlamamış (ham veya sadece stabilize olmuş) materyallerin kullanımı (Bölüm 3.3'e bakınız) aşağıdaki riskleri barındırır:

- **Fitotoksite.** Kompostlama sürecini layıkıyla tamamlamamış bir materyalde azot, nitrat değil amonyum halindedir. Sıcak ve nemli koşullarda amonyum, bitkiler için toksik bir ortam yaratarak amonyaka dönüşür ve kötü kokulara yol açar. Tamamlanmamış kompost ise, aynı şekilde, tohum ve bitkiler için toksik olan organik asitler gibi kararsız uçucu kimyasallar içerir
- **Azotun biyolojik blokajı; bir başka deyişle "azot açlığı.** Azot açlığı, dengeli bir C:N oranına erişememiş ve azota kıyasla karbon açısından çok çok daha zengin materyallerde oluşur. Toprağa uygulandığında, mikroorganizmalar materyalde bulunan C'ü hızla tüketir, bu da N tüketimini artırır ve sonuçta N rezervlerini tamamen tüketir.
- **Kök oksijen indirgenmesi.** Çürüme ve ayrışma aşamasındaki materyal toprağa uygulandığında, mikroorganizmalar süreci devam ettirebilmek için toprağın oksijenini kullanarak tüketirler ve bitkileri oksijenden mahrum bırakırlar.
- **Bitkilerde fazla miktarda amonyum ve nitrat ve de su kaynaklarının kirlenmesi.** Amonyum formunda aşırı azot içeren bir materyal, ya toprağa sızdırmak veya volatilizasyon ile havaya gaz olarak salmak suretiyle bu fazlalıktan kurtulmaya çalışır, böylece akarsuların ve yer altı su kaynaklarının kirlenmesine yol açar. Benzer şekilde, bu fazlalık ekin tarafından da emilebilir ve meyve kalitesine de (yumuşama, hasat sonrası kısa ömür gibi) ve insan sağlığına da (özellikle yapraklı sebzelerde) olumsuz sonuçları olan, aşırı nitrat birikimi yaratır.

3.2 Kompostlama fazları

Kompostlama, aerobik (oksijenin var olduğu) koşullarda meydana gelen biyolojik bir süreçtir. Yeterli nem ve sıcaklık sayesinde organik atıkların hijyenik bir şekilde, homojen ve bitkilere yararlı bir maddeye dönüşümüdür.

Kompostlama, çeşitli mikroorganizmaların kendi biyokütlelerini üretmek için oksijenin varlığında, mevcut azot (N) ve karbonu (C) kullanarak gerçekleştirdikleri karmaşık metabolik süreçlerin bir toplamı olarak yorumlanabilir. Ek olarak, bu süreçte mikroorganizmalar ısı üretmenin yanı sıra, daha az karbon ve daha az azot içeren ama daha kararlı olan, ve kompost adı verilen, katı bir substrat üretirler.

C ve N ve başlangıçta mevcut olan tüm organik maddenin ayrışması sayesinde, mikroorganizmalar zaman içinde sıcaklığı değişen, ölçülebilir bir ısı yayarlar. Süreçte, değişken süreye sahip nihai bir olgunlaşma aşamasının yanı sıra, kompostlamada üretilen sıcaklığa bağlı olarak, üç ana faz saptayabiliriz. Kompostlamanın farklı fazları, sıcaklığa göre ayrılır:

1. Mezofilik faz

Kompostlama süreci, ortam sıcaklığında başlar ve birkaç gün (hatta birkaç saat) zarfında sıcaklık 45°C ye yükselir. Bu sıcaklık artışı mikrobiyal aktivite nedeniyledir, çünkü bu aşamada, C ve N kaynakları mikroorganizmalar tarafından kullanılarak ısı üretilir. Örneğin şeker gibi suda çözünebilir bileşiklerin dekompozisyonu ile organik asitler açığa çıkar, böylece pH (yaklaşık 4.0 veya 4.5'a) düşer. Bu faz birkaç gün (iki ila sekiz gün arası) sürer

2. Termofilik ve hijyenizasyon fazı

Kompostun anaç materyali 45°C'den daha yüksek sıcaklıklara eriştiğinde, ortalama sıcaklıklarda gelişen mikroorganizmaların (mezofilik mikroorganizmaların) yerini, daha yüksek sıcaklıklarda gelişenler alır ki, çoğunlukla selüloz ve lignin gibi kompleks karbon kaynaklarının bozunmasını kolaylaştıran bakterilerdir (termofilik bakteriler). Bu mikroorganizmalar, azotu amonyak'a dönüştürürler ve böylece ortalama pH yükselir. Özellikle, 60°C üzerinde, sporlar üreten bakteriler, ve vaksları, hemiselüloz ve karmaşık C bileşiklerini ayrıştıran aktinobakteriler gelişmeye başlar. Bu faz, anaç madde, iklimsel ve yerel koşullar ve diğer etmenlere bağlı olarak, günlerce veya aylarca sürebilir.

Bu faz aynı zamanda hijyenizasyon fazı olarak da adlandırılır, çünkü üretilen ısı, *Escherichia coli* ve *Salmonella spp.* gibi dışkı kökenli bakterileri ve kirleticileri yok eder. Benzer şekilde, bölüm 3.4'te söz edildiği üzere, 55°C üzerindeki sıcaklıklar anaç materyalde bulunabilecek bağırsak kurdu sist ve yumurtalarını fitopatogen mantar sporlarını, ayırık otu tohumlarını bertaraf eder ve hijyenize edilmiş bir ürün meydana getirir.

3. Soğuma fazı veya Mezofilik faz II

Kompostlanan materyaldeki karbon ve azot kaynakları tükenince, sıcaklık yeniden yaklaşık 40-45°C aralığına düşer. Bu fazda, selüloz gibi polimerlerin indirgenmesi devam eder ve çıplak gözle görülebilen bazı mantarlar ortaya çıkar (Şekil 3). 40°C altına geldiğinde, mezofilik organizmalar aktivitelerini yeniden başlatır ve pH genel olarak biraz alkalın tarafta kalırsa da, ortamın pH düzeyi bir miktar azalır. Bazı mantarlar gelişir ve hatta görünür yapılar üretir. Bu soğuma evresi birkaç hafta alır ve olgunlaşma evresi ile karıştırılabilir.

Şekil 3 Mezofilik faz II'yi gösteren mantar ©M.M.Martinez

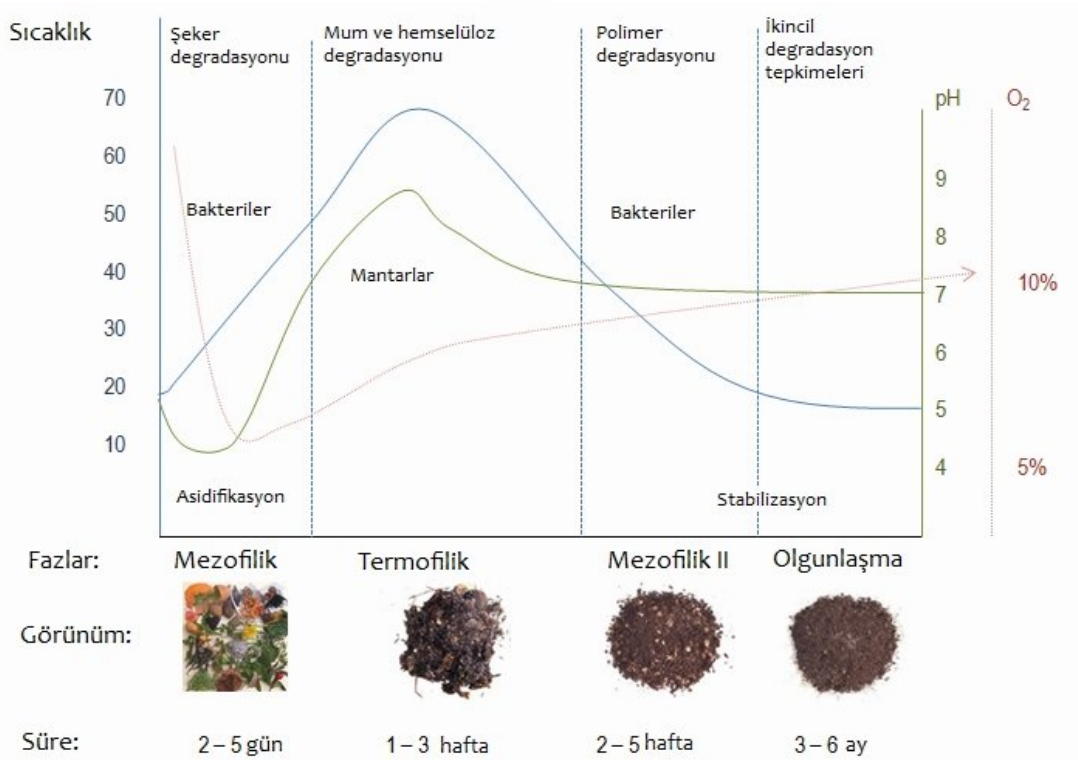


Kaynak: CATA-USM, Şili

4. Olgunlaşma evresi

Bu faz, ortam sıcaklığında aylarca sürer ve bu arada, humik ve fulvik asit oluşturmak üzere yan reaksiyonlar, örneğin karbonsu bileşiklerin yoğunlaşmaları ve polimerizasyonu meydana gelir.

Şekil 4 Kompostlama sürecinde sıcaklık, pH ve oksijen



kaynak : P. Roman, FAO

3.3 Kompostlama sırasında izleme

Kompostlama mikroorganizmalar tarafından yürütülen biyolojik bir süreç olduğu için, onların çoğalmasını ve üremesini etkileyen etmenler hesaba katılmalıdır. Bu etmenler arasında, oksijen veya havalandırma, substrat nemi, sıcaklık, pH ve C:N oranı vardır.

Harici olarak, kompostlama süreci büyük ölçüde çevre koşullarına, kullanılan yöntem, ham maddelere ve parametreleri değiştirebilecek diğer bazı unsurlara bağlıdır. Ancak, bunlar her zaman optimum aralıkta kalmaları için sürekli izlenmelidir. Bu parametreler ve optimum aralıkları aşağıda listelenmiştir.

Oksijen

Kompostlama aerobik bir süreçtir ve atmosfere karbondioksit (CO₂) salan mikroorganizmaların solunumuna imkan vermek için süreç boyunca yeterli miktarda havalandırma sağlanmalıdır. Havalandırma, aynı zamanda, materyalin sıkışmasını veya suyla dolmasını da önler. Süreç boyunca oksijen ihtiyacı değişkenlik gösterir, en yüksek oksijen tüketimi oranına ise termofilik fazda ulaşır. (Şekil 4).

Ortamdaki oksijen doygunluğu %5'ten az olmamalıdır, optimum düzey ise %10'dur.

Aşırı havalandırma sıcaklık düşmesine ve buharlaşma ile büyük ölçüde nem kaybına neden olur ve sonuçta, su eksikliği yüzünden ayrışma sürecinin durmasına yol açar. Mikroorganizmaların hücreleri su kaybına uğrar, bazıları sporlar üretir ve farklı bileşiklerin bozunmasından sorumlu enzim etkinlikleri durma noktasına gelir. Buna karşın düşük havalandırma ise, yeterli miktarda buharlaşmayı önleyerek aşırı neme ve anaerobik ortama neden olur. Bu durumda ise, asetik asit, hidrojen sülfid (H₂S) veya metan (CH₄) gibi bileşiklerin mevcudiyetinde kötü kokular ve asidite meydana gelir.

Tablo 1 Havalandırma Kontrolü

Havalandırma Oranı		Sorun	Çözümler
%5 ten az	Yetersiz havalandırma	Aşırı neme yol açan yetersiz buharlaşma, anaerobiyoz (oksijensiz yaşam ortamı)	Materyali çevir ve/veya havalandırmaya imkan verecek materyal ekle.
5%-15 ideal aralık			
%15 ten fazla	Aşırı havalandırma	Suyun yetersizliğine bağlı olarak ayrışma sürecinin durmasına neden olacak şekilde sıcaklıkta düşme ve buharlaşma	Gözenek boyutlarını ve dolayısıyla havalandırmayı azaltmak için materyali daha küçük parçalara böl. Su veya taze materyal veya su oranı daha yüksek materyal (meyve veya sebze atıkları, çim, sıvı manur, vb) ekleyerek nem oranı ayarlanabilir.

Karbon dioksit (CO₂)

Her aerobik süreçte olduğu üzere, kompostlamada veya insanın solunmasında oksijen, ham maddede (substrat veya besinde) bulunan karbonu (C) dönüştürmeye (okside etmeye) hizmet eder. Oksidasyon süreci sayesinde C, biyokütle (yani daha çok sayıda mikroorganizmaya) ve bitkiler ve diğer fotosentez yapan organizmalar için bir karbon kaynağı olan karbondioksit (CO₂) ya da soluma ürünü olan gazı dönüşür. Ne var ki, CO₂ aynı zamanda bir sera gazıdır, yani iklim değişikliği üzerine olumsuz etkisi vardır.

Kompostlama sırasında, mikroorganizmaların solunumu yoluyla CO₂ salınır, dolayısıyla, CO₂ yoğunluğu mikrobiyal aktiviteye ve substrat olarak kullanılan malzemeye bağlı olarak değişir. Genellikle ton başına günde 2-3 kg CO₂ üretirler. Genel kabule göre, kompostlama sürecinde üretilen CO₂'in, fotosentez yapan bitkiler tarafından tutulması nedeniyle, düşük çevre etkisi olduğu kabul edilir.

Nem

Nem, mikroorganizmalarla yakından ilişkili bir parametredir, çünkü tüm diğer canlılar gibi onlar da, besinleri ve enerjiyi hücre zarından içeriye alabilmek için suyu kullanırlar.

Kompostun ideal nem oranı her ne kadar fiziksel koşullara, parça büyüklüğüne ve kompostlama sistemine bağlı olarak değişkenlik gösterse de, yaklaşık %55 civarındadır. (*Parça Büyüklüğü* ile ilgili bölüme bakınız). Eğer nem oranı %45'in altına düşerse, mikrobiyal aktivite azalır, bozunma fazları tamamlanamaz, sonuç olarak elde edilen ürün biyolojik olarak kararsızdır. Eğer nem oranı çok yüksek ise (> 60%), gözeneklere su dolarak materyalin içindeki havalandırmayı ve oksijenlenmeyi engeller.

Ana bileşenlerin talaş, ağaç yongaları, saman ve kuru yapraklardan oluştuğu substratların ağırlıkta olduğu süreçlerde, kompostlama esnasındaki sulama ihtiyacı, mutfak atıkları, sebze, meyve ve çim kırıntıları gibi daha ıslak materyallere kıyasla daha fazladır. Ağırlıkça %45 ile %60'ı arasında su içeren başlangıç materyali, kompostlama için optimal nem içeriği sunar.

Tablo2 Optimum Nem Parametreleri

Nem Oranı		Sorun	Çözümler
%45'ten az	Yetersiz Nem	mikroorganizmalar için yetersiz su nedeniyle kompostlama durabilir	Su ya da daha yüksek su içerikli yeni materyal (meyve veya sebze atığı, sıvı manur vb) ekleyerek nem oranı, ayarlanmalı.
İdeal oran %45-%60			
%60'tan fazla	Yetersiz Oksijen	Aşırı ıslak materyal, oksijensiz kalmış. Anaerobiyoz bölgeler oluşabilir.	Materyali çevir ve/veya talaş, saman veya kuru yaprak gibi, düşük nem ve yüksek karbon içerikli materyal ekle.

Sıcaklık

Kompostlama sürecinin içinde bulunduğu faza bağlı olarak materyal sıcaklığı, geniş ölçüde değişkenlik gösterir (Şekil 4). Kompostlama, insan müdahalesine (harici ısı kaynağına) hiçbir ihtiyaç duymaksızın, ortam sıcaklığında başlar ve 65°C'ye kadar yükselebilir. Olgunlaşma aşamasında ise yeniden ortam sıcaklığına döner.

Sıcaklığın çok hızlı düşmesi istenmez çünkü sıcaklık ne kadar uzun süre yüksek kalırsa, ayrışma ve hijyenizasyon oranı o kadar yüksek olur.

Tablo3 Optimum Sıcaklık Parametreleri

Sıcaklık (°C)	İlgili nedenler		Çözümler
Yetersiz sıcaklık (Ortam sıcaklığı <35°C)	Yetersiz nem	Düşük sıcaklıklar çeşitli etmenlerle oluşabilir, örneğin nem eksikliği; böylece mikroorganizmalar metabolik aktivitelerini azaltırlar ve dolayısıyla sıcaklık da düşer.	Materyali ıslat veya daha yüksek nem oranına sahip yeni materyal (meyve veya sebze atıkları vb) ekle.
	Yetersiz materyal	Uygun sıcaklığa erişmek için yetersiz materyal veya uygun olmayan yığın şekli.	Kompost yığınının daha fazla materyal ekle.
	Azot eksikliği veya düşük C:N oranı	Materyal yüksek C:N oranına sahiptir, böylece mikroorganizmalar proteinleri ve enzimleri üretmeye yetecek N miktarından mahrum ve aktivitelerini yavaşlatırlar. Yığın sıcaklığının artışı bir haftadan fazla süre alır.	Yüksek N içeriğine sahip materyal (örneğin manur) ekle.
Yüksek sıcaklık (Ortam sıcaklığı >70°C)	Yetersiz havalandırma veya nem	Sıcaklık çok yüksek ve ayrışma kısıtlanır, çünkü mikroorganizmaların çoğu inaktif olur ve ölür.	Kompost yığınının çevir, ve/veya süreci yavaşlatmak için yavaş ayrışan ve yüksek C içeriği olan materyal (ahşap veya kuru ot) ekle.

pH

Kompostlamanın pH derecesi kaynak materyallere bağlıdır ve sürecin her aşamasında (4.5'tan 8.5'a kadar) değişir. Sürecin erken aşamalarında pH asidite oranı, organik asitlerin oluşumuyla artar. Termofilik fazda, amonyumun amonyaka dönüşümüyle pH artar, ve ardından ortam en sonunda nötr'e yakın değerlerde stabilize olmak üzere alkalize olur.

pH, mikroorganizmaların yaşam koşullarını ve imkanlarını belirler ve her grubun gelişiminin ve üremesinin optimal pH değerleri vardır. Bakterilerin aktivitesi çoğunlukla pH 6.0-7.5 aralığında, mantar aktivitesinin çoğu ise pH 5.5 - 8.0 aralığında olur. İdeal aralık 5.8'den 7.2'e kadardır.

Tablo 4 Optimum pH parametreleri

pH	İlişkili Nedenler		Çözümler
4.5'tan az	Organik asitlerin fazlalığı	Mutfak atıkları veya meyva gibi bitkisel materyaller çok fazla organik asit salarlar ve ortamın asiditesini yükseltme eğilimindedirler	Uygun C:N oranına gelinceye kadar azotça zengin materyal ekleyin.
İdeal aralık 4.5 -8.8			
8.5'tan fazla	Azotun fazlalığı	Düşük C:N oranına sahip kaynak materyalde azot fazlası olduğunda, nem ve yüksek sıcaklığa bağlı olarak, amonyak üretilir ve ortam alkalize olur	Yüksek karbon içerikli kuru materyal (budama atıkları, kuru yaprak, talaş) ekleyin.

