

T.C.  
YEŞİLİRMAK HAVZASI  
KALKINMA BİRLİĞİ

AMASYA/ ÇORUM/SAMSUN/TOKAT  
TR83 Bölgesinde Küçük Ölçekli İşletmeler İçin Vermikompost Üretimi El Kitabı



Bu kitapçık Yeşilirmak Havzası Kalkınma Birliği'nin yürüttüğü "Bitki ve Hayvan Atıklarından Kompost ve Vermikompost Üretimi" adlı proje kapsamında YHKB tarafından Proje Uygulama Birimi Uzmanı Teknik kısmı Biyolog Esat Çilli, Genel kısmı ise Proje Genel Koordinatörü Yasemin ÇOBAN'a Bölge halkının faydalanabilmesi için hazırlanmıştır.

Mart 2018



## I. YEŞİLİRMAK HAVZASI Projenin Tanımı

### Projenin Genel Hedefi:

TR 83 Bölgesi'nde çevre sorunu haline gelen tarımsal ve hayvansal atıkların işlenmesi konusunda ekonomik, sürdürülebilir ve çevre dostu bir tarımsal üretim modeli sunulması, küçük ve orta ölçekli tarım ve hayvan üreticileri için düşük girdili üretim sisteminin mümkün kılarak gelenekselden organik tarıma geçişe destek verilmesi.

### Projenin Özel Amacı:

Solucan gübresi (Vermicompost), sebze veya gıda atıklarının ayrıştırılarak solucanların sindirim sistemlerinden geçirilmesi (solucanın bu atıkları yemesi) sonucu elde edilen organik gübredir. Vermikompost işlemi, ulusların şehirleşme ve endüstrileşme seviyesiyle beraber büyüyen bir çevre sorunu olan “evsel ve endüstriyel artık/atık sorununa sürdürülebilir bir yöntem olarak 1970’li yıllarda başlayan ve her geçen gün daha fazla ilgi gören bir yöntemdir. Solucan gübresi üretimi, solucanlardan faydalanarak organik atıkların tüketilmesi ve besin değeri yüksek gübre elde edilmesi işidir.

Ekonomik, çevre dostu ve sürdürülebilir özellikteki vermiteknojinin, geleneksel tarım yöntemlerinden çok önemli bir üstünlüğü düşük girdili üretim modelini desteklemesidir. Bu yönüyle, vermiteknojinin küçük ve orta ölçekli tarım işletmeleri için uygulanabilirliği ve ekonomik karı çok yüksektir. Başta vermikompost olmak üzere bu teknolojiler, tarımsal ve hayvansal üretim sürecinde oluşan artık/atık sınıfındaki materyalleri ticari değeri çok yüksek bir ürüne dönüştürmektedir. Böylece, geleneksel üretimde çok fazla yer tutan tarım gübre ve ilaçlarına harcanan kaynaklar işletme içinde kalmaktadır. Üretim başlangıcında girdi maliyetinin aşağı çekilmesi, daha üretimin ilk aşamasında üreticiyi kazançlı duruma getirmektedir. Bu durum, özellikle geleneksel tarımdan organik tarım yöntemlerine geçişte ilk senelerde gözlenen rekolte düşüşü riskini hafifleten çok önemli bir özelliktir. Vermikompost, doğada makro ve mikro besin dönüşümünü gerçekleştiren solucanların bu işlevlerini fiziksel ve biyokimyasal yönden en yüksek verimlilik seviyesine ulaştırmayı hedeflemektedir. Vermikompost bugün için tarımda sürdürülebilirlik özelliğini destekleyen yöntemler içinde en yüksek ekonomik fayda sağlayan yöntem olmakla beraber, aynı zamanda hızlı endüstriyel gelişme ve popülasyon artışı ile büyük bir çevre sorunu haline gelen katı organik atık ve artıkların işlenmesinde çok yoğun şekilde uygulanmaktadır.

Bu verilerin ışığında projenin özel amaçları aşağıdaki gibi özetlenebilir;

1. TR 83 Bölgesi'nde küçük ve orta ölçekli tarımsal ve hayvansal işletmelerde bitkisel ve hayvansal atıkların değerlendirilmesi.
2. Bitkisel üretim için kullanılan toprağın vermikompost ile kalite bakımından iyileştirilmesi, toprağın canlılığının korunması, kimyasal gübre kalıntılarının bıraktığı zararların bertaraf edilmesi.