Karbon-Azot (C:N) oranı

C:N oranı anaç materyale göre değişir, ve sayısal değeri, kompostlanacak materyalin toplam C içeriğinin (% toplam C) toplam N içeriğe (% toplam N) bölünmesiyle elde edilir.

Bu oran da, sürekli biçimde 35:1'ten 15:1'e doğru azalarak, süreç boyunca değişim gösterir.

Daha fazla bilgi için Tablo 15'e bakınız.

Tablo 5 Karbon/Azot oranı parametreleri

C:N	Sorunla ilişkili nedenler		Çözümler
35:1'den fazla	Karbon fazla	Karışımda büyük miktarda karbon zengini materyal var. Kompostlanma süreci soğuma ve yavaşlama eğiliminde.	Uygun C:N oranı elde edinceye kadar azotça zengin materyal ekleyin.
İdeal aralık 15:1 – 35:1			
15:1'den az	Azot fazla	Karışımdaki materyalin içinde azotça zengin materyal daha fazla. Süreç amonyak salınımından kaynaklanan kokular yayarak aşırı ısınma eğiliminde.	Karbon bakımından zengin materyal (budama artıkları, kuru yapraklar, talaş vb) ekleyin.

Parça büyüklüğü

Mikrobiyal aktivite, substrata kolay erişim anlamına gelen parça büyüklüğü ile ilintilidir. Eğer parçacıklar küçükse, substrata erişimi kolaylaştırır özgün yüzey daha büyüktür. Kompostlama için anaç maddelerin ideal boyutları 5-20 cm arasındadır.

Materyal yoğunluğu, ve dolayısıyla yığınin havalandırması veya nem tutulumu, parça büyüklüğü ile yakından ilintilidir ve başlangıçta yoğunluk yaklaşık 150 -250 kg/m³ aralığındadır. Kompostlama süreci ilerledikçe, boyut azalır ve dolayısıyla, yoğunluk artarak 600-700 kg/m³ olur.

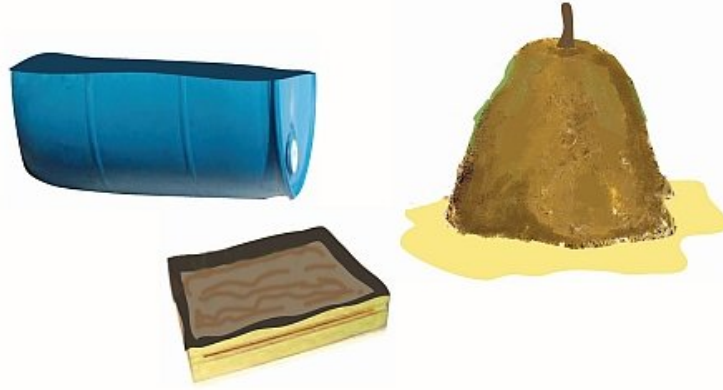
Tablo 6 Parça büyüklüğü kontrolü

Parça büyüklüğü	Sorun	Çözümler
30 cm'den büyük	Aşırı havalanma	Fazla büyük parçalar, sıcaklığı düşüren ve süreci yavaşlatan, havalanma kanalları oluşturur.
İdeal aralık 5-30 cm		
5 cm'den küçük	Sıkışma	Çok küçük parçalar, su ile dolan küçük gözenekler oluşturur, materyalin sıkışmasını kolaylaştırır, hava akımını sınırlar ve anaerobiyoz yaşama neden olur.

Kompost Yığını ve hacim

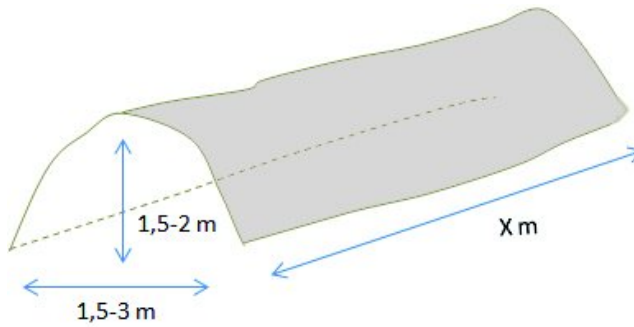
Kutuda veya yığın halinde, açık veya kapalı, farklı kompost sistemleri vardır.

Şekil 5 Yaygın kompost sistemleri



Kompost yığınının boyutları, özellikle yüksekliği, nem ve oksijen içeriğini ve sıcaklığını doğrudan etkiler. Alçak boyda ve geniş tabanlı yığınlar, iyi seviyede başlangıç nemine ve iyi C:N oranına sahip olsalar da, mikroorganizmaların ürettiği ısıyı kolayca kaybederler ve böylece, elde edilen birkaç derecelik sıcaklık kaybedilir. Yığının boyutları ise, kompostlanacak materyalin miktarı ve sürecin yürütüleceği mevcut alan tarafından belirlenir. Normalde kompost yığınları, çevirmeyi kolaylaştırmak amacıyla 1.5-2 metre yükseklikte ve 1.5-3 metre genişlikte olur. Yığının uzunluğu ise eldeki mevcut alana ve işlem prosedürlerine bağlı olacaktır.

Şekil 6 Küçük çiftçinin kompost yığınının boyutları



Kompost yığınının boyutlarını kestirirken dikkate alınması gereken önemli nokta şudur ki, kompostlama esnasında yığının boyutları, sıkışma ve de CO₂ olarak karbon kaybı nedeniyle (%50'ye kadar) azalır.

Tablo7 Kompost Parametreleri

Parametre	Başlangıçtaki ideal aralık (2-5 gün)	Termofilik faz II'de ideal aralık (2-5 hafta)	Olgun kompostta ideal aralık (3-6 ay)
C:N	25:1 – 35:1	15-20	10:1 – 15:1
Nem	50% - 60%	45%-55%	30% - 40%
Oksijen yoğunluğu	~10%	~10%	~10%
Parça büyüklüğü	<25 cm	~15 cm	<1,6 cm
pH	6,5 – 8,0	6,0-8,5	6,5 – 8,5
Sıcaklık	45 – 60°C	45°C- Ortam sıcaklığı	Ortam sıcaklığı
Yoğunluk	250-400 kg/m ³	<700 kg/m ³	<700 kg/m ³
Organik madde (Kuru baz)	50%-70%	>20%	>20%
Toplam azot (Kuru baz)	2,5-3%	1-2%	~1%

3.4 Hijyenizasyon ve güvenlik

Termofil fazda erişilen yüksek sıcaklıkların sonucunda, anaç atık maddedeki patojenik bakteriler ve parazitler yok edilir. İşte bu fazda, materyalin hijyenizasyonu gerçekleşir. Devamında gelen fazlarda ise bir takım etmenlerin sonucu olarak, örneğin yeni materyalde kullanılan kürek nedeniyle ya da termofilik fazın ardından eklenen yeni materyal ile, yeniden kirlenme gerçekleşebilir.

Olgunlaşmış kompost ne bitkiler, ne de çevre için toksik bileşikler içermemelidir. Örneğin, aşırı nem içeren kompostlama süreçlerinde oluşan sızıntılarda bulunan amonyak ve sülfat (NH_3 ve SO_4), çevre üzerinde, özellikle iklim değişikliği üzerinde önemli ölçüde olumsuz sonuçlar yaratan ve metan (CH_4) ile birlikte sera gazları (GHG) arasında kabul edilen hidrojen sulfid and azot dioksit (H_2S ve NO_2) oluşumuna yol açar.

Çalışmalarını hem Amerikan (EPA) hem de Avrupa Birliği standartlarına dayandıran çeşitli Latin Amerika ülkeleri, kompostun kalitesini ve kullanımını tanımlayan bir mevzuat geliştirmişlerdir (Bakınız Ek 7.3). Şili'de, Kolombiya'da, Meksika'da, kompostun kalitesini tanımlamaya ek olarak, içinde patojenlerin ve ağır metallerin var olup olmamasına bağlı olarak, kompostu A ve B şeklinde iki sınıfa ayırırlar. Kompost kullanımına ilişkin problemlerden biri, *Salmonella spp.* ve *Escherichia coli* (Islam 2005, Lasaridi 2006), *Listeria monocytogenes* (Oliveira 2011) gibi patojenik bakterilerin ve parazit yumurtalarının, kontamine meyve ve sebzeler yoluyla tüketiciye ulaşabilmesi olasılığını barındırmasıdır. Dolayısıyla, özellikle kısa saplı veya yapraklı sebzelerin ve de meyvelerin üretimi açısından, kullanılan kompostun bu patojenleri ve dışkısal kontaminasyon belirteçlerini içermediğinden emin olmak gerekir.

Bir diğer kilit önemde konu ise, kompostta, yok olmayan veya bozunmayan bileşiklerden olup, besin zinciri boyunca önce bitkiler tarafından, sonra hayvanlar ve insan tarafından alınabilen ağır metallerin varlığı olasılığıdır. Kompostun, toksik bileşiklerin, hidrokarbonların vs. yanı sıra, patojenleri ve ağır metalleri içermediğinin garantisi ise, güvenlik denilen, ve kompostun gübre olarak kullanıldığında gıdayı kontamine etmeyeceğine dair kullanıcıya sunulan sertifikasyondur.

Kompostun içinde patojenlerin varlığı büyük ölçüde manur kullanımından, ve ardından, kontamine su ve kompost araç gereç kullanımından kaynaklanır (Bernal 2009). Termofilik fazın süresinin ve sıcaklığının kontrolünün önemi çerçevesinde bir başka kontrol yöntemi de, yüksek sıcaklıkların kullanımınıdır. Kompostun biyolojik güvenliği, materyalin eriştiği sıcaklığa, ama yanı sıra, neme, havalandırmaya ve parça büyüklüğüne bağlıdır. Yeterli neme sahip bir yığında, mikrobiyal aktivite sıcaklığın yükselmesine ve içerideki sıcaklığın dışarıdan daha yüksek olmasına neden olur (Gong 2007). Böylece, yığını havalandırarak ve çevirerek, sıcaklık ve nem homojenize edilip patojenler öldürülür. Benzer şekilde, komposta katılan parçaların büyüklüğü, yığının şekli ve boyutu da, havalandırma hızını ve materyalin ısıyı tutma veya salma eğilimini etkiler. Her bir örnekte ayrıca, kompost yapılan yerin sıcaklığı ve uygulama yöntemleri de hesaba katılmalıdır. Bir başka

önemli nokta, komposttaki patojenik mikroorganizmaların miktarıdır; çünkü eğer bu sayı fazlaysa, bunları bertaraf etmek daha uzun zaman alacaktır.

Sonuç olarak, nihai kompost ürünü, gübrenin kalitesini etkileyecek olan patojen mikroorganizmaları içerebilir. Tablo 8, bazı patojenleri bertaraf edecek süre ve sıcaklığa ilişkin verileri sunmaktadır.

Tablo 8 Bazı patojenleri yok etmek için gereken sıcaklık

Mikroorganizma	Sıcaklık	Etkili Süre
<i>Salmonella spp</i>	55°C	1 saat
	65°C	15-20 dakika
<i>Escherichia coli</i>	55°C	1 saat
	65°C	15-20 dakika
<i>Brucella abortus</i>	55°C	1 saat
	62°C	3 dakika
<i>Parvovirus bovino</i>	55°C	1 saat
<i>Ascaris lumbricoides</i> yumurtaları	55°C	3 gün

Kaynak: Jones and Martin, 2003

Ek 7.3 Kompost güvenlik analizi, kalite standartlarına dair daha fazla bilgi sunar.

3.5 Kompost Materyali

Organik materyallerin büyük bir çoğunluğu kompostlanabilir. Aşağıda, kompostlanabilen materyallerin bir listesi verilmiştir:

- Hasattan, meyve bahçesi veya bahçe bitkilerinden arta kalanlar. Budamadan sonra ezilmiş ve parçalanmış dallar, ağaç ve çalı yaprakları. Ot ve biçilmiş çim (tercihen ince tabakalar halinde ön-kurutulmuş).
- Sığır ve domuz gübresi, tezek.
- Organik mutfak atıkları (meyve ve sebzeler). Bozulmuş veya kullanım süresi geçmiş gıdalar. Yumurta kabuğu (tercihen ezilmiş). Çay ve kahve atıkları. Kurutulmuş meyveler ve fındık kabukları. Portakal, limon veya ananas kabuğu (az miktarda ve parçalanmış). Bozulmuş, çürümüş veya filizlenmiş patates.
- Yenilebilir katı ve sıvı yağlar (yayılarak ve az miktarda)
- Ahşap rendeleri (ince tabakalar halinde)
- Peçeteler, kağıt mendiller, kağıt ve mukavva (baskısız veya renk içermeyen veya plastik ile karışmamış).
- Kesilmiş saç (boyasız), kırılmış hayvan yünleri.

Komposta asal, toksik, veya zararlı materyaller katılmamalıdır, örnek olarak:

- Kimyasal-sentetik kalıntılar, yapışkanlar, çözücüler, petrol, makine yağları, boya.
- İndirgenemeyen maddeler (cam, metal, plastik).
- Aglomerat veya kontrplak (rende veya talaş olmayan).
- Tütün, çünkü nikotin gibi güçlü bir biyosit ve çeşitli toksik maddeler içerir.
- Deterjanlar, klorlu ürünler, antibiyotikler ve ilaç kalıntıları
- Karkas (hayvanlar özel koşullarda yakılmalı veya özel yığınlarda kompostlanmalıdır).
- Pişirilmiş yemek artıkları, et.

3.6 Gübreleme

Kompost, bitkiler için her ne kadar organik formda olsa da, ve sentetik mineral gübrelere kıyasla daha az olsa da, gübreleyici unsurlar da barındırır. Kompostu bir organik madde girdisi olarak kullanmanın en büyük avantajlarından biri de, bitkinin beslenmesi açısından yararlı olan ve yavaş salınan birtakım besin unsurları içermesidir. Bunun ötesinde, kompost yüksek oranda organik maddeye sahiptir ve sonuçta bunun çeşitli avantajları vardır (Bölüm 2). Kompost veya (kimyasal bileşimini bildiğiniz) organik madde, ve hatta mineral gübreler uygulanmazdan önce, besin unsurlarının düzeyini kontrol etmek ve salınım mekanizmasına ve bitkinin ihtiyaçlarına göre gübreyi ayarlamak amacıyla, bir toprak analizi yaptırılması önerilir.

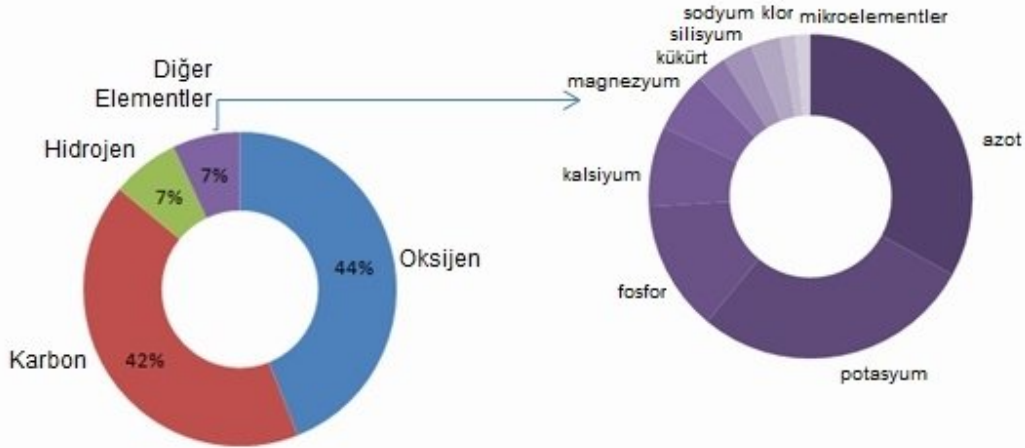
Bitkinin yetişmesi için ihtiyaç duyduğu besinler havadan, sudan ve topraktan gelir, ki toprak çözeltisi besinlerin aktarımının bir aracıdır. Besinler, bitkinin ihtiyaç duyduğu miktara bağlı olarak, makro- ve mikro-besin unsurları olarak ayrılır. Birincil makro besinler Azot, Fosfor ve Potasyum, ikincil makro besinler ise Magnezyum, Kükürt ve Kalsiyumdur (Şekil 7). Mikro besinlere çok küçük miktarlarda ihtiyaç duyulur, ancak bitki ve hayvan metabolizması için genellikle önemlidir. Bunların arasında demir, çinko, manganez, bor, bakır, molibden ve klor sayılabilir.

Azot, N (bitkinin kuru maddesinin % 1 - % 4'ü), bitkinin büyüme motorudur çünkü, bitki gelişiminin belli başlı tüm süreçlerinde yer alır. Yeterli düzeyde azot tedariki, diğer besinlerin emilimi için de önemlidir.

Fosfor, P (kuru bitki özünün %0.1 - %0.4'ü), enerji transferinde önemli bir rol oynar, yani fotosentezin verimliliğinde çok önemlidir. Fosfor birçok doğal veya tarım toprağında az bulunur veya toprağın pH düzeyi fosforun bitkiye sunumunu sınırlar, ve sabitlenmesini destekler.

Potasyum, K (kuru bitki özünün %1 -%4'ü), karbonhidratların ve proteinlerin sentezlenmesinde, dolayısıyla bitkinin yapısında, hayati bir rol oynar. Potasyum bitkinin hidrolojik rejimini geliştirir ve kuraklık, don ve tuzluluk karşısındaki toleransını artırır. Yeterli K kaynaklarına sahip bitkiler hastalıklara karşı daha dayanıklıdır.

Şekil 7 Bitkilerin ortalama bileşimi



Kompost'ta bulunan besinler, orijinal materyale bağlı olduğundan, büyük ölçüde değişkendir (Tablo 9):

Tablo 9 Komposttaki ortalama besin içeriği

Besin	Komposttaki % (1 kg kompost içinde)
Azot	0.3% – 1.5% (3g ile 15g arasında)
Fosfor	0.1% – 1.0% (1g ile 10g arasında)
Potasyum	0.3% – 1.0% (3g ile 10g arasında)

Kaynak: Jacob, 1961, Martínez, 2013

Kompostu organik gübre olarak veya mineral gübrelerle birlikte entegre bir şekilde besleme amacıyla uygulamaya karar vermek için, aşağıdaki parametreler dikkate alınmalıdır:

- Bitkinin gübre istekleri (toprak ve yaprak analizi),
- Her iki gübre için yerel olarak erişim ve mevcudiyet,
- Her iki gübrenin maliyeti,
- Toprağın organik madde ihtiyacı.

Her ekin, beklenen rekolteye bağlı olarak, özgün bir miktarda besin unsurları ister. Gerçekte ne kadar gübre isteği olduğunu hesap etmek için, toprak besin unsurları rezervleri veya besin unsurlarına dair sabitleme veya sızıp yitme ile yer değiştirmesi veya kaybı gibi diğer faktörlerin hesaba katılması gerekir (Tarlada besin isteklerinin nasıl belirleneceği konusunda Ek 7.2 ye bakınız)

Tablo 10, her ekin için besin isteklerini gösterir; bahsi geçen kayıplar nedeniyle, besin istekleri genellikle mevcudiyetlerini aşar.

Tablo 10 Ürün bazında besin alımı (kg/ha)

	Kapasite	Azot	Fosfor		Potasyum	
	Kg/ha	N	P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K
Pirinç	3.000	50	26	11	80	66
	6.000	10	50	21	160	132
Buğday	3.000	72	27	11	65	54
	5.000	140	60	25	130	107
Mısır	3.000	72	36	15	54	45
	6.000	120	50	21	120	99
Patates	20.000	140	39	17	190	157
	40.000	175	80	34	310	256
Tatlı patates	15.000	70	20	8	110	91
	40.000	190	75	32	390	322
Yukka	25.000	161	39	17	136	112
	40.000	210	70	30	350	289
Şeker Kamışı	50.000	60	50	21	150	124
	100.000	110	90	38	340	281
Soğan	35.000	120	50	21	160	132
Domates	40.000	60	30	13	124	124

Kaynak: Fertilizer Industry Advisory Committee of Experts (FIAC)

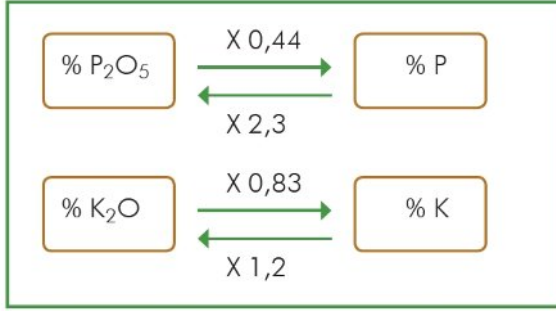
Bir mineral gübre, birincil besinlerden (N, P, K) birinden veya daha fazlasından, asgari %5 içeren bir endüstriyel üründür. Bu besinler genellikle N, P₂O₅, K₂O'nun yüzdeleri şeklinde ifade edilirler (Tablo 11). Bu gübreler basit (sadece bir birincil besin) veya çoklu-besin (iki veya üç birincil besin) olabilir.

Tablo 11 En yaygın olarak atılan gübreler

Gübre kaynağı	Moleküler formül	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
Üre	CO(NH ₂) ₂	46 — —
Amonyum Nitrat	NH ₄ (NO ₃)	34 — —
Amonyum Sülfat	(NH ₄) ₂ SO ₄	21 — —
Monoamonyum Fosfat	NH ₄ H ₂ PO ₄	12 50 —
Basit Superfosfat	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	— 20 —
Potasyum Klorür	KCl	— — 60
Potasyum Sülfat	K ₂ SO ₄	— — 52
Kompost	-	0.6 — 0.7 — 0.6

Tablo 11'e göre 50 kg'lık bir üre çuvalında 23 kg Azot bulunur (50 kg'ın %46'sı). P ve K'nın hesaplanması için oksitlerin moleküler ağırlığı dikkate alınmalıdır (Table 11).

Tablo 12 P₂O₅, K₂O, ve P, K arasındaki dönüşüm



Örnek 1: N, P ve K'nın hesaplanması

Bir 16-6-12 gübresinde mevcut olan N, P ve K miktarını belirleyelim. Çuvalın ağırlığı 25kg. Gübreleme derecesiyle ilişkili olan bu sayılar, gübredeki besinlerin ağırlık bakımından yüzdesidir.

- N içeriği= 0,16 x 25 kg = 4 kg N
P₂O₅ için dönüşüm faktörü: 0,44
 - P içeriği = 0,06 x 0,44 x 25 kg = 0,66 kg P
K₂O için dönüşüm faktörü: 0,83
 - K içeriği= 0,12 x 0,83 x 25 kg = 2,5 kg K
- Sonuç: 25 kg gübredeki N, P ve K içeriği: 4 kg N, 0,6 kg P ve 2.5 kg K

Mineral gübrelerin kullanımı çiftçilerde bağımlılık yaratır; gerek üretim gerekse nakliye açısından pahalıdır. Gübrenin maliyeti ve elde edilebilirliği, kullanım kararı açısından önemli unsurlardır.

Örnek 2: Gübrelerin ekonomik kıyaslaması

Bir gübrenin ekonomik değerini bir kompostun veya çeşitli gübrelerin (Üre, Basit Süperfosfat ve Potasyum Klorür) piyasa değerleriyle kıyaslayalım

Tablo 13 Gübre maliyeti

Gübre	Maliyet (ton)*	Besin (ton)
Kompost	50 USD**	15 kg N, 10 kg P ve 10 kg K (Tablo 9)
Üre	393 USD	460 kg N (Tablo 10)
Basit Süperfosfat	435 USD	88 kg P (Tablo 10)
Potasyum Klorür	395 USD	498 kg K (Tablo 10)

Dolayısıyla her besin için birim maliyet:

Besin	Kompost	Üre	Basit Süperfosfat	Potasyum Klorür
N	3,33 USD/kg	0,85 USD/kg		
P	5 USD/kg		4,94 USD/kg	
K	5 USD/kg			0,79 USD/kg
Toplam	13,33 USD			6,58 USD

*Kaynak: Dünya Bankası, Ocak 2013

** dökme kompost (paketlenmişinde, fiyatı 100 USD/ton değerine kadar yükselebilir)

Görülüyor ki kompostun, N,P ve K içerikleri bakımından, mineral gübrelerden daha yüksek bir fiyatı var. Sadece uygulamanın ekonomik maliyeti değil, mikrobesein içeriği veya organik madde içeriği gibi, ilave yararları da hesaba katılmalı (Bakınız Bölüm 2).

Çiftçi, artılarını ve eksilerini inceleyecek ve ürününe uygun gübreleme mekanizmasına karar verecektir. Her iki (organik ve mineral) gübrenin etkileri bütünleşerek birbirini tamamlayabilir.

Talep = Δ Organik arz + Δ Mineral arz

Örnek 3: Bir ekinin gübre ihtiyacının hesaplanması

Kompost ve diğer basit gübreleri birlikte kullanarak, iki hektar buğdayı gübrelemek istiyoruz. Buğdayın 3t/ha besin istekleri:

N: 72kg/ha, P₂O₅: 27kg/ha, K₂O: 65kg/ha

Kompostu 9t/ha dozunda uygulayınca fosfor ihtiyacının karşılanmış olacağını not edelim (bir kg kompostta ortalama 6 g Azot, 3g Fosfor ve 3 g Potasyum bileşeni bulunduğu değerlendirilir):

9t kompostta: N: 54kg/ha, P₂O₅: 27kg/ha, K₂O: 45kg/ha

Azot ve potasyum ihtiyacını karşılamak için üre ve klor uygulanabilir.

- Kompost uygulamasından sonra Azot ihtiyacı: 72 – 54= 18kg/ha
Üre'de %46 N (100 kg ürede 46 kg N) bulunur, yani 39kg/ha üre uygulanacak.

100 kg üre, 46 kg N } x = 39 kg üre
X kg üre → 18 kg N

Denitrifikasyon, sızıntı ve mobilizasyon yoluyla azot kaybı hesaplandığında, gübreyle verilen azotun sadece %65'inin bitkiye yararlı olacağı tahmin edilmelidir.

- Kompost uygulamasından sonra K₂O ihtiyacı: 65 – 45 = 20 kg/ha
Potasyum klorür'de % 60 K₂O bulunur, yani 33kg/ha potasyum klorür uygulaması potasyum ihtiyacını karşılar

100 kg KCl, 60kg K₂O } x = 33 kg KCl
X kg KCl → 20 kg K₂O

Sonuçta, iki hektar için gübre ihtiyacı toplamda:

18 ton kompost

78 kg üre

66 kg potasyum klorür

olarak hesaplanır.

Organik tarım ve aile çiftçiliğinde ise, sadece kompost, kompost çayı, vermikompost gibi organik gübrelerin kullanımı yaygındır (Bölüm 5) .

3.7 Kompostun Uygulanması

Kompost yarı-olgun (mezofilik faz II -3) veya olgun halde toprağa uygulanabilir. Yarı olgun kompost daha yüksek biyolojik aktiviteye sahiptir ve bitkiler tarafından kolayca özümseenecek besinlerin oranı, olgun kompostla kıyasla daha fazladır. Diğer yandan, henüz istikrara kavuşmamış (asiditeye daha yakın) pH düzeyi ise, filizlenmeyi olumsuz etkileyebilir, yani bu kompost, tohum çimlendirmek amacıyla veya hassas bitkilerde kullanılmamalıdır.

Bahçe bitkilerinde yarı-olgun kompost kullanımı, genellikle önceden (karnabahar, kereviz, patates ...) ekilmiş olan bir toprakta 4-5kg/m² ölçüsünde bir ilkbahar uygulamasıdır. Tarla bitkileri için ise 7-10 t/ha kompost uygulamalıdır.

Olgun kompost daha ziyade fideler, makineyle fidan dikimi veya saksılar için kullanılır. Genellikle toprakla, ve substrat preparatı olarak turf ve piriñç kabuğu gibi diğer materyallerle (%20 -%50) oranında karıştırılır (Şekil 8).

Şekil 8 Substratın hazırlanması



©E. Murillo

3.8 Maliyetler

Kompostlamanın ekonomik maliyetini incelemek için, aşağıdaki üç unsuru analiz etmek gerekir.

- Tercih edilen sistemin kararlaştırılması (Bölüm 4.2 Kompostlama Teknikleri)
- Kompostlanacak organik maddenin miktarı ve türü
- Çiftlikte kullanılacak kompostun miktarı ve satılacak miktar

Bunun için aşağıdaki gibi bir "gelir-gider" tablosu kullanılabilir. Bu özgün ekonomik örnek, domuz altlığından kompost üretimine ilişkindir (Neiva, Kolombiya'daki, 6.1 de ayrıntıları verilen deneyim)

Bu sistemde, 20 domuzun atığından ve 750 kg piriñç kabuğundan, her 6 ayda 10 ton kompost üretiliyor. Tablo 14'ün ekonomik bilançosu 2012'de (6 aylık) bir döneme karşılık gelir.

Tablo 14 Bir kompost tesisinin ekonomik dengesi

Maliyetler*			
Ayrıntılar	Miktar	Birim maliyet (USD)	Toplam maliyet (USD)
Materyal toplanması (yevmiye)	2	14	28
Nakliye (yevmiye)	2	14	28
Parametrelerin kontrolü (yevmiye)	6	14	84
Tartma ve paketleme (yevmiye)	0.5	14	7
Polietilen çuvallar	200	0.1	20
Pirinç kabukları 8kg)	750	0.1	75
Kürek	2	5.5	11
El arabası	1	78.5	78.5
Kompostlayıcı yapımı	1	11.3	11.3
Toplam maliyet			342.8
Gelirler			
Ayrıntılar	Miktar	Birim maliyet (USD)	Toplam maliyet (USD)
Kompost (ton)	10	80	800
Toplam gelirler			800
Ekonomik Bilanço			+457.2

*Çiftliğin kendi artığı olduğundan, domuz gübresi maliyetler arasına dahil edilmemiştir.

Bu örnekte üretilen tüm kompost satılacaktır. Diğer bir seçenek ise kompostun bir kısmını satarak üretim maliyetini karşılamak ve geri kalan miktarı çiftlikte kullanmaktır. Tablo 14'te sunulan örneğe ilişkin olarak, 342.8 USD'a denk gelen maliyeti karşılamak için 4.2 ton kompostu satmak gerekecek, çiftlik için 5.8 ton kompost elde kalıp, stoklara katılacaktır.



4. Kompostlamanın Pratik Temelleri



4. Kompostlamanın pratik temelleri

4.1 Önerilen alet edevat

- Dirgen ve/veya kürek:** materyal eklemek, çevirmek ve bitmiş kompostu almak için.
 - Budama makası veya parçalayıcı:** 5 ila 20 cm arası uygun parça büyüklüğü elde etmek için (Bölüm 3.3'e bakınız).
 - Sulama kabı, hortum veya fıskiye:** kompostlanan materyalin nem oranını %45 ile %60 arasında uygun seviyede tutmak için (Bölüm 3.3'te nemin ölçüm tekniğine bakınız).
 - Termometre:** kompostlanan materyalin sıcaklığını ölçmek için (Şekil 4'e bakınız). Onun yerine bir metal çubuk veya ahşap çita kullanılabilir.
 - Elek:** Kompostlama sürecinin sonunda materyali elemek ve henüz ayrışmamış büyük parçaları ayırmak için (Şekil 19).
 - pH şeritleri (tercihe bağlı):** süreç esnasında asiditeyi kontrol altında tutmak için (Bölüm 3.3'e bakınız).
- Çalışırken başka aletler de yardımcı olabilir,** kritik önemde olmasa da, örneğin tırmık, el arabası, körük, vb.

Şekil 9 Önerilen Aletler



4.2 Kompostlama teknikleri

Organik materyali kompostlamak için kullanılan tekniklerin amacı, hem sağlık açısından, hem de gübreleme açısından kaliteli bir nihai ürün elde etmek üzere süreç parametelerini ölçmek ve optimize etmektir.

Belirli bir tekniği tercih etmek için anahtar faktörler:

- İşlem süresi
- Alan ihtiyacı
- Hijyenik güvenliğin gerektirdikleri
- Anaç materyal (hayvansal kökenli materyalin var olup olmaması)
- İklim koşulları (sıfırın altında sıcaklıklar, şiddetli rüzgarlar, sağanak yağmurlar ve diğer kritik iklimsel olaylar)

Farklı teknikler genellikle kapalı sistem ve açık sistem olarak ayrılır. Açık sistemler dış mekanlarda yürütülen sistemler olup, kapalı sistemler ise tünel veya tambur şeklinde yapılan konteynerlerde yürütülür.

4.3 Açık sistemler veya yığınlar

Bu kompostlama tekniği, bol ve değişken miktarda (yaklaşık 1m³ veya daha fazla) organik atığın olduğu durumlarda uygulanabilir.

Şekil 10 Kompost yığınları. Sandino belediyesi. Nikaragua. ©M.A.Martinez

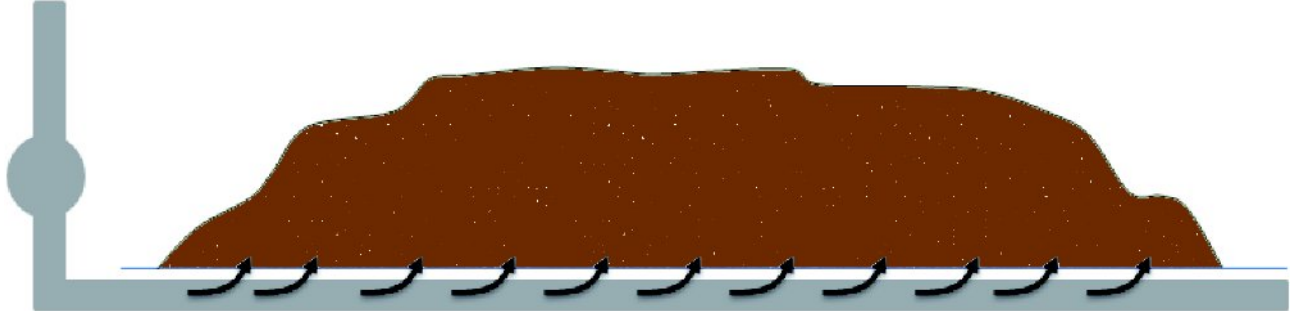


Tesisteki kompost yığını yönetimine (mekan, teknoloji, tutma süresi) bağlı olarak çok çeşitli yığın türleri, şekil, hacim, dağılım ve yığınlar arası mesafe söz konusudur.

FAO yayını "On-farm Composting Methods - Çiftlikte Kompostlama Yöntemleri" z (FAO 2003), yığın oluşturmanın çeşitli tekniklerini tanımlar; örneğin Indore (Hint methodu) and kırsal Çin kompostlama yöntemleri gibi. Tüm yöntemlerin paylaştığı ortak teknik, iyi bir C: N oranı (30:1) ve sıcaklık ve nem kontrolü sağlamak için farklı materyallerin sırayla üstüste gelen tabakalar halinde yerleştirilmesidir (Bakınız, Alt-bölüm 4.3.1) 3 On-farm Composting Methods <http://www.fao.org/docrep/007/y5104e/y5104e00.htm> Endüstriyel düzeyde ise, yığınlar en ileri teknolojiyle yönetilir. Aşağıda bazı örnekler verilmektedir:

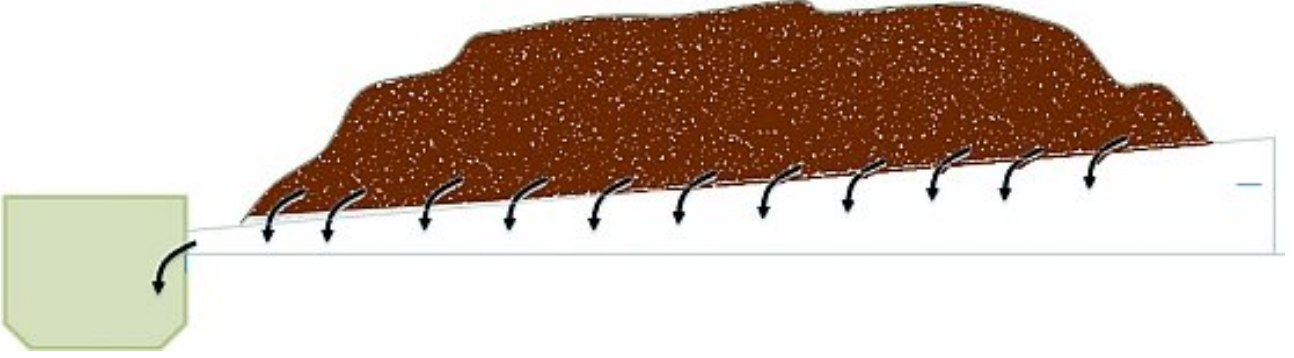
- Optimum oksijen düzeyini korumak için yer seviyesindeki kanallardan kompostun içine havanın girdiği yöntem olan, basınçlı havalandırma.

Şekil 11 Basınçlı havalandırma sistemi



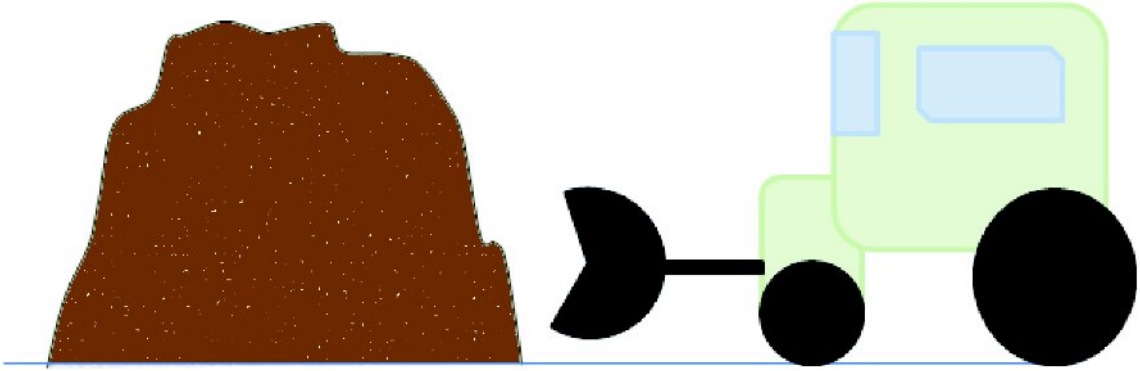
- Sızıntının toplanması ve ardından işlenmesi

Şekil 12 Sızıntı toplama sistemi



- Bir traktöre monte edilmiş yanal, vidalı bir ekipman, veya traktörün ön tarafında bir kepçe kullanarak, kompost yığınlarının mekanize bir şekilde çevirildiği sistemler. İlk sistemde, yığının yüksekliği yanal çeviricinin yüksekliği kadardır, ama ikinci sistemde yığın yüksekliği üç metreye ulaşabilir. Aile çiftliği düzeyinde ise bu pek gerçekçi değildir ve çevirme işlemini kolay kılmak adına, ideal yükseklik 1.5 metreyi aşmamalıdır.