3. TR83 bölgesinde organik gübre kullanımının farkındalığının artırılarak kimyasal gübre ve tarım ilacı kullanımının azaltılması.
4. Bitkisel ve hayvansal atıkların problem olarak görüldüğü kırsal kesimde atık yönetimi zorluklarıyla karşı karşıya kalan köylü ve çiftçilere atıkların ek gelir kaynağına dönüştürülmesi.

## **II. Temel Faaliyetler**

1. Proje ekibinin ve komisyonların oluşturulması.
2. Proje paydaşları ile proje başlangıç ve koordinasyon toplantısı düzenlenmesi.
3. Hibe verilecek küçük ve orta ölçekli tarımsal ve hayvansal işletmelerin belirlenmesi.
4. Küçük ve orta ölçekli tarım üreticilerine, çiftçilere veya köylülere vermikompost konusunda eğitimlerin verilmesi ve iyi uygulama örneklerinin yerinde izlenmesi amacıyla ilgili tesislere teknik gezilerin düzenlenmesi.
5. YHKB AR\_GE merkezinde üretilen solucanlar ile , MEB’de okullarda demonstrasyon amaçlı öğrencilere atıklardan organik gübre elde edilmesi öğretilmesi.
6. MEB branş öğretmenlerine pilot bölgelerinde uygulanacak olan ilgili projenin vermikompost konusunda eğitimlerin verilmesi ve iyi uygulama örneklerinin yerinde izlenmesi amacıyla ilgili tesislere teknik gezilerin düzenlenmesi.
7. “TR83 Bölgesinde Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler İçin Vermikompost Üretimi El Kitapçığı”nın içeriğinin hazırlanması, tasarımı ve basımı.
8. 20 adet küçük ölçekli Vermikompost Üretim Ünitesinin kurulması için hizmet alım ihalelerinin ve satın alımlarının gerçekleştirilmesi.
9. 4 ilde 30 adet küçük ölçekli Vermikompost Üretim Ünitesinin kurulması ve işletilmesinin izlenmesi ve kontrolünün yapılması.
10. Proje kapanış toplantısı düzenlenerek proje sonuçlarını basın ve ilgili kamuoyu ile paylaşılması.

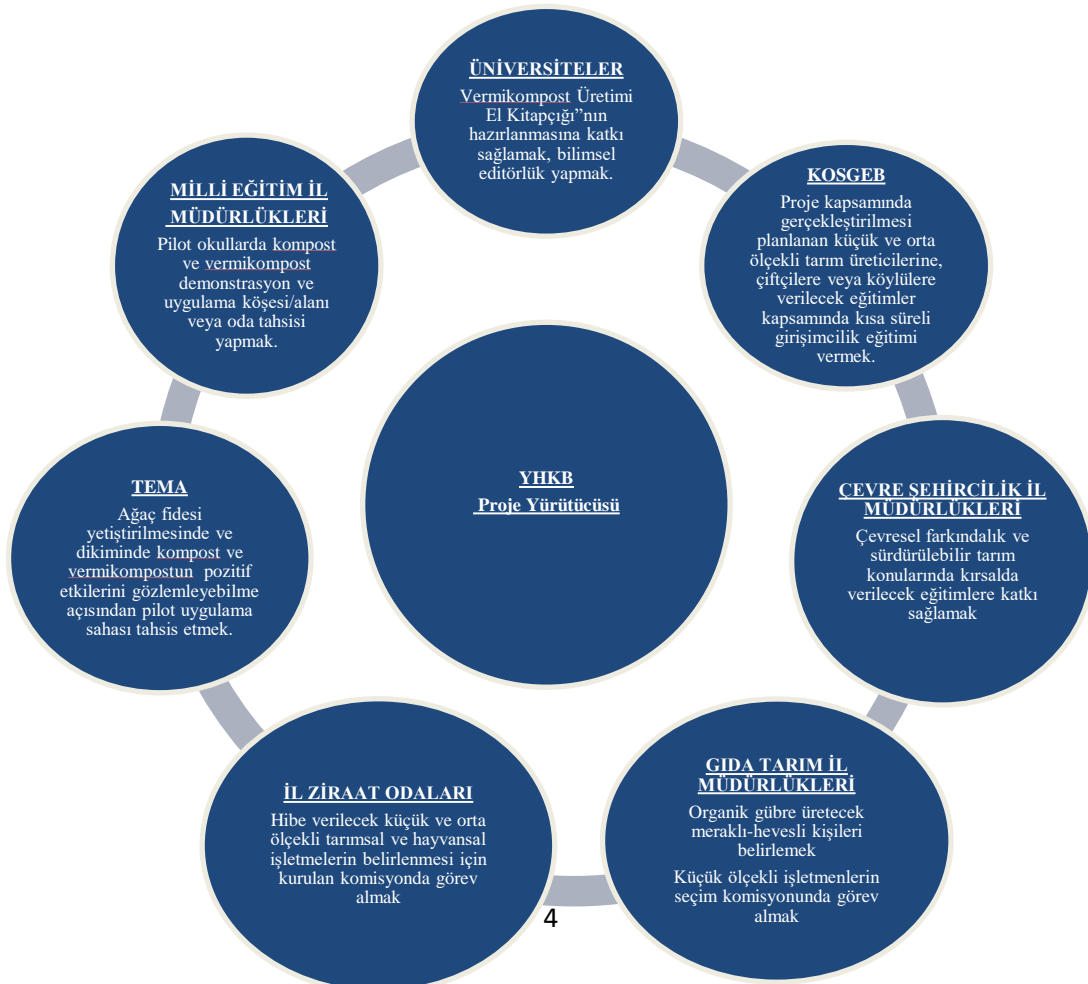
## YEŞİLİRMAK HAVZASI KALKINMA BİRLİĞİ (YHKB) YHKB MECLİS ÜYELERİ YHKB Proje Çalışanları