Şekil 13 Mekanize çevirme



Kompostlama işlemine başlamadan, kullanılacak alanı ve yığının yüksekliğini hesap edin. Beraberinde bu birçok sınırlamayı da getirebilir, örneğin kompostlanacak materyalin miktarı, kompostun uygulanacağı alan, veya kompostlamanın yapılacağı alan gibi.

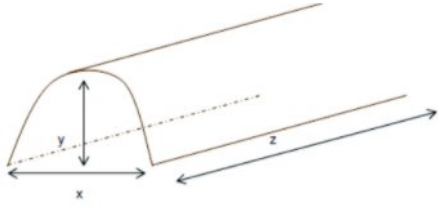
Örnek 4: Kompostlanacak materyalin miktarına göre, kompost yığınının boyutlarının hesaplanması

Bir aile çiftliği, kendi bahçesinden ve mutfağından haftada toplam 100 kg bitki atığı elde ediyor. Haftada 100 kg ile bir yığın yapmaya karar veriyor. *

Yoğunluğun $250\text{kg}/\text{m}^3$ olduğunu ** hesaba katarsak, yığının hacmi:

$$250 \text{ kg}/\text{m}^3 = 100 \text{ kg} / X \text{ m}^3 \Rightarrow X = 0.40 \text{ m}^3$$

Bu hacim, yığın oluşturmak(en az hacim 1 m^3) için yetersizdir, yani taban ve yükseklik için asgari gereklilikleri karşılayabilecek miktar en az 250 kg olmalıdır. Eğer birkaç çiftçi birleşerek haftada 1250 kg atık elde ederlerse, hacim 5 m^3 olur. Yığın boyutları ise:



Bu durumda yığının hacmini verecek formül paralelyüz hacim formülüdür

$$V_{\text{paralelyüz}} = x \cdot y \cdot z$$

$$5 \text{ m}^3 = x \cdot y \cdot z$$

$$5 \text{ m}^3 = (x \cdot y \cdot z)$$

Yüksekliğin (y) 1.5m , genişliğin (x) 1.5m olduğunu varsayarsak, yığının uzunluğu (z):

$$5 \text{ m}^3 = (1.5 \cdot 1.5 \cdot z) \Rightarrow \text{uzunluk} = 2.2 \text{ m} \text{ olur.}$$

* Yığın termofilik fazdayken taze materyal ekleyip süreci kesintiye uğratmaktansa, taze materyal ile her hafta yeni bir yığın kurmak veya uzunlamasına eklemek suretiyle mevcut yığını uzatmak önerilir.

** Elinizdeki materyalin yoğunluğu hesaplamak için: hacmini bildiğiniz bir kova alın, kovayı materyal ile sıkıştırmadan doldurun ve tartın, kovanın ağırlığını çıkartın. Ve bu ağırlığı, kovanın hacmine bölerek materyal yoğunluğunu hesaplayın.

Örnek: içi dolu 10 litrelik kova, (0.01m^3) tartıda 3.27 kg çekiyor (kovanın ağırlığı 270g)

$$\text{yoğunluk} = 3\text{kg} / 0.01\text{m}^3 = 300\text{kg}/\text{m}^3 \text{ olur.}$$

Örnek 5: Nihai kompost ihtiyacına göre, kompost yığınının boyutlarının hesaplanması

Bir aile 100m² meyve bahçesine kompost uygulamak istiyor. Önerilen ortalama kompost miktarı ise 4-5 kg/m² yani toplamda 400 ila 500 kg arası kompost gerekiyor.

Bozunma sürecinde materyalin yaklaşık %50'sinin yitirildiğini düşünürsek (kompost yığını boyutları veya kompost hacmi bölümlerine bakınız), başlangıç materyalinin nihai materyalin iki katı olması gerektiği tahmin edilir. Bu örnekte ise, anaç materyal 800-1000 kg olmalıdır.

Bu değerden yola çıkarak ve önceki örnekteki adımları izleyerek:

1000 kg ⇒ 4 m³ (250 kg /m³ yoğunluk)

Bu hacimden çıkarak alan hesaplanır (Şekil 14'teki yığın piramit şeklindedir ve bu örnekte paralelyüz formülü değil, piramit formülü kullanılır)

4m³ = üçgen alanı . uzunluk = b x h / 2 x uzunluk => 4 = 1.7 x 1.2 / 2 x uzunluk
yığının uzunluğu = 3.9 m olur.



Şekil 14 Kompost yığını ©Field – Nicaragua

Örnek 6: Eldeki mevcut alana göre, kompost yığınının boyutlarının hesaplanması

Eğer kompostlama alanı nedeniyle bir kısıtlama söz konusu ise, taban alanı (yığının boyu ve eni) sabit değer olarak alınır.

Bir aile, bahçesinde en fazla 3m² alanı kompostlamaya ayırabiliyor. Azami alan bu kadar.

Materyalin (yağmur, rüzgar veya küçük hayvanların etkisi nedeniyle) yığının kenarından aşağı yuvarlanması nedeniyle genellikle bu alanın yaklaşık %15'i ihtiyat payı olarak ayrılır.

Şekil 15 Mevcut kompostlama alanı



Bahçedeki alan 3m² (1,5m x 2m)

Eğer azami yükseklik 1.5 m ise, o halde:

Hacim m³=(1,5·1,2·1,7)=>3m³

3m³ (Yoğunluk: 250 kg/m³) lik alana karşılık gelen kompost anaç materyal miktarı 750kg.

4.3.1 Bir kompost yığınının kurmak ve yönetmek için yapılması gerekenler

• **Yer seçimi ve seviyenin düzleştirilmesi.** Kompostlamanın yeri: hava koşullarına, atıkların üretildiği alana uzaklığına, bitmiş kompostun uygulanacağı yere uzaklığına ve zeminin eğimine bağlı olarak seçilir. Alanın, şiddetli rüzgarlardan korunaklı, kirlenmeyi önlemek adına su kaynaklarına güvenli bir uzaklıkta (50 metreden fazla) ve sızıntı ve erozyon sorunlarını önlemek için hafif eğimli (%4'ten az) olması tercih edilir.

• **Materyali parçalamak ve yığmak.** Kompostlanan materyalin taze materyal ile kontamine olmasını önlemek adına, termofilik faz başlamadan tüm materyali aynı yığında istiflemek için harcanacak süre, genel olarak bir hafta olarak kabul edilir. Buradaki bir başka önemli konu, uygun C: N oranı elde etmek için gereken materyal karışımıdır. Cornell Üniversitesi'ne (1996) göre formül aşağıdaki gibidir:

$$R = \frac{Q_1 \times (C_1 \times (100 - M_1) + Q_2 (C_2 \times (100 - M_2) + Q_3 (C_3 \times (100 - m_3) + \dots}{Q_1 \times (N_1 \times (100 - M_1) + Q_2 (N_2 \times (100 - M_2) + Q_3 (N_3 \times (100 - m_3) + \dots)}$$

Q eklenecek materyalin miktarı, C ve N ise Karbon ve Azotun ağırlığı, M ise materyaldeki nemin ağırlığı olarak kabul edelim.

Bir materyalin (örneğin saman) Q1 miktarına karşılık gelen, diğer materyalin (örneğin manur) Q2 miktarını hesaplayalım. Bu aşağıdaki şekilde tahmin edilebilir:

$$Q_2 = \frac{Q_1 \times N_1 \times \left(R - \frac{C_1}{N_1} \right) \times (100 - M_1)}{N_2 \times \left(\frac{C_2}{N_2} - R \right) \times (100 - M_2)}$$

İşi kolaylaştırmak için, en yaygın kullanılan materyallerin C:N değerlerini gösteren temel tabloyu (Tablo 15, kompostlamada kullanılan bazı materyallerin C:N oranları) kullanalım ve bir tahmin yapalım:

Tablo 15 Kompostlamada kullanılan bazı materyallerin C:N oranları

Yüksek Azot 1:1 – 24:1		Dengeli C:N 25:1 – 40:1		Yüksek karbon 41:1 – 1000:1	
Materyal	C:N	Materyal	C:N	Materyal	C:N
Taze sıvı manur	5:1	Sığır manuru	25:1	Yeni biçilmiş çim	43:1
Kanatlı atığı	7:1	Fasulye yaprakları	27:1	Ağaç yaprakları	47:1
Domuz manuru	10:1	Krotalarya	27:1	Şeker kamışı samanı	49:1
Mutfak atığı	14:1	Kahve telvesi	29:1	Taze kentsel atk	61:1
Kümes altlığı & atığı	18:1	İnek tezeği	32:1	Pirinç kabuğu	66:1
		Muz yaprağı	32:1	Pirinç samanı	77:1
		Sebze atıkları	37:1	Kuru çim (otlar)	81:1
		Kahve yaprakları	38:1	Küspe	104:1
		Budama artığı	44:1	Mısır koçanı	117:1
				Mısır samanı	312:1
				Talaş	638:1

Kaynak: UNDP-INFAT (2002)'den uyarlanmıştır

Kompostlamaya başlamak için ideal C:N oranı 25:1 ila 35:1 arasındadır. Bunu hesaplamak için, eldeki mevcut materyaller Tablo 14'ten seçilir ve her birinin C:N oranı ayrı ayrı hesaplanır. Yığına uygulanacak her materyalin miktarını elde etmek için oransal bir hesaplama yapılır.

Bu hesaplama, bir referans olarak kullanılabilir ama her zaman bir hata payı olacaktır çünkü materyalin nemi veya C veya N mevcudiyeti için herhangi bir düzeltme yapılmaz (örneğin mukavvanın yüksek bir karbon içeriği vardır ama bozunması yavaştır).

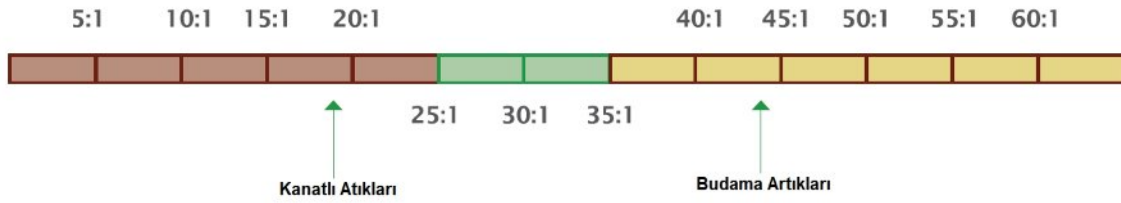
Örnek 7: Çeşitli materyaller bulunan karışımda C:N oranının hesaplanması

Bir çiftlikte ahır altlığı ile karışık kanatlı atığı ve meyve ağaçlarının budama artıkları var.

C:N oranları:

- ahır altlığı ile karışık kanatlı atığı: 18:1

- budama artıkları: 44:1



Her iki materyalden bire bir oranında karışım yaklaşık 30:1 oranını verir, yani yığını yapacak işçi her iki materyali dönüşümlü olarak kürekle karıştırabilir.

Aynı zamanda C:N oranını üç farklı materyale kadar hesaplayan çevrimiçi hesaplayıcılar da vardır (Şekil 16), örneğin Cornell Üniversitesi'nin de böyle bir seçeneği olduğu gibi; (aşağıdaki örnekteki C/N oranı, C:N oranına karşılık gelir).

Şekil 16 C: N oranı hesap makinesi

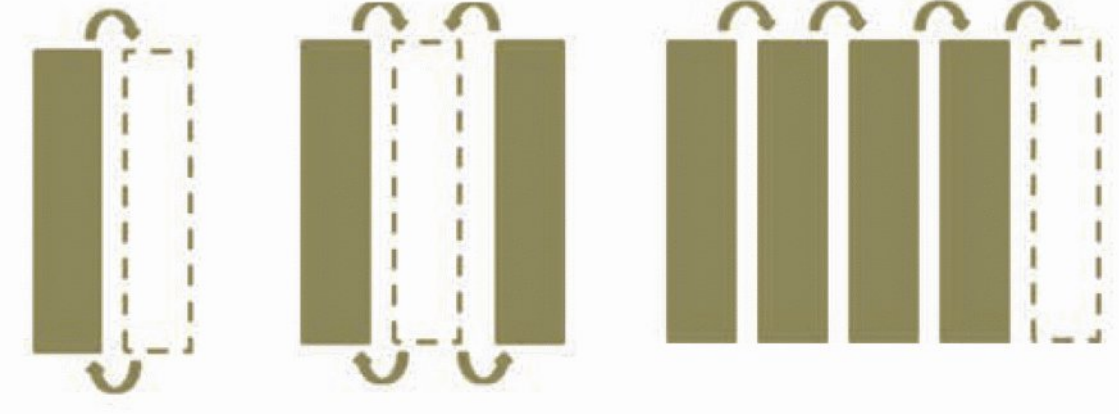
Ingredient	% H2O	Weight	% Carbon	% Nitrogen	C/N Ratio
				Result:	

Kaynak: Cornell Üniversitesi, <http://compost.css.cornell.edu/calc/2.html> adresinde mevcut

- **Çevirme sistemi.** Normalde, ilk 3-4 hafta içinde çevirme haftalık olarak ve daha sonra ise her onbeş günde bir yapılır. Bu, hava koşullarına ve kompostlanan materyale bağlıdır. Kompostun genel görünümünü, kokusunu, sıcaklığını kontrol etmek ve ne zaman çevirme yapılacağına karar vermek gerekir (bir sonraki konuya bakınız, sıcaklık kontrolü, nem ve pH)

Mekanı ve çevirme işlemini optimize etmek önemlidir. Şekil 17 mekan optimizasyonuna dair bazı örnekleri göstermektedir.

Şekil 17 Yığın sayısına göre çevirme yöntemleri



Sıcaklık, nem ve pH kontrolü

- Sıcaklık, nem ve pH kontrolü. Bahçe sahibi, aşağıdaki kontrolleri yapmalıdır:

Sıcaklık. Eğer bir termometre elde yoksa, metal bir çubuk (veya ahşap bir çita, Şekil 10'a bakınız) kullanılabilir. Yığının çeşitli yerlerine çubuk daldırılır ve çubuğa dokunarak, kompostlama fazına göre yaklaşık sıcaklık belirlenir ve her faz için önerilen sıcaklık ile kıyaslanır (Tablo 3 Optimum sıcaklık parametreleri)

Nem. Elinizi yığına sokarak bir avuç dolusu materyali elinize almak ve elinizi açmak suretiyle "yumruk tekniği" uygulanabilir. Materyal sıkı bir kıvamda olmalı ve hiç su damlamamalıdır. Eğer su damlıyorsa yığını çeviriniz ve/veya kuru materyal ekleyiniz (talaş veya saman). Elinizi açtığınızda eğer materyal gevşek ise, su ve/veya taze materyal (sebze atıkları veya biçilmiş çimen kırpıntıları) ekleyiniz.






pH Asiditesi. pH ölçmek için iki yol vardır: doğrudan yığının içinde veya bir kompost özütünde.

- pH düzeyini yığında ölçmek: Eğer kompost ıslak ama çamurumsu değilse, kompostun içine bir pH şeridi sokun. Suyu çekmesi için birkaç dakika bekleyin ve sonra rengini kıyaslayarak pH düzeyini okuyun.

- Sıvı bir çözeltide pH ölçmek⁴: Komposttan birkaç örnek alın ve su içeren kaplara koyun (hacim/hacim 1:5). Karıştırın ve tercihen bir pH ölçerle veya pH şeridiyle okuyun. Çeşitli parametreleri izlemek için aşağıdaki gibi bir çizelge kullanın.

⁴ "US Compost Council " 2010 Protokolü

Şekil 18 Süreç kontrolü çizelgesi

	Hafta 1	Hafta 2	Hafta 3	Hafta 4	Hafta 5	Hafta 6	Hafta 7	Hafta 8	Hafta 9	Hafta 10	Hafta 11	Hafta 12
Sıcaklık												
Ref Sıcaklık	15°-40°		40°-65°			15°-40°			Ortam sıcaklığı			
pH												
Ref pH	4-6		8-9			7-8			6-8			
Nem												
Ref Nem	değişken, girdi materyalindeki nem miktarına göre 30% - 60%.											
Görünüm												
Ref Görünüm özellikleri												

Kaynak: P. Roman. FAO

- **Kompostlamanın bittiğinin doğrulanması (olgunlaşma fazı).** Kompostun olgunlaşma fazında olduğunun doğrulanması için, hala ıslak olan materyalin çevrilmesine rağmen yeniden ısınmaya başlamaması gerekir.

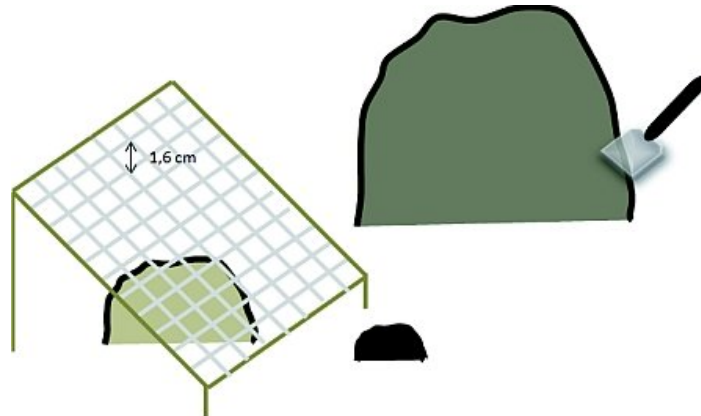
Ancak bu fazın doğrulanması için başka testler de vardır.

Bir laboratuvara girme imkanınız varsa bir solunum testi yapınız.

Herhangi bir laboratuvar imkanı mevcut değilse, kompostlanmış materyalin görünüşünü ve kokusunu analiz etmek için yığının boyutlarını temsil edebilecek sayıda, birkaç (en az 3) örnek alınır. Koyu tonda, kahverengi olmalı, nemli toprak kokusu vermeli ve yumruk testinde aşırı nemli olmamalı. Çeyrekleme de yapılabilir, (yığını 4 eşit parçaya bölme) ve her çeyrekteki kompost materyalinden 100 gram kadar 3'er örnek alınır, bunları plastik torbalara koyup iki gün serin ve kuru bir yerde bekletilir. Eğer plastik torbalar şişmişse (havayla dolmuşsa) ve nem yoğunlaşması gösteriyorsa, bu o zaman, kompostlama sürecinin tamamlanmadığının (olgunlaşmamış kompost) göstergesi olabilir. Bir başka teknik, yığının merkezine 50 cm uzunluğunda metal bir çubuk veya metal bir alet sokmaktır. Eğer 10 dakika sonra çubuğu çıkarınca sıcak ise (dokunamıyorsanız, yakıyorsa), demek ki materyal hala bozunma sürecindedir. Tüm bu durumlarda, yığın kompostlama sürecine devam etmesi için bırakılmalıdır.

- **Eleme.** Kompost nihayet olgunlaştığında, büyük parçaların ve diğer yabancı maddelerin (metaller, cam, seramik, taşlar) arındırılması için, materyal elekten geçirilir. Eleğin göz aralıkları her ülkenin mevzuatına göre değişirse de, tipik olarak 1.6 cm'dir. Elekten (Şekil 19'da elemelerde kullanılan tel elek) geçmeyen büyük parçalar, çoğunlukla lignoselülozik (ahşap) materyaldir ve yeni bir kompost yığınının geri dönerek iki işlevi yerine getirir; hem bozunma sürecine devam eder, hem de yeni yığına kompostlama bakterilerini aşılavıcı bir işlev görür.

Şekil 19 Eleme sürecinde kullanılan elek



Metal göze alternatif olabilecek birçok endüstriyel olmayan seçenek vardır, Şekil 20'deki örnekler gibi.
Şekil 20 Alternatif eleme aletleri



Elek olarak kullanılan gölgelik
©Field - Paraguay



Bir vantilatörün arka ızgarası
Nikaragua

Saha etkinliklerinin izlenmesi

Sahadaki kompostlama faaliyetlerinin izlenmesi için, Şekil 18 ve Şekil 21'de gösterildiği gibi çizelgeler kullanılması önerilir.

Şekil 21 Kompostlama süreci izleme çizelgesi

	Hafta1	Hafta2	Hafta3	Hafta4	Hafta5	Hafta6	Hafta7	Hafta8	Hafta9	Hafta10	Hafta11	Hafta12
Yer seçimi ve düzleştirme												
Taze materyalin doğranması ve istiflenmesi												
Sıcaklık ve nem kontrolü												
Eleme												

Kaynak: P. Roman.

4.3.2 Latin Amerika'da kompost yığını deneyimleri

Çok yağmurlu ve soğuk iklim bölgelerinde, sıcaklık artışını desteklemek ve yığını su basmasından korumak için, yığının üzeri plastik örtü ile kaplanabilir.

Şekil 22 Sıcaklık düşüşünden ve aşırı yağıştan korunmak için kompost yığını örtüsü. Nikaragua.



©FAO/E.Murillo

Farklı tarzlarda pasif havalandırma yöntemleriyle, yığının havalandırması arttırılabilir.

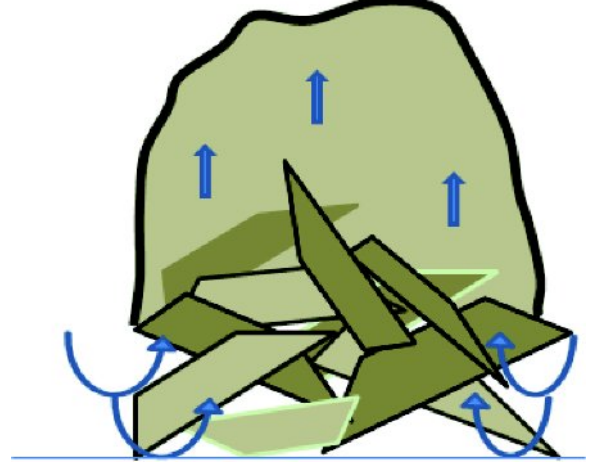
- “Hava Yastığı”. Bu yastık kalın dallarla oluşturulur ve yığının ilk tabakası olarak (80 cm) konumlandırılır. Kompost en alt merkez alanda anaerobik cepler yaratma eğilimindedir; bu yöntem ise hava döngüsünü homojen bir şekilde geliştirir.

Şekil 23 Hava yastığı tekniğinin fotoğrafı ve şeması



80 cm
yüksekliğinde
hava yastığı
oluşturmak için
dallarla
yapılmıştır

©FAO/Pilar Roman

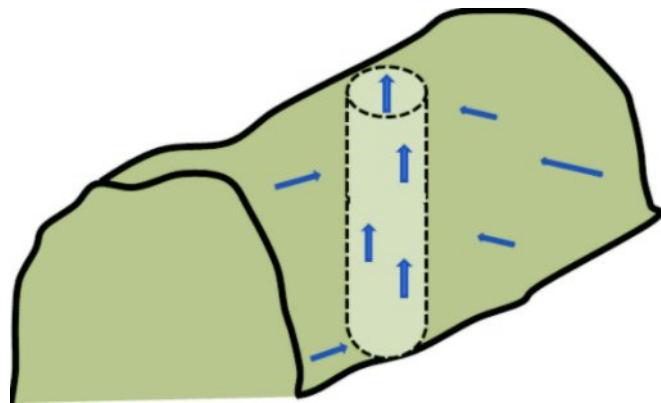


- Havalandırma bacası. Yığının ilk oluşturulması esnasında, en az 20 cm genişliğinde ve 1.5 metre yüksekliğinde bir direk yerleştirilmesi yaygın bir uygulamadır. Yığın oluşturulduktan sonra ise bu direk çıkartılır ve geride bıraktığı boşluk bir havalandırma bacası gibi, yani yığının içindeki hava döngüsünü geliştiren bir işlev görür.

Şekil 24 Havalandırma bacası tekniğinin fotoğraf ve şeması



©FAO/Pilar Roman



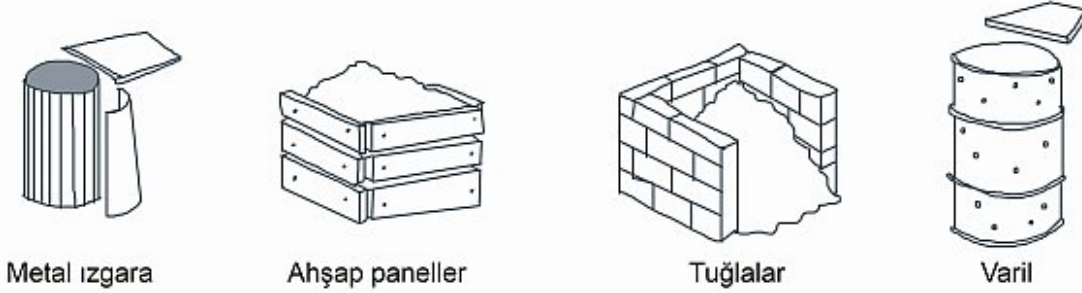
Ekolojik Çiftlik Çayırı'ndaki yığın, Şili

“Çevirmesiz yığın”da olduğu gibi, bu iki teknik birlikte kullanılabilir (Olgu çalışması 6.3)

4.4 Depolama birimleri

Bu yöntem genelde bahçe sahibi düzeyinde kullanılır. Konteynerin, çoğaltılmalarını destekleyen bir dizi olumlu özelliği vardır: yağmurun birikimini önler, materyali şiddetli rüzgarlardan korur, çevirmeyi kolaylaştırır, sızıntıyı bertaraf etmeyi kolaylaştırır, taşıyıcıların (fareler, kuşlar) işgalini denetler ve kompostlama materyaline yetkisiz kişilerce ve çiftlik hayvanlarınca erişimi önler. Bu yöntemin dezavantajı ise, çok yüksek sıcaklıklara çıkabilir ve parametrelerin kontrolü çok önemli hale gelir. Toprak kararlı bir malzeme olduğundan ve sıcaklık üretmediğinden, ılıman iklimlerde sıcaklığı kontrol etmek için konteynere genelde toprak eklenir (%10'a kadar)

Şekil 25 Saklama birimi türleri



Bazı küçük değişikliklerle kompost teknesi olarak yeniden kullanımı mümkün olan 220L plastik tamburların Latin Amerika'da kullanımı yaygındır. Kompostlama süreci, yığına kıyasla daha kısa sürelidir. Ortam sıcaklığına ve başlangıç materyallerine bağlı olarak, altı ile on hafta içinde ürün olgunlaşma aşamasına gelebilir.

Şekil 26 Yatay bir kompost kutusunu çevirmek



©FAO/Alberto Pantoja

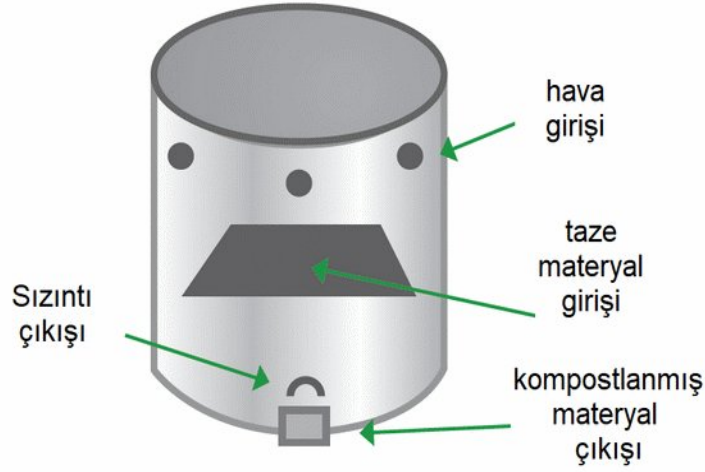
Süreci başlatmadan önce, uygun bir konteyner seçmek önemlidir. Bu seçim, eldeki mevcut teknelerin türüne, kompostlanacak materyalin miktarına, konteynerin yerleştirileceği mekana (yatay veya dikey) ve sürecin türüne (aşağıda açıklandığı üzere, statik veya dinamik) bağlıdır. Kompost teknesi olarak kullanılmaya müsait çok sayıda materyal vardır; ancak konteynerleri sınıflandırmak için iki temel model vardır: Dikey (sürekli/statik) ve yatay (kesintili/dinamik)

Dikey düzende konteyner kendi tabanı üzerinde durur (Şekil 27). Taze materyal üstten eklenir ve kompostlanmış materyal genelde alttan alınır. "Sürekli" olarak adlandırılır çünkü sisteme sürekli olarak taze materyal girer ve alttan sürekli olarak kompostlanmış ürün çıkar (eğer, materyalin alınması için konteynerin çevrilmesi gerekiyorsa o halde *kesintili*, veya *sıralı*, bir kompostlama konteyneridir).

Bu sistemin avantajları: kolay yönetilir, küçük yatırım gerektirir, küçük alanlara uygundur (220L tamburun taban çapı genelde 60cm'dir) ve sızıntı daha iyi kontrol edilir (genelde sızıntıyı almak için küçük bir valf bulunur)

Bu yöntemin dezavantajları arasında sayabileceğimiz özelliği, bir çevirme alanı gerektirmesidir. Konteyner içindeki materyal bir çubuk ile karıştırılabilir ama sonuç heterojendir ve anaerobik cepler yaratma riski vardır. Materyal sıkışmaya meyillidir ve nem dağılımı eşdeğer değildir ve üst kısım daha hızlı kurur.

Şekil 27 Dikey veya sürekli kompost konteyneri



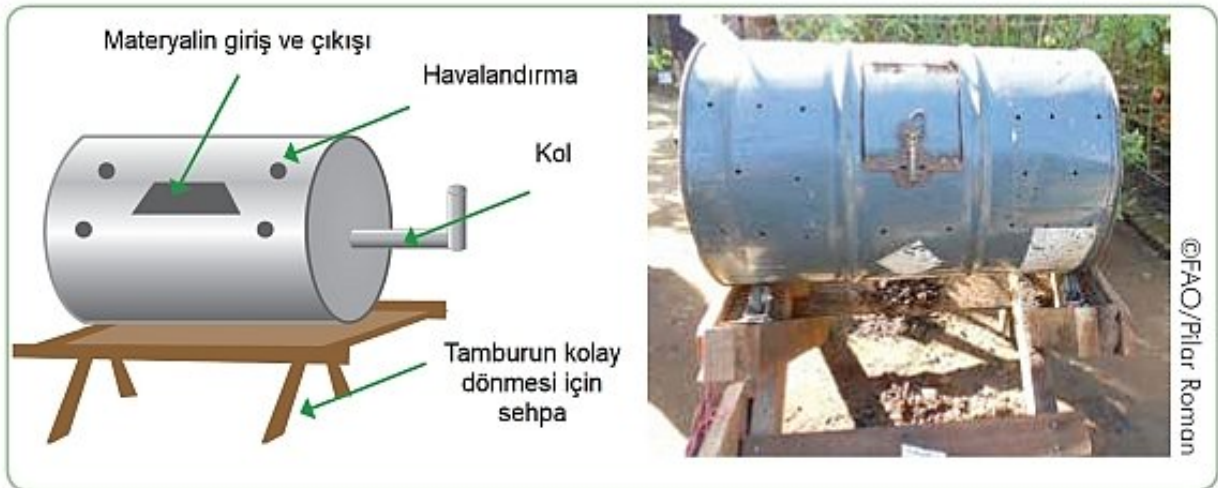
Sızıntı çıkışı ise normalde bir valf veya musluktan ibaret olup, fazla sıvıyı çıkarmak için haftada bir elle açılabilir.

Yatay düzen (Şekil 28) ise, konteynerin uzun ekseninde yatığı (220L tamburun boyu 90 cm) durumdur. “Kesintili” olarak adlandırılır çünkü “sıralı” bir süreçtir. Konteyner dolduktan sonra, kompostu almazdan önce ve yeni materyal konulmazdan önce, süreç tamamlanmalıdır.

Avantajı ise, bu sistem daha iyi bir nem dağılımına ve sıkışmaya sahiptir, çünkü çevirilmesi kolaydır (krank mili) ve elde edilen ürün daha homojendir.

Dezavantajı ise, bu sistem dikey sisteme göre daha büyük bir yatırım gerektirir, çünkü sürecin devamlılığı için en az iki konteyner gerekir. Çevirme esnasında deliklerden dışarıya sızıntı gelebilir ve altına bir konteyner daha koymak gerekir.

Şekil 28 Yatay veya kesintili kompost tamburu



CDC de Managua, Nicaragua

Tablo 16, kapalı kompostlama sistemlerinin avantaj ve dezavantajlarını özetlemektedir.

Tablo 16, kapalı kompostlama sistemlerinin avantaj ve dezavantajları

	Yatırım	Kullanım	Alan	Nihai materyal
Yatay	Düşük	Orta kolaylıkta	Küçük	Heterojen
Dikey	Yüksek	Karmaşık	Büyük	Heterojen

4.4.1 Konteynerlerde kompostlama yaparken yapılması gerekenler

Teknenin seçimi. Yatay veya dikey kompost konteyneri seçimi, eldeki mevcut mekana, eklenecek materyalin miktarına ve kompostlama sürecine ayıracağımız zamana bağlıdır (Tablo 16'ya bakınız).

Materyali parçalayıp konteyneri doldurma. Optimal bozunma için materyalin boyutlarının 5 ila 20 cm arasında olması önemlidir.

Sürecin uygun biçimde başlatılması için, materyal 25:1 ila 35:1 arasında bir C:N oranına sahip olmalıdır (C: N oranını hesap etmek için Örnek 5'e bakınız). Konteyner iki veya üç hafta içinde doldurulur. Bu sürenin ardından konteyner, kompostlama sürecinin tamamlanmasına ve bitmiş kompost alınincaya kadar kendi haline bırakılmalıdır.

Nemin ve havalandırmanın kontrolü, çevirme, materyalin alımı ve eleme. Yiğın kompostlama ile aynı teknikler uygulanır. (Bakınız 4.3.1, kompost yığını kurmak ve yönetmek için yapılması gereken işler)

Örnek 8: Kompost teknesinin yeterli hacminin hesaplanması

Evlerinin bahçesi 35m² olan bir aile haftada 20kg kadar bitkisel gıda atığı ve mutfak malzemesi üretir. Konteynerin içindeki materyal 400kg/m³ oranına kadar sıkışma eğilimi gösterir.

$$400 \text{ kg/m}^3 = 20 \text{ kg/m}^3 \cdot X \Rightarrow X = 0.05 \text{ m}^3 = 50 \text{ dm}^3$$

Eğer konteynere beş hafta boyunca materyal eklenirse, konteyner en az 200dm³ (220 L'ye eşdeğer) bir hacimde olmalıdır.

220 L (220 dm³) ölçüsünde bir tambur, bu durum için uygundur.

Bu tambur kullanılabilir ve boşlukları toprakla doldurulabilir.

4.5 Düşünce şeması

Hangi kompostlama tekniğini seçeceğimize karar vermenin iyi bir yolu ise, bir düşünce şemasını izlemektir.

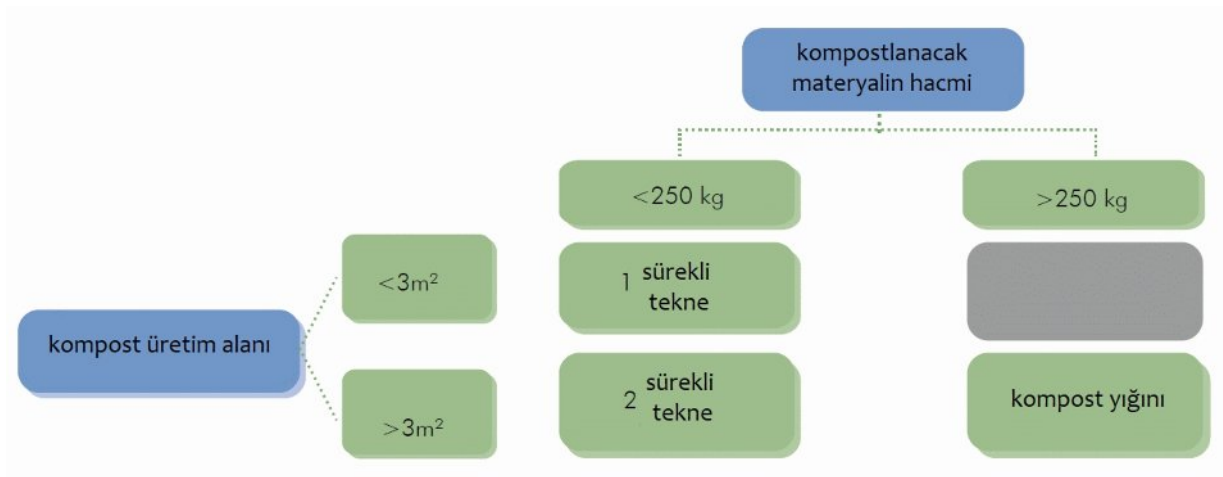
Örnek 9: Aile çiftçiliğinde kompostlama yönteminin seçimi

Aile çiftçiliği için bir örnek.



Örnek 10: Kentsel tarımda kompostlama yönteminin seçimi

kentsel meyve bahçesi örneği



5. Kompostla ilgili ürünler



5. Kompost Ürünleri

5.1 Vermikompost

Vermikompost, solucanların ve mikroorganizmaların kullanıldığı bir kompostlama sürecidir. Organik maddenin stabilizasyonu ile sonlanan oksidatif (hava içeren) bir süreçtir. Olgun kompost gibi bunda da, son ürün organik maddedir, ama solucanlar bu süreci mikroorganizmalarla birlikte yürütürler (Lazcano, 2008).

Bu süreçte, çözünmeyen mineraller çözünür, ve vermikompost toprağa uygulandığında bitkilere yararlı hale gelir. Aynı şekilde, selüloz gibi diğer kompleks organik bileşikler ise, solucanın sindirim sistemindeki bakterilerce daha basit bileşiklere indirgenirler ve N sunumunu artırır.

Vermikompost üretmek için, en yaygın kullanılan solucan türü *Eisenia foetida*, Avrupa'nın yerli türü olmasına rağmen yaygın adıyla *Kaliforniya kırmızı solucanı* olarak bilinen türdür. Bu tür, *foetida* adını muhtemelen avcılara karşı geliştirmiş olduğu, vücut salgılarının kokusu nedeniyle alır.