- Birlik Başkanı Amasya Valisi Dr. Osman VAROL
- Çorum Valisi Necmettin KILIÇ
- Samsun Büyükşehir Belediyesi Başkanı Yusuf Ziya YILMAZ
- Tokat Valisi Dr. Ömer TORAMAN
- Amasya İl Genel Meclis Başkanı Mustafa ÇİTTİR, Amasya İl Genel Meclis Üyesi Yücel GÜMÜŞ
- Samsun Büyük Şehir Belediyesi Üyesi Hayrettin ŞAHİN,
- Tokat Meclis Üyeleri L. Daim NAMLI, Salih YILDIRIM

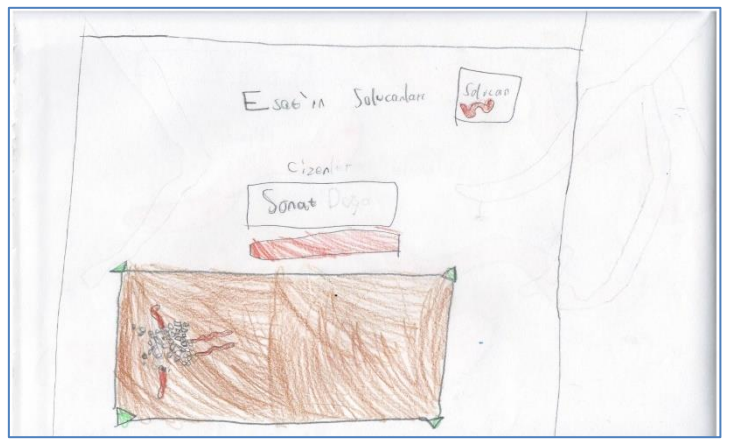
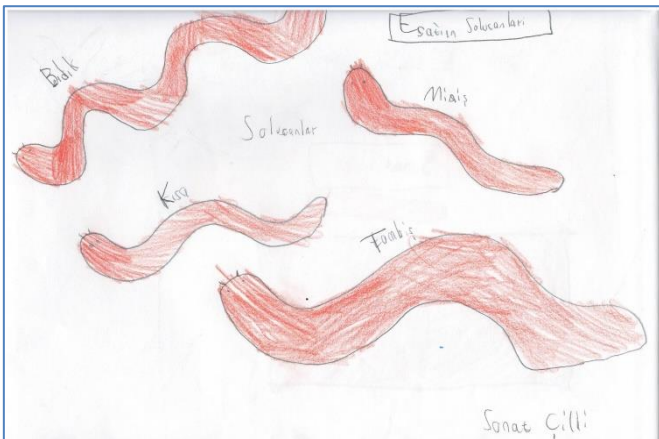
### YHKB Proje Çalışanları

- Birlik Müdürü Proje Genel Koordinatörü Yasemin ÇOBAN
- Teknik Proje Koordinatörü Esat ÇİLLİ ,Gıda Yüksek Müh. Seher DAŞTAN, Endüstri Müh. Kübra AKTAŞ, Harita Teknikeri Kürşat Emre KARAKOÇ, Sekreteryaya Ekibi Ayfer KAYA, Mert SÖYLEMEZ, Muhasebe Birimi, Hüseyin KOCA, Hüseyin DOĞAN, Şoför Aydın KURU, DS Çalışanı Haşim UYAN, DS Çalışanı Hasan IŞIK