Bu solucan türü, yeme becerisiyle çok ünlüdür, çünkü 24 saatte kendi vücut ağırlığına eşdeğer besin tüketir. Solucan, biyokütlesini oluşturmak (büyümek ve yeni solucan üretmek) üzere gıdasını, taze veya farklı bozunma aşamasında olan bitkisel, hayvansal veya karışık organik maddeden ve manurdan alır.

Bu tür, beslenmek için yüksek konsantrasyonda organik madde, 19-25 °C arası optimum sıcaklık, %80 nem, 6.5-7.5 arası pH, ve loş ışık gibi bazı çevresel koşullar ister. Solucanın canlı kalabilmesi, ortamdaki organik maddenin miktarına bağlıdır, organik madde azaldıkça o da azalır.

Solucanın gövdesi bir halkalar zincirini andırır. Klitellum denen büyük halka, üreme organını barındırır. Solucan hermafrodittir, yani, her birey aynı anda iki cinsiyete sahiptir, ancak üreme organları iki bireyi gerektirir. Çapraz döllenme, iki bireyin klitellum organlarının birleştirilmesiyle yapılır ve çiftleşme 7-10 günde bir oluşur. İki birey de kokon veya koza denilen yumurtalar meydana getirirler. Yumurtalar limon şeklinde ve başlangıçta sarı-saydam görünümündedir, solucan büyüdükçe kahverengiye döner (Şekil 29). Kozalar kolaylıkla gözle görülebilir. Her koza, yumurtlandıktan 21 gün sonra çıkmak üzere 2-12 solucan barındırır. Yumurtadan yeni çıkmış solucan 1mm boyundadır.



©M.M.Martinez

Şekil 29 Kırmızı solucan kozası

Yavrular 3-4 ay içinde yetişkin hale gelip cinsel bakımdan olgunlaşır ve üretken döneme girerler. O zaman, boyları yaklaşık 3cm olur. Nihayet 7 aylık olduklarında nihai ağırlık ve boya ulaşırlar, 1gr ve 7-8 cm. Ortalama olarak 10 yıl yaşarlar (Şekil 30). Vermikompost elde etmek için, bir konteyner veya altlık, besin/mama, anaç solucan grubu, ve elbette düzgün çevresel koşullar gereklidir.

Şekil 30 Solucanın yaşam döngüsü



Kaynak: M. M. Martinez. CATA-USM, Şili

Vermikompost için, bir konteyner veya yatak, kompostlanacak materyal, canlı anaçlar, ve solucanların yetişmesine uygun çevresel koşullar gereklidir.

Konteyner veya yatak: solucanları yetiştirmek için farklı seçenekler, farklı boy ve kalitede konteynerler vardır. Konteynerler, beslemeyi ve görüşü kolaylaştırmak için açık olmalıdır ve genelde ahşaptan yapılır. Solucanlar genelde substrat içinde yiyecek aramak için derine dalarlar ama 40cm'den daha fazla gitmezler (Schuldt et al., 2007), dolayısıyla yatak 50-60 cm derinlikte ve 1m genişlikte olmalıdır, uzunluk ise eldeki mevcut mekana bağlıdır. Yatak, yağmurdan, güneş ışığından ve özellikle don zamanı ve kışın aşırı sıcaklık değerlerine karşı korunaklı olmalıdır.

Şekil 31 Bir okul bahçesinde vermikompost teknesi. Tegucigalpa (Honduras) ©FAO/Pilar Roman



Şekil 32 Bir aile bahçesinde vermikompost teknesi. Managua (Nikaragua) ©FAO/Pilar Roman



Şekil 33 Kent-çevresi çiftliğinde vermikompost teknesi. Asunción (Paraguay) ©FAO/Pilar Roman



Şekil 34 Aile çiftliğinde vermikompost. Neiva (Kolombiya) ©FAO/Pilar Roman



Substrat: genelde toprak ve taze organik maddenin (sebze atıkları, manur vs) karışımı 3:1 oranında kullanılır; ya da taze materyal ile 2:1 oranında kompostlanmış organik madde.

Anaç grup: En yaygın öneri, bir metrekare yatak için bir kilo anaç solucan grubu. Anaç solucanlar satın alınabilir veya yataklardan elde edilebilir. Ülkeye göre değişmekle birlikte, bir kilo solucan 50-100 USD arasında tutabilir.

Tablo 17 Çevresel koşullar

Parametre	İdeal aralık
Nem	Nem %70-80 aralığında. Bu en yüksek nem oranıdır, zira solucanlar derileriyle solurlar ve daha yüksek bir nem oranı solumalarını engelleyebilir.
Sıcaklık	20-30°C
pH	5-8.5. Solucanı beslemeyden önce, mamayı pH şeridiyle kontrol ediniz.
Işık	Solucanlar ışığa duyarlıdır, yani her zaman karanlık ortamı tercih ederler.

Aşağıdaki materyaller vermikomposta eklenebilir:

Manur, kağıt, boyalı olmayan mukavva, meyve ve sebzeler, yumurta kabuğu, budama artıkları, biçilmiş çimen kırpıntıları, saman, ekin artıkları, kahve telvesi, tahıl taneleri. Eysel atık suların arıtma tesislerinden çıkan katı biyo atıklar da verilebilir (Lotzof 2012)

Vermikompost hasatı

Üretimi tamamlanmış vermikompost, üretim sistemine ve boyutuna bağlı olarak, hasat edilir. Küçük ölçekte kullanılan solucan tuzaklama sistemi, solucanları 8-10 gün beslemeyi durdurmayı kapsar. Sonra yatağın bir ucunda, veya aynı konteynerdeki materyalin üzerinde "taze mama" koyulur. Böylece, solucan taze materyale doğru harekete geçer ve orada toplanır.

Bu yöntemde, yumurtadan yeni çıkan solucanlar veya kozalar vermikompost içinde bırakılırlar, kurtarılamazlar. Vermikompost, komposta göre daha kararlıdır ve daha fazla humik ve fulvik asit içerir (bakınız Ek 7.4)

Elde edilen materyal, boyutlarını homojenize etmek için elenir veya depolanmak ve ardından toprağa uygulanmak üzere kurutulur (Şekil 35) . Aynı zamanda vermikompost çayı üretimi için de bir altyapı oluşturur.

Şekil 35 Vermikompost kurutma alanı, Kolombiya 2008 ©M.M.Martinez



Kompost gibi vermikompost da toprağın yapısını geliştirir, su tutulumunu artırır ve organik maddenin dönüştürülmesinde söz konusu olan diğer metabolit ve enzimlere ek olarak, toprağa, yararlı mikroorganizmalar da sağlar.

5.2 Kompost Çayı

Kompost çayı, komposttan elde edilen suda-çözünür bir özüttür. Bu, suda çözünür kompost bileşiklerini ve, ek olarak, mikroorganizmaları elde etme sistemidir. Bu sistem temiz, ama içilebilir olması gerekmeyen, soğuk su ile, bitki çayı veya normal çay demleme sistemine benzer.

Kompost çayı yapımı, kompostun mikrobiyal yükünü artırmayı amaçlar, böylece mikrobiyal metabolizmayı yükleyen katalizörler olarak etki eden katkı maddeleri sürece dahil edilirler ve bu sayede popülasyonlar daha hızlı ve etkin biçimde artırılır (Scheuerell, 2004 ; Angulo et al, 2011).

Kompost çayı, kompost sızıntısı, manur çayı ve kompost özütü gibi diğer kompost ürünlerden ayırdedilmelidir:

1. Kompost sızıntısı: materyalin kompostlama sürecinde suya aşırı doyması (aşırı nem) sonucunda, fazla suyun süzülmesi anlamına gelir. Bu fazla su, komposttan sızar ve biriktirilebilir. Aynı zamanda suda çözünür besin unsurları ve mikroorganizmalar barındırır. Ancak, kompost çok fazla nemli ve hala olgunlaşmamış haldeyken, anaerobik bölgeler oluşur ve bu nedenle şeker gibi bazı bileşikler, bitkiler için toksik etkisi olan asitler ve başka bileşikler üretebilir (fitotoksik). Sızıntı eğer taze komposttan geliyorsa, sıvı genellikle koyu renkte, asitli pH ve rahatsız edici kokudadır (Şekil 36).

Şekil 36 Taze kompost sızıntısı. Bitki kompostu, Funza, Kolombiya ©M.M.Martinez



2. Kompost özütü: kompostun içinden suyun geçirilmesiyle elde edilen üründür. Bu su da, çözülebilir besin öğelerini ve mikroorganizmaları içerir, fakat su ile materyalin temas süresi az olduğundan, eldesi düşüktür. Bazı üreticiler bu sıvıyı elde edip kompost yığının üzerine uygulayarak mikroorganizmaları geri dönüşümde kullanırlar fakat emek bakımından bu çabanın bedeli yüksektir ve eldesi pek anlamlı değildir.

3. Manur çayı: manurun sıvı özütüdür. Olgunluk düzeyine göre, çözünen unsurlar içerir. Ya nitrat (olgun) ya da amonyum (taze) halinde bir azot kaynağıdır. Aynı zamanda, çözülebilir fosfor ve potasyum da, yüksek miktarda bakteri de içerir, bir olgunlaşma sürecinden geçmediğinden dolayı antibiyotikler ve ilaç kalıntıları gibi istenmeyen unsurlar da içerebilir. Mikrobiyolojik açıdan, protozoa yumurta ve sistleri, ve yanı sıra diğer fitopatogen nematodlar gibi, patojenler de içerebilir.

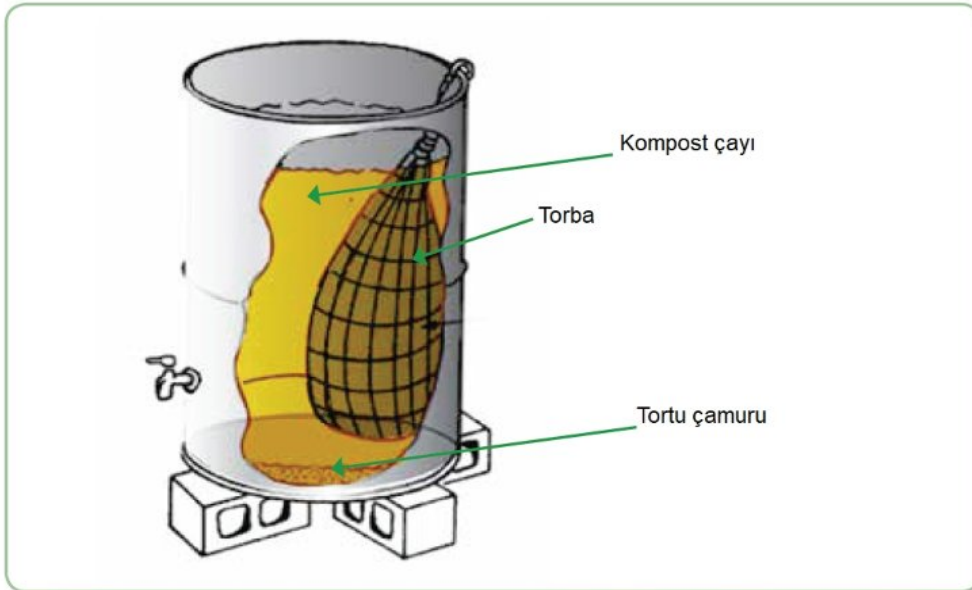
4. Kompost çayı elde etmek

Kompost çayı, bitmiş ve olgun komposttan elde edilir, fakat taze veya kısmen kompostlanmış manurdan çay yapanlar da vardır. Belirtilmelidir ki, sıvı özütteki maddelerin kalitesi ve içeriği, kullanılan hammaddenin kalite ve bileşimine bağlıdır.

Kompost hazır olduğunda özüt alma işlemine geçilir. Aşağıdakiler gerekir:

- Doğrudan güneş ışığından ve yağmurdan korunmuş, serin ve temiz bir alanda yerleştirilen plastik bir tekne. Ortam sıcaklığı.
- Kompost için bir tülbent, torba veya delikli bir kap.
- Bir motor ve tankın içinde havalandırmayı sürdürecektir boru sistemi.
- Temiz su, tercihen içilebilir su.

Şekil 37 Kompost çayı elde edilebilecek tekne



Ticari düzeyde, sürekli ve homojen havalandırmayı kolaylaştıran, özel donanımlı olarak tasarlanmış tanklar vardır.

Hazırlık:

- Tekne içindeki suya (ağırlık/hacim) oranı yaklaşık %10 kadar olan kompost, tülbent veya delikli torba içine yerleştirilir.
- Tülbent veya torba, içindeki katı maddenin suyla temas halinde olduğuna emin olacağımız şekilde teknenin kenarına asılır. Bu, çay poşetinin fincandaki durumuna benzer.
- Motor çalıştırılır ve kesintisiz mekanik havalandırma süreci 24 ila 36 saat boyunca sürdürülür. Motor, iki saat çalışıp bir saat mola verecek şekilde programlanabilir (2x1) .
- Zaman dolduğunda, ıslak kompost torbası alınır ve içindeki materyal ilk fazdaki bir kompost yığınınına boşaltılabilir.
- Sıvı ise (kaynak maddeye bağlı olarak, daha açık veya daha koyu tonda) karamel rengine döner. Eğer kaynak materyal taze manur ise rengi yeşildir, vermikompost veya humus ise rengi koyu kahverengidir.
- Sürecin doğru uygulandığından emin olmak önemlidir. Basit bir doğrulama yolu kokudur, çünkü oksijen yetersiz geldiğinde rahatsız edici kokular oluşur; aerobik bir süreç ise itici koku üretmemelidir.

Kompost çayının uygulanması

Kompost çayı, yaprak düzeyinde, yaprakların yüzeyine sprey yaparak, veya sulama suyuyla veya gübreleme yapılan damlatma tankı ile doğrudan toprağa uygulanabilir.

Kompost çayında mevcut olan bileşikler

Kompost çayında mevcut olan bileşikler içinde, süreç esnasında mikroorganizmalarca üretilen organik maddeler, yani organik asitler, amino asitler ve şekerler ve başka bileşikler bulunur.

Ayrıca mikroorganizmaları, ve bir tarım sistemine uygulandığında bitkilerin beslenmesine katkı yapan N, P ve K'nın yanısıra diğer elementlerin de olduğu, çözünebilir inorganik elementleri de içerir (Ek 7.4).

Benzer şekilde, yüksek konsantrasyonda ve çeşitli yararları olan, tarımsal sistemlerde hastalıkları önlemede yardımcı olan, besin unsurlarının yarayışlılığını artıran ve bitki büyümesini teşvik eden, bakteri, mantar ve nematodlar gibi çeşitli mikroorganizmaları da içerir.

Kompost çayının kalitesi

Kompost çayının kalitesi, kompostun veya materyalin kalitesine bağlıdır. Kompost olgunlaşmışsa, patojenlerin, tohumların, nematodların ve fitopatogenlerin bertaraf edilmiş olma olasılığı daha yüksek olacaktır.

Aksi halde, eğer kompostlama süreci istenen sıcaklık ve süreye ulaşmazsa, ya da materyaller olgunlaşmamış ise, hem çiftçiye hem de tüketiciye sağlık sorunları yaratan ve yüksek olasılıkla hem materyalde veya "kompostta", hem de çayda, *Salmonella spp.*, *E. coli* ve *Clostridium spp.* gibi bakteriler ve *Enteroviruses*, *Hepatitis A* ve *Adenovirus* gibi virüsler, ve yanı sıra ciddi bağırsal hastalıklarına neden olan *Taenia sp.* ve *Ascaris lumbricoides*, gibi parazitler (Ingram, 2009) bulunabilir. Dolayısıyla, uygulamadan önce güvenlik önlemleri alınmalıdır.



6. Latin Amerika Deneyimleri

6. Latin Amerika deneyimleri

6.1 Besicilikten, derin altlıkta kompost üretimi ⁵

Konum. Monte Heliconia Çiftliği, Las Ceibas nehri havzasında konumlu, Kolombiya. Sıcaklık ortalama 25 °C ve yıllık ortalama yağış 1300 mm. Rakım 780 metre. Tropik Kuru Orman diye sınıflandırılan bir ekolojik sistemde yar alıyor.

Projenin arka planı. Derin altlıkta semizleyen domuz, bölgedeki 40 çiftlikte uygulamaya konmuş ve çok iyi sonuçlar vermiş bir sistem (Şekil 38). Sistemin en büyük avantajı, ciddi miktarda su tasarrufu sağlaması, zira domuz başına ayda yaklaşık 2m³ su tüketen bir faaliyet olan domuz ahırlarının temizlenmesi, gerekmiyor. Bu sistemin bir başka önemli avantajı ise, dışkının aerobik kompostlanmasıyla organik gübre elde edilmesi, ayrıca kontaminasyon riskini de en aza indiriyor.

5. FAO proje deneyimi: Las Ceibas nehri Havza Yönetim Planı. UTF/COL/030/COL

Şekil 38 Derin altlıkta semizlenen domuzlar, monte heliconia çiftliği ©FAO/Pilar Roman



Sürecin tanımlanması. Bu örnek, 4x10 m (alan: 40 m²) bir ahırda yetiştirilen 20 besi domuzun organik atıklarının (dışkı ve altlık) toplanmasına ilişkindir.

Üretim döngüsü (büyüme ve besi) beş ay sürer, bu sırada her hayvan ortalama 450 kg dışkı (tezek ve üre) üretir. Bu çalışmada, 20 domuzla oluşan döngünün sonunda toplam 9.000 kg tezek ve 1200 kg pirinç kabuğu (altlık) toplam 10200 kg organik madde toplanmış olup, bir sonraki kompostlama fazına gider.

Derin altlık aşağıdakilerden oluşmuştur:

Pirinç kabuğu. Bu kabuk bir kurutma ögesi gibi çalışır, ve bu özelliğiyle domuzların beslendiği derin altlık olarak kullanıldığında, tezeği kurutur.

Domuz tezeği ve üresi. Altlığın ana unsurudur (toplam alanın %88'i)

Derin altlık sistemi aşağıdaki işleri gerektirir:

Altlığın hazırlanması. Domuz ahırının tabanı, su basmasını engellemek için çevresinde drenajların olduğu sıkıştırılmış toprak zemindir. Organik materyalin iyi biçimde emilmesi ve kuruması için altlık 40 cm derinlikte olmalıdır (Şekil 39). Bu örnekte, 40 m² domuz ahır için 750 kg pirinç kabuğu kullanılmıştır.

Şekil 39 Pirinç kabuklarıyla altlığı hazırlama ©FAO/Pilar Roman



Domuzlar doğal davranışları gereği zemini sürekli eşeleyip karıştırarak altlığı sürekli çevirirler, böylece tezeğin hızla kurumasına yol açarlar (Şekil 40). Kompostlama tam da burada başlar, ve pirincin sıcaklığı ortam sıcaklığının 15°C üzerine, 40°C 'ye yükselir. Sıcaklıktaki bu yükseliş itici kokuları da azaltır ve ev sineğinin yaşam döngüsünü kesintiye uğratar.

Şekil 40 Altlığı eşeleyeyen domuzlar ©FAO/Pilar Roman



Altlığın toplanması ve taşınması. Bir besi dönemi (5 ay) tamamlandığında, domuzlar dışarı alınır ve satılır. Altlık hemen toplanıp, çatsı ve toprak zemini olan 100m² lik düz alana taşınır (şekil 41). Yaklaşık 10 ton olan tüm materyal yaklaşık 1 metre yüksekliğinde bir sıra halinde yerleştirilir.

Şekil 41 Altlığın toplanması ve kompost yığınının kurulumu ©FAO/Pilar Roman



Kompostlama yönetimi: Komposlanan materyali yükledikten sonra, bu aerobik süreçteki üç önemli değişkenin kontrolü başlar:

Havalandırma. Sıra halinde yığılan materyal küreklerle çevrilir (Şekil 42). Bu işlem, substratın aerobik koşullarını iyileştirmek, bunun yanı sıra, karışımın daha homojen hale gelmesine yardım etmek ve sürecin kararlılaşmasını sağlamak amaçlıdır. Bu işlem her iki ayda bir, toplamda ise 6 ayda 3 kez uygulanır.

Şekil 42 Kompost yığınının düzenli aralıklarla çevrilmesi ©FAO/Pilar Roman



Bu olgusal çalışmada, kompostlama sürecinin altı ay sürmüş olması, operasyondan sorumlu kişinin kendi kararının sonucuydu. Hayvanların altlığı karıştırması, altlığın sıcaklığı ve tezeğin kuruması sayesinde domuz ahırındaki malzeme için kompostlanma sürecinin daha önceden zaten başlamış olduğu gerçeği bir yana, başka operasyon koşullarında, örneğin çok daha fazla çevirme yaparak, son ürün daha kısa sürede elde edilebilir.

Nem. Her çevirme işleminde, nem oranı yumruk testiyle doğrulanarak, materyalde yaklaşık %65 nem elde etmek amacıyla püskürtme şeklinde su (Şekil 43) eklenmekteydi

Şekil 43 Kompost yığını sulamak ©FAO/Pilar Roman



Sıcaklık. Termometre ile her hafta izlenmeli, yığının farklı noktalarındaki ölçümler kaydedilmeli.

Elde edilen son ürün (Şekil 44) hoş bir toprak kokusu vermeli, koyu kahverengi ve küçük tanecikli homojen bir dokuya sahip olmalı ⁶.

⁶. Domuzun dışkısında bakır olduğundan bu element yüksek yoğunlukta mevcut olabilir. Dolayısıyla kurutucu materyali ekleme işlemini ayarlamak gerekir.

Şekil 44 Son ürünün paketlenmesi ©FAO/Pilar Roman



Kullanım. Bu organik materyal, erozyonu kontrol etmek için biyomühendislik çalışmalarında yüzey kaplama amacıyla kullanılan çimenlerin gübrenmesinde kullanılmıştır (Şekil 45).

Şekil 45 Biyomühendislikte Kompost . Kolombiya ©FAO/Pilar Roman



Kaynak: CDC J.A Saldivar. Paraguay

Aynı zamanda görsel olarak iyi derecede büyüme, gelişim ve yaprak rengi vermesi nedeniyle, komşu çiftliklerde, kakao, narenciye ve passion meyvesi gibi ürünler için toprak yapıcı olarak da kullanılmıştır.

6.2 Kent-çevresi tarımında kompost yığını ⁷

7. FAO proje deneyimi: Paraguay'da Central İli'nin kent çevresi alanlarında, sürdürülebilir sosyal ve ekonomik entegrasyon için, aile çiftliği üretim zincirlerinin güçlendirilmesi. Central Department, Paraguay. TCP/ PAR/3303.

Konum. Asunción, Paraguay'daki J. A. Saldivar and Nueva Italia belediyelerine ait CDC (Uygulamalı Eğitim Merkezi). Kışı (Temmuz) kuru geçen subtropikal yerel iklim, ve rakımı 40 metre olup yıllık yağış miktarı 1,400mm.

Sürecin tanımı. Öncelikle, yaklaşık 2m x 1m'lik bir alanı temizleyip sınırlarını belirleyiniz (Şekil 47). Yığının drenajını ve havalandırılmasını desteklemek için çatılmış dallardan bir tabaka yapılır. Yaklaşık 2.50m yüksekliğinde bir direk, yığının merkezine konur (Bakınız Bölüm 4.3.2).

Şekil 46 Yığın alanının temizlenmesi ©FAO/Pilar Roman



Kaynak: CDC J.A Saldivar. Paraguay

Sonra, karışık veya dönüşümlü olarak bitkisel atık ve kanatlı altlığından oluşan organik atıklar 15-20 cm'lik tabakalar halinde üst üste yerleştirilir. Sıcaklık yükselişini tamponlamak ve aynı zamanda mikroorganizmaların aşılacağı olarak ince bir tabaka (2 cm toprak) her dört tabakada bir yayılabilir. Yığın 1.5 metre yüksekliğe erişinceye kadar, bu işlem tekrarlanır. Materyal istiflenirken, eğer çok kuru ise, tabakaları nemlendirmek tavsiye edilir.

Bölüm 4.3.1'e göre, nem ve sıcaklık kontrollerini yapınız. Kompostlama süreci yazın 12 hafta ve kışın ise 24 haftaya kadar sürer. Son ürünün hoş bir toprak kokusu ve koyu kahverengi rengi olur.

Kullanım. Bu organik materyal CDC bünyesinde yapraklı sebzelerin üretildiği plakaların gübrelenmesi için, toprağa 3-5 kg/m² olarak uygulanır.

6.3 Çevirme yapılmayan kompost yığınları

Konum. FEN Ekolojik Çiftliği, Curacaví. Şili. Yıllık 312 mm yağış alan ve sıcaklık ortalaması 15° C olan bir bölge.

Sürecin Tanımı. Yığını kurma işini kolaylaştırmak için, eğer elde yeterli alan varsa, materyali ayrı ayrı yığmak önerilir (Şekil 47). Böylece farklı materyalleri tabakalar halinde düzenlemek kolaylaşır.

Şekil 47 Ayırılmış materyalle yığın kurmak ©FAO/Pilar Roman



İlk adım, yığının kurulacağı yerde, kalın dallarla (Bölüm 4.3.2), 80 cm yüksekliğinde bir hava yastığı yapmaktır (Şekil 48).

Şekil 48 Hava yastığı oluşturan kalın dallar ©FAO/Pilar Roman



Daha sonra materyal, karbonca zengin materyal (yapraklar ve dallar) ve azotça zengin materyal (manur ve kanatlı altlığı) olarak, tabakalar halinde ve dönüşümlü olarak düzenlenir. Şekil 49, 10-15 cm kalınlığında farklı tabakaları göstermektedir. İki mikro püskürteci olan bir hortum, 2.5 metre yükseklikte, yığının nemini korumak için yığının üzerinde yerleştirilebilir. Yığının kurulumu esnasında mikro-püskürteçler çalışır halde tutulur.

Sistem çevirme gerektirmediğinden, yığının havalandırmasını artırmak için bir havalandırma bacası gereklidir (bakınız Bölüm 4.3.2). Yığının merkezine, materyal tabakaları henüz yerleştirilirken, 2 m yüksekliğinde ve 20-25 cm genişliğinde bir direk saplanır. Yığın kurulumunun ardından direk çıkartılır (Şekil 50).

En kuru materyalin tabakası yığının ilk birkaç cm'lik kısmında olmalıdır, çünkü sulama bu bölgede birikir.

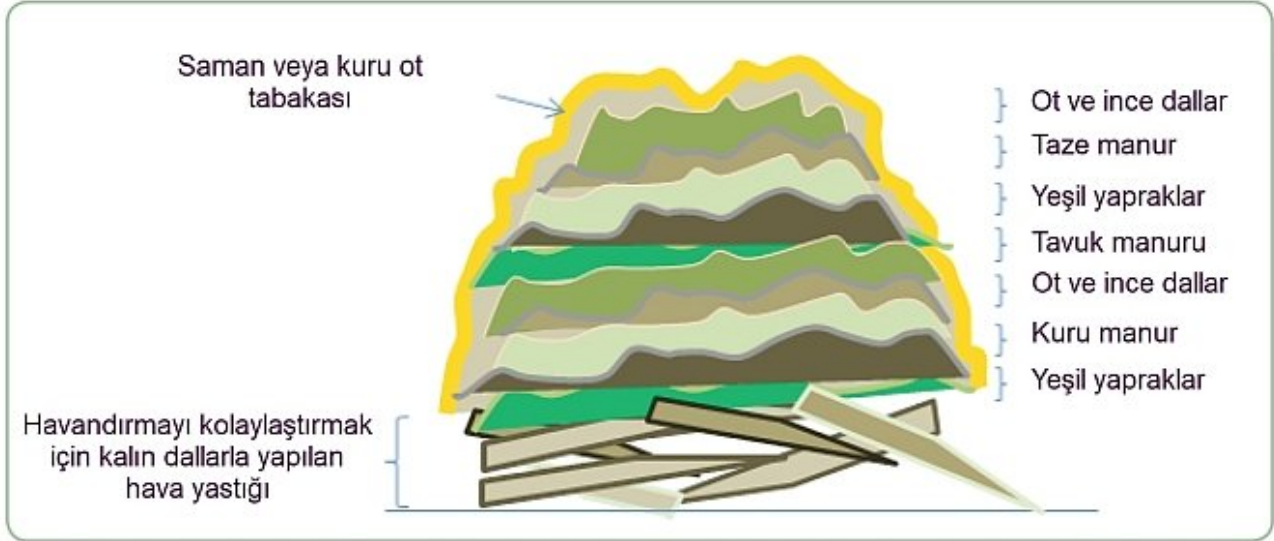
Şekil 49 Karbon ve azotça zengin materyallerin üstüste dizilmiş tabakaları ©FAO/Pilar Roman



Yığın yaklaşık 2m yüksekliğe erişince, dış ortamın sıcaklığından korumak için bir tabaka saman ile kaplanır (Şekil 50).

Parametreler her hafta kontrol edilir ve gerektiğinde sulanır (Bölüm 4.3.1). 4-6 ay sonra yığın yaklaşık yarı yüksekliğe iner ve materyal gübre olarak devşirilmeye hazırdır.

Figure 50 Çevirmesiz yığının şeması Kaynak: P. Roman, FAO



Source: P. Roman, FAO

6.4 Kentsel Tarımda yatay metal kompost varili ⁸

8. FAO proje deneyimi: Ciudad Sandino Belediyesi ve Los Laureles Sur ilçesinde, kentsel ve kent-çevresi tarımı uygulaması GCP/NIC/038/SPA

Konum. Los Laureles, Managua, Nikaragua'da bulunan Kentsel Tarım Uygulamalı Eğitim Merkezi (CDC). Managua, Orta Amerika'nın en sıcak başkentidir, ortalama sıcaklığı 27°C'dir. Yıllık yağış 1,100 mm ve şehrin rakımı 35 metredir.

Sürecin tanımı. Uygulama Merkezi, yerel malzeme ile yapılmış bir kompost konteynerini, örneğin ahşap bir yapı ile desteklenmiş 200 L metal varil, ve de çevirmeyi kolaylaştırmak için tekerlekler kullanır (Şekil 51). Kompost varili gölgelik bir alanda tutulur.

Şekil 51 Yatay metal kompost varili ©CDC-Nicaragua



Kompostlamada kullanılan materyal gene aynı eğitim merkezinde yetiştirilen ürünlerden, meyve ve sebze atıkları, kuru veya yeşil yapraklar halinde gelir. Taze ve kuru manur ise yakınlardaki merkezlerden gelir ve karışım, bitkilerin külleriyle (mikro besin unsurları) zenginleştirilir. Mikroorganizmalara enerji kaynağı olarak melas ve mikro-organizma aşılavıcısı olarak da peynir suyu eklemek yaygın bir uygulamadır.

Materyallerin karışımı yaklaşık 500 kg/m³, olduğundan, 0.2 m³ tamburun kapasitesi 100 kg'dır.

Tablo 18 Varilde kompostlanacak materyal

Materyalin türü	kg
Meyve ve sebze atıkları	40
Yeşil yapraklar	20
Kuru yapraklar	5
Taze inek gübresi	20
Kuru inek gübresi	10
Kül	5

Eğer melas ve peynir suyu sürece dahil edilirse, her iki üründen de 1'er litre, sürecin en başında iken eklenmelidir.

Tablodaki materyaller karıştırılır ve varile konur ve düzenli olarak sıcaklık ve nem kontrolleri yapılır (Bakınız Bölüm 4.4.1). Yerel koşullarda ve Tablo 18'in kompostlama materyalleri tablosunda yer alan materyallerle, süreç 8 hafta alır; sonra materyaller olgunlaşma fazına geçer ve kullanıma hazırdır.

6.5 Aile çiftçiliğinde yatay plastik kompost tamburu⁹

9. FAO proje deneyimi: Paraguay'da Central İli'nin kent çevresi alanlarında, sürdürülebilir sosyal ve ekonomik entegrasyon için, aile çiftçiliği üretim zincirlerinin güçlendirilmesi. Central Department, Paraguay. TCP/ PAR/3303

Konum. Alcira Arzamendia Estate, Nueva Italia Belediyesi, Asunción, Paraguay. Kışı (Temmuz) kuru geçen subtropikal yerel iklim, ve rakımı 42 metre olup yıllık yağış miktarı 1,400mm.

Süreç tanımı. Kompostlanacak materyal, meyve ve sebze atıkları ve ekinlerin yeşil yaprakları gene aynı araziden gelir. Büyükbaş tezeği, kanatlı altlığı ve bitki külleri karışımı da (mikro besin unsurları kaynağı olarak) kullanılır.

Şekil 52 Yerel çiftçilerin materyalleriyle kompost tamburunun hazırlanması ©FAO/Pilar Roman



Kompost konteynerinde kullanılan materyaller: Kapaklı ve 200 L (0.2) hacminde bir plastik tambur (Şekil 52); materyali karıştırmak için 1.5 m uzunluğunda ve 3/4" (2 cm) çapında 3 çubuk.

Kompost konteynerindeki materyal:

Tablo 19 Kompost konteynerindeki materyal

Materyalin türü	%
Çim kırıntıları, kuru yapraklar, meyve kabuğu	%70
Kuru sığır gübresi	%20
Kanatlı atığı (kümes altlığı ile pirinç kabuğu)	%10
Üre	%0.1

Materyal karışımının yoğunluğu yaklaşık 500 kg/m^3 olduğundan, bu karışımda 0.2 m^3 tamburun kapasitesi yaklaşık 100kg olur.

Karışımın nem içeriğini optimum noktada tutmak için 10 L su kullanılır. Karışımın homojenliği açısından tambur her gün (iki kez) yuvarlanarak çevirilir. 8-10 hafta sonra materyal kahverengi renkte, hoş bir kokuda ve kullanıma hazırdır.

6.6 Marul üretim atıklarından kompost üretimi

Konum. Hortícola de Hoy, Funza, Cundinamarca, Kolombiya. Ortalama sıcaklık 15°C . Ortalama yağış yılda 600 mm.

Süreç tanımı. Çiftlik 2 hektarlık alanda yoğun bitki üretimi yapmakta (Şekil 53). Bitki üretimi hem serada hem de açık alanda yapılmakta ve ana üretim kalemi ise marul (*Lactuca sativa*). Tohum atmazdan önce, eski kökler, yapraklar, hasat edilmemiş bitkiler çıkartılarak toprak hazırlanır ve sonra, organik madde (kompost) ve pirinç kabukları eklenir.

Şekil 53 Marulun kompost ile gübrenmesi ©Gutiérrez & Fernández



Süreç tanımı. Kompostlama için yığını kurarken ana materyaller, hacimce 50:40:10 oranında olmak üzere, marul atıkları (Şekil 54), pirinç kabukları ve Kikuyu otları kırıntılarıdır (*Pennisetum clandestinum*).

Sızıntıyı izole etmek amacıyla toprak sıkıştırılarak hazırlanır ve 30:20:50 oranında kum-çakıl-kil tabakası yüzeye yayılır. Marul %85 su olup, C ve N içeriği de fakir olduğundan, hem C hem de N sağlayan kuru materyallerle karıştırarak nemi dengelemek önemlidir.

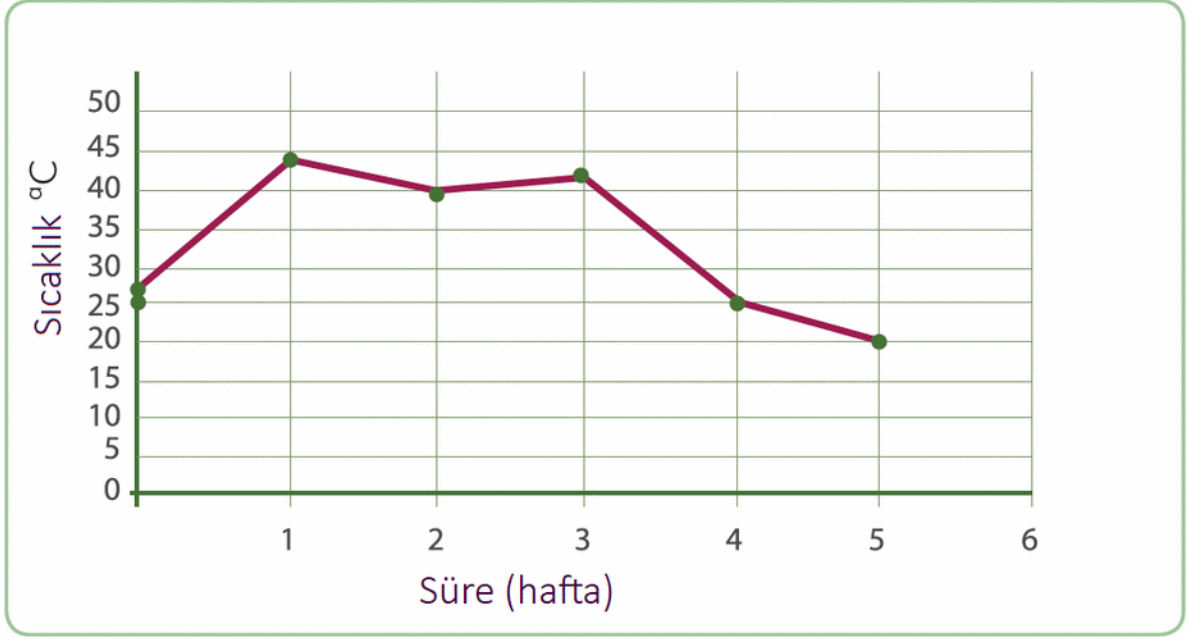
Bu özgün olguda, $2 \times 3 \text{ m}^2$, tabana sahip yığınlar 5 cm pirinç kabuğu tabakasıyla başlayarak, ekin artığı ve ayrik otu karışımı tabakası, ve üstüne çim kırıntılarıyla kaplandı. Sonra yığın 1.50 m 'ye erişinceye dek aynı işlem tekrarlandı.

Şekil 54 Kompostlanacak taze materyal ©M.M.Martinez



Termofilik faz sürecin 4. günü başlar, ilk haftada 44°C 'ye erişir ve üç hafta boyunca sabit kalır. Her 4 günde bir elle çevirme işlemi uygulanır. 4. haftada sıcaklık ortam sıcaklığına iner. Olgunlaşma süreci 8.haftaya dek sürer ve kompost yığını haftada bir çevrilir. Bu süreçte kaydedilen sıcaklık değerleri Şekil 55'de gösterilmektedir.

Şekil 55 Kompostlama sürecinde kaydedilen sıcaklık değerleri Kaynak:Barrera, Charry ve Martinez, 2008



Source: Barrera, Charry y Martinez, 2008

8 haftanın sonunda elde edilen kompost toprak gibi gevşek olup, hoş ve nemli bir toprak kokusu taşır. Pirinç kabuğu parçacıkları ise bozunmuş organik madde ile kaplanır.

A photograph of a lavender field. In the foreground, there are several clusters of bright pink flowers, possibly from a flowering branch, slightly out of focus. The middle ground is filled with a dense field of purple lavender plants. In the background, there are several wooden structures, possibly greenhouses or covered walkways, and a person wearing a blue jacket and red pants is visible near one of them. The scene is set in a lush, green environment with various trees and foliage.

7. Ekler

7. Ekler

7.1 Dönüşüm katsayıları

Mesafe

1 metre = 1.09 yard = 3.28 feet = 39.37 inç

1 yard = 3 feet = 0.91 metre

1 foot = 12 inç = 0.3 metre

Alan

1 hektar = 10.000 metre kare = 2.47 ar (acre)

1 ar (acre) = 4.48 yarkare = 0.4 hektar = 4 dönüm

Ağırlık

1 kilogram = 1,000 gram = 2.2 pound

1 metrik ton = 2,204 pound

1 pound = 0.45 kilogram

1 kg/ha = 0.89 pound/ar

1 pound/ar = 1.12 kg/ha

7.2 Gübre ihtiyacının alan analizi

Eğer bitkiler belirli bir besini yeterli miktarda alamazlarsa, bitkinin görünümünde bu eksikliğin semptomları görünmeye başlar; böylece söz konusu besin ihtiyacını belirlemek mümkün olur. Belirgin semptomlar ancak aşırı yetersizlik durumlarında kendini gösterir.

Tablo 20 Bitkide yetersizlik semptomları

Besin	Bitkide görülen yetersizlik belirtileri
Azot	Bitkinin yetersiz gelişimi, güdüklük, yaprak uçlarında sararma (chlorosis). Bitkinin alt dallarındaki yapraklar ölürken üst kısımları yeşil kalabilir.
Potasyum	Az büyüme, cücelik. Yaprakların kenarlarında kararma (kenar nekrozu); Buruşuk yapraklar. Küçük meyveler. Meyve dökümü.
Fosfor	Yetersiz büyüme. Yaprak uçlarında koyu mavilik veya morluk. Meyveler şekilsiz ve taneler boş.

7.3 Kompost güvenliği analizi

Belirteçler ve patojenler sayesinde kompostun sağlık açısından kalitesini belirlemede, mikrobiyolojik analizler önemli bir unsurdur.

Isıya dayanıklı koliform'lar (dışkı koliformu olarak da bilinirler)

Termotolerant koliformlar, enterobakter'lere dahil olan, bir grup Gram negatif bakteriler olup, 44.5°C'de laktozu fermente edip indol üretebilirler. Bu gruba ait mikroorganizmaların yüksek sayıda varlığı, EPA¹⁰'ya göre, *Salmonella*, *Shigella* ve *E. coli verotoksijenik* gibi patojenik bakterilerin varlığı açısından muhtemel bir endikatör olarak kabul edilir. Bunların kompostta veya organik maddede yüksek sayıda varlığı ise, ısı sürecin yetersiz veya eksik olduğuna, yani kompostun yeterli sıcaklıklara erişemediğine veya erişmiş olsa da kısa süreli olduğuna veya daha sonra soğuma aşamasında su kaynaklı kontaminasyon olduğuna işaret eder. Kompostun kuru ağırlık olarak bir gramında 1,000ufc ve altında değerler, enterik patojenlerin yok edildiğine kanıt olarak değerlendirilir.

10. EPA: ABD'nin Çevre Koruma Ajansı (Environmental Protection Agency of United States)

Bakteriyel patojen

İnsanlar ve hayvanlar için bakteriyel patojenler manur gibi hammaddelerde bulunur, ve özellikle *Salmonella spp.* varlığını gösterir. Bu mikro-organizma yiyecek kaynaklı hastalıkların baş sorumlularından biri olup, kanatlılar (tavuk önemli bir kaynaktır), büyükbaş, domuz ve diğerleri dahil, hayvanların sindirim yolunun olağan bir sakini olabilir. (Carrascal 2011).

İlgi alanımıza giren bir başkası ise *E. coli O157: H7* olup, meyve, çiğ sebze ve pastörize edilmemiş ürünlerin alımı ile ilişkilidir (Islam 2005). Sığır, geyik ve koyun gibi hayvanlarda bulunabilir ve manur içinde, yoğunluk ve sıcaklığa bağlı olarak, 70 güne kadar yaşayabilir. Kompostta bulunan ve kontamine yiyeceklerin alımıyla insana ulaşan diğer patojenler arasında *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* ve *Cryptosporidium parvum* sayılabilir (Beuchat 2006).

Tablo 21 Farklı standartlara göre mikrobiyolojik sınırlar

Mikroorganizma	Tolerans sınırları				
	Şili NCh 2880/04		EU Avrupa Birliği	Kolombiya 5167/04	Meksika NTEA-006-SMARS- 2006
	A	B			
Dışkı koliform (kuru baz)	<1000 NMP/g	<2000 NMP/g	< 1 x 10 ³ NMP/g	<1000 ufc/g toplam enterobakteri	<1000 NMP/g
<i>Salmonella spp</i>	25g üründe yok	25g üründe yok	25g üründe yok	25g üründe yok	<3 /g en bs
Enterokok dışkı	-	-	1000 NMP/g	ND	-
Canlı parazit yumurtaları/ Askaris	1 g'da yok	1g'da en çok 1	1 g'da yok	ND	<10 /g bs

NMP= Most probable number (En olası değer)

ufc= colony formation units (koloni oluşturma birimi)

bs= dry base (kuru baz)

Ağır Metaller

Ağır metaller, ayrışmamaları nedeniyle (sadece oksidasyon hallerini değiştirirler) istenmeyen bir grup kimyasaldır. Bunların insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olup, besin zinciri üzerinde de toprak ve su düzeyinde etkileri vardır. Doğada bulunmalarına rağmen, yoğunlukları tanımlanmış sınırları aştığında, bitki hücrelerinde (meyve, kök) veya genelde uzun süreli (kronik) etkilerle yaşamsal organlarda (karaciğer, beyin, yağ hücreleri), birikim sorunlarına neden olabilirler.

Patojenler ile ağır metallerin, birlikte, kompostun kalitesini belirlediği kabul edilir. EPA ve AB mevzuatı örnek alınmakla birlikte, limitler ÷lkeye göre değişir.

7.4 Vermikompost

Tablo 22 Vermikompostun kimyasal özellikleri

Fulvik asit	% 14 - 30
Humik asit	% 2,8 - 5,8
Sodyum	% 0,02
Bakır	% 0,05
Demir	% 0,02
Manganez	% 0,006
C:N oranı	10 - 11

7.5 Kompost çayının yararları

- 1. Bitki Sağlığı.** Kompost çayı, çeşitli besinler ve hazırlama tanklarında çoğaltılan mikroorganizmalar içermesi nedeniyle, hastalıkları kontrol eden biyolojik unsurlar barındırabilir. Kompostta bulunan *Trichoderma*, *Pseudomonas*, veya *Pantoea spp.*, gibi mikroorganizmalar kompost çayında çoğalabilir ve hastalık baskılama süreçlerini yürütebilir. Bu baskılama, kompost olgunlaşma esnasında oluşan maddelerle bağlantılı olup, biyolojik ve fizikokimyasal özelliklere bağlıdır (Temorshuizen et al., 2006).
- 2. Azotun biyolojik sabitlemesi ve biyogübreleme.** Kompostta olduğu gibi, kompost çayı da (genelde daha az miktarda) ürün gübrelemesiyle bağlantılı bakteri içerirler. Bunlar azot-sabitleme bakterileri (Azotobakter sp., Rhizobium sp., Klebsiella sp.) ve fosfat çözücü ajanlardır (Dubeikovsky et al., 1993).
- 3. Toprağın Karbon içeriğini geliştirme.** Kompostun çözünür özütü olan kompost çayı da, suda çözünür karbohidratlar içerir. Bu karbon, yerli toprak popülasyonlarını olumlu etkiler, bitkinin kök bölgesinde (rizosfer) veya yapraklarında (filosfer) bulunan mikroorganizmalar için enerji kaynağıdır. Bu çözünür karbon aynı zamanda, mikro-topaklar oluşturmak için ve böylece toprağın su tutma kapasitesini ve yapısını geliştirmek için, mikro-organizmalar tarafından kullanılır (Ha et al., 2008).
- 4. Mikroorganizmaların sayısını artırmak.**

Kompost çayında, hazırlama süresi zarfında, mikroorganizmaların üremesine yardımcı olacak çeşitli ürünler kullanılır. Katalizör denen bu ürünler, mikroorganizmaların komposttan suya geçişini teşvik eder ve besin ögesi olarak işlev görürler. Şeker, melas, balık emulsiyon ve fosfat kaya, bu katalitik süreçlerde etkin substratlar olarak kullanılırlar (Ingham, 2005, Shrestha et al., 2011).

8. Kaynak ve Referanslar



8. Bibliyografya ve Referanslar

Angulo, J., Alfonso, A., Martinez, M. & Garcia, A. 2011. Estimación de la transferencia de E.coli desde compost a té de compost durante el proceso de elaboración. Agronomic Congress in Chile. Antofagasta, Chile.

Antonio, G.F., Carlos, C.R., Reiner, R.R., Miguel, A.A., Angela, O., Cruz, M.J.G. & Dendooven, L. 2008. Formulation of a liquid fertiliser for sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) using vermicompost leachate. *Bioresource Technology*. 99: 6174–6180.

Avery, L.M., Booth, P., Campbell, C., Tompkins D. & Hough R. 2012. Prevalence and survival of potential pathogens in source-segregated green waste compost. *Science of The Total Environment*. 431(0): 128-38.

Bengtsson G., Bengtsson, P. & Mansson K. 2003 "Gross nitrogen mineralization and nitrification rates as a function of soil C:N ratio and microbial activity". *Soil Biology and Biochemistry*. 35 (1): 143-154.

Bernal, M., Albuquerque, J. & Moral, R. 2009. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. *Bioresource Technology*. 100(22): 5444-53.

Beucha, L. 2006. Vectors and conditions for preharvest contamination of fruits and vegetables with pathogens capable of causing enteric diseases. *British Food Journal*. 138: 38-53.

Cárdenas, B., Revah, S. & Gutierrez, V., Hernández, S. 2003. Tratamiento biológico de compuestos orgánicos volátiles de fuentes fijas. Instituto Nacional de Ecología, INESEMARNAT, México.

Carrascal A. K., Castañeda R. & Pulido A. 2011. Perfil de riesgo *Salmonella* spp en pollo entero y en piezas. Instituto Nacional de Salud. Colombia.

Cheng, Y., Chefetz, B., Heemest, J., Romaine, P. & Hatcher, P. 2000. Chemical nature and composition of compost during mushrooms growth. *Compost Science and Utilization*. 8(4): 347.

Cornell University. Ration C:N calculator. (also available at "C:N Ratio"
http://compost.css.cornell.edu/calc/cn_ratio.html)

Dubeikovskiy, A.N., Mordukhova, E.A., Kochetkov, V.V., Polikarpova, F.Y. & Boronin, A.M., 1993. Growth promotion of blackcurrant softwood cuttings by recombinant strain *Pseudomonas fluorescens* BSP53a synthesizing an increased amount of indole-3-acetic acid. *Soil Biol. Biochem*. 25: 1277–1281.

Dukare, A.S., Prasanna, R., Dubey, S.C., Nain, L., Chaudhary, V., Singh, R. & Saxena, A.K. 2011. Evaluating novel microbe amended composts as biocontrol agents in tomato. *Crop Protection* 30: 436-442

Environmental Protection Agency, EPA. 1998. An analysis of composting as an environmental remediation technology. EPA530-R-98-008. USA. P.15.

FAO. 2002. Los fertilizantes y su uso (also available at <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/x4781s/x4781s00.pdf>)

FAO 2003. On-farm Composting Methods. Land and Water Discussion paper No. 2. Rome. (also available at <http://www.fao.org/docrep/007/y5104e/y5104e00.HTM>)

FAO. 2005. The importance of soil organic matter, key to drought-resistance soil and sustained food production. *FAO Soils Bulletin* No. 80. Rome.

FAO. 2011. El Estado de los Recursos de Tierras y Aguas del Mundo para la Alimentación y la Agricultura – Cómo gestionar los sistemas en peligro. Rome. (also available at <http://www.fao.org/docrep/015/i1688s/i1688s00.pdf>)

- FAO. 2012. FAO-Adapt. Programa marco de la FAO sobre adaptación al Cambio Climático. Rome.
- FAO. 2000. Inocuidad y calidad de los alimentos en relación con la agricultura orgánica. XXII Conferencia Regional de la FAO para Europa, Oporto, Portugal.
- Ferruzzi, C. 1987. Manual de Lombricultura. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Estado de Mexico. 2006. NTEA-006-SMA-RS-2006. Que establece los requisitos para la producción de los mejoradores de suelos elaborados a partir de residuos orgánicos. Gazeta Oficial.
- Golakoti, T., Yoshida, W.Y., Chaganty, S. & Moore, R.E., 2000. Isolation and structures of nostopeptolides A1, A2 and A3 from the cyanobacterium *Nostoc* sp. GSV224. *Tetrahedron* 56: 9093-9102.
- Gong, C. 2007. Microbial safety control of compost material with cow dung by heat treatment. *Journal of Environmental Sciences*. 19(8):1014-9.
- HA, K.V., Marschner, P. & Bunemann, E.K., 2008. Dynamics of C, N, P and microbial community composition in particulate soil organic matter during residue decomposition. *Plant Soil* 303: 253–264.
- Ingram, D. 2009. Assessment of foodborne pathogen survival during production and preharvest application of compost and compost tea. Dissertation submitted to the Faculty of the Graduate School of the University of Maryland, College Park. 200 p.
- Islam, M., Doyle, M.P., Phatak, S.C., Millner, P. & Jiang, X. 2005. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in soil and on carrots and onions grown in fields treated with contaminated manure composts or irrigation water. *Food Microbiology*. 22(1): 63-70.
- Jacob, A., Uexkull, H. 1961. Fertilización. Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Internationales Handelmaatschappij voor Meststoffen, Amesterdam.
- Kenney, S.J., Anderson, G.L., Williams, P.L., Millner, P.D., Beuchat, L.R. 2006. Migration of *Caenorhabditis elegans* to manure and manure compost and potential for transport of *Salmonella* newport to fruits and vegetables. *International Journal of Food Microbiology*. 106(1):61-8.
- Kone, S. Dionne, A. Tweddell, R. Antoun, H. Avis, T. 2009. Suppressive effect of nonaerated compost teas on foliar fungal pathogens of tomatoe. *Biological Control*. 52: 167–173.
- Lasaridi, K., Protopapa, I., Kotsou, M., Pilidis, G., Manios, T. & Kyriacou, A.. 2006. Quality assessment of composts in the Greek market: The need for standards and quality assurance. *Journal of Environmental Management*. 80(1): 58-65.
- Lazcano C.,Gómez-Brandón M. & Dompiguez J. 2008. Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. *Chemosphere*. 72: 1013-1019
- Lindquist, S. & Craig, E.A. 1998. The heat shock proteins. *Annu Rev Genet*. 22: 631 – 77. Lotzof, M. 2012. Very Large scale vermiculture in sludge stabilization. Vermitech Pty Limited. Australia.
- Magdoff, F. & Weil, R. 2004. Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture. CRC Press LLC. Boca Raton. p. 59-84.
- Novo, R. 1983. La Vida Microbiana en el suelo. Escuela Superior de Ciencias Agrarias. La Habana, Cuba.
- Okur, N., 2002. Response of soil biological and biochemical activity to salination. *The Journal of Agricultural Faculty of Ege University*. 39: 87–93.
- Oliveira, M., Usall, J., Viñas, I., Solsona, C. & Abadias M. 2011. Transfer of *Listeria innocua* from contaminated compost and irrigation water to lettuce leaves. *Food Microbiology*. 28(3): 590-6.

Ortega, R., 2011. Manejo Integrado de la nutrición en cultivos, importancia de la materia orgánica. Proceedings: II International Symposium, Organic Matter and Climate Change. Universidad Federico Santa María. Santiago, Chile.

Pavlou, G.C., Ehaliotis, C.D. & Kavvadias, V.A. 2007. Effect of organic and inorganic fertilizers applied during successive crop seasons on growth and nitrate accumulation in lettuce. *Scientia Horticulturae*. 111(4): 319-25.

Pennsylvania State University, 1994. Agricultural Alternatives: Earthworm Production. College of Agricultural Sciences, Cooperative Extension. PennState. 1-4.

PNUD-INIFAT. 2002. Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana.

Porta, J., López, M. & Roquero de la Laburu, C. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. *Mundiprensa*. 1194:125.

Reineke S. & Reineke A. 2007. The impact of organophosphate pesticides in orchards on earthworms in the Western Cape, South Africa. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 66(2): 244-251.

Rodríguez R. Casos de éxito en la biorremediación de sitios contaminados. En *Alternativas Tecnológicas para el Tratamiento del Suelo*. CIDITEC- CONACYT, México. P.34-47

Rosal, P. Perez, M. Arcos, M. Dios. "La Incidencia de Metales Pesados en Compost de Residuos Sólidos Urbanos y en su uso Agronómico en España" *Información Tecnológica*— Vol. 18 Nº 6, 75–82 (2007)

Sauri M. y Castillo E. 2002 Utilización de la composta en procesos para la remoción de contaminantes. *Ingeniería* 6-3: 55-60

Scheuerell, S. 2004. Compost tea production practices, microbial properties, and plant disease suppression. *International Conference SOIL AND COMPOST ECO-BIOLOGY*. Pp 41-51.

Schuldt M. 2006. Peso o número de ejemplares, siembras de baja densidad y manejo. Argentina. (also available at www.manualdelombricultura.com)

Schuldt M., Chistiansen R., Scatturice L.A. & Mayo J.P. 2007. Lombricultura. Desarrollo y adaptación a diferentes condiciones de temperie. *RedVet*. VIII(8): 1-10.

Schuldt M., Guarrera L. & Freyre L. 1987. Expansion de una población de *Eisenia foetida* en el ámbito bonaerense. Una experiencia piloto. *Rev. Asoc. Arg. Prod. Animal*. 17(1):49-56.

Semple K., Reid B. & Fermor T. 2001. Impact of composting strategies on the treatment of soil contaminated with organic pollutants. *Environmental Pollution*. Elsevier. 112: 269-283

Shrestha, K., Shrestha, P., Walsh, K.B, Harrower, K.M & Midmore, D.J. 2011. Microbial enhancement of compost extracts based on cattle rumen content. *compost –Characterization of a system*. *Bioresource Technology*. 102: 8027–8034.

Sori, S., Mahieu, N., Arah, J., Powlson, D., Madari, B. & Gaunt, J. A. 2001. Procedure for Isolating Soil Organic Matter Fractions Suitable for Modeling. *Soil Science Society of American Journal*. 65: 1121-8.

World Bank. Agricultural Production Statistics. (also available at <http://data.worldbank.org/data-catalog/commodity-price-data>, <http://data.worldbank.org/topic/agricultureand-rural-development>)