### Bitki ve Hayvan Atıklarından Kompost ve Vermikompost Üretilmesi” adlı projesi 4 İlde ki İştirakçileri



Amasya İl Gıda Tarım Ve Hayvancılık Müd.	Ziraat Mühendisi Şerife Yivli, Elif Sağlam
Samsun İl Gıda Tarım Ve Hayvancılık Müd.	Cem Gürel Ziraat Yük. Müh., Hasan Çapkın Ziraat Yük. Müh, Ziraat Müh. Tufan AYDIN
Tokat İl Gıda Tarım Ve Hayvancılık Müd.	İsa Durmuş Veteriner Hekim, Hüseyin Sırma Ziraat Müh.
Amasya Çevre Ve Şehircilik Müd.	Önder Arslan Çevre Müh., Naime Çorsuz Kimyager
Amasya Üni. Rektörlüğü	Doç. Dr. Dudu Duygu Kılıç, Doç.Dr. Cengiz Yıldırım
Çorum Çevre Ve Şehircilik Müd.	Erdem Önal Çevre Müh., Ayşe Nur Yıldırım Kimya Müh.
Koşgeb Amasya	Koşgeb Müdürü, Necip Melih Koç
Gop Üni. Rektörlüğü	Prof.Dr. Rasim Koçyiğit, Doç Dr. Sezer Şahin
Samsun Çevre Ve Şehircilik Müd.	Metin Alkan Çevre Müh., Bahar Görkem Çevre Yük.Müh.
Samsun Tema Vakfi	Leman Özay, Süleyman Özata
Çorum Ziraat Odası	Mehmet SAYAN, Hayati SERBES
Ondokuz Mayıs Üniversitesi	Prof. Dr. Nurdan Gamze TURAN, Doç. Dr. Ayşe KULEYİN
Tokat Ziraat Odası	Tuğba TÜRK, Ömer YAZICI
İlkadım Ziraat Odası Başkanlığı	Turhan ELMAS, Esmâ TEZEL
Tokat Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü	Yasemin İSPIRLİ GÖKREM Şube Müdür V., Mustafa DEMİRCİ, Mecdude DUYUM
Hitit Üniversitesi	Yrd. Doc. Dr. Şafak BULUT, Yrd. Doc. Dr. Emre AVCI
Amasya Ziraat Odası	Mehmet BAŞ, Şebnem ÖZBİLEN
Tema Vakfi AMASYA	Fazlı ÖZVEREN, Sevim SÖKÜT
Çorum İl Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü	Abdulkadir KAYA, Bülent ŞAHİN



## **İÇERİK:**

	Sayfa
<b>1. ÖNSÖZ</b>	6
<b>2. GİRİŞ</b>	8
2.1 Kompost, Vermikompost ve Vermikültür Arasındaki Farklar	8
2.2 Vermikompostlama Teknolojisinin Avantajları	10
2.3 Vermikompostun Faydaları	11
2.4 Türkiye'den Vermikompost İyi Uygulamalar Örnekleri	11
2.5 Dünya'dan Vermikompost İyi Uygulamalar Örnekleri	12
<b>3. SOLUCANLARLA İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR</b>	13
3.1 Kompost Solucanı	13
3.2 Kompost Solucanının Temel İhtiyaçları	13
3.2.1 Yatak	14
3.2.2 Gıda	15
3.2.3 Nem	17
3.2.4 Havalandırma	18
3.2.5 Sıcaklık	18
3.3 Solucanlarla İlgili Diğer Biyolojik Konular	18
<b>4. VERMİKOMPOST TEMEL ÜRETİM TEKNİKLERİ</b>	18
4.1 Yığın Yöntemi	18
4.2 Yatak/Kap Yöntemi	21
4.3 Akışkan Besleme ve Hasat Reaktör Yöntemi	22
4.4 Doğrudan Toprakta Solucan Kültürü	23
4.5 Küçük Kutularda Solucan Kültürü	24
<b>5. SONSÖZ</b>	28
<b>6. EKLER</b>	29
6.1 Şekil Listesi	29
6.2 Tablo Listesi	29
<b>7. KAYNAKÇA</b>	29

## 1. ÖNSÖZ

Vermikompost, bir başka deyişle solucan gübresi, bitkisel (örnek: meyve, sebze, hububat), hayvansal (örnek: büyükbaş ve küçükbaş hayvan gübreleri) veya gıda atıklarını fermente ederek (ayrıştırarak) solucanlara yedirilmesi (sindirim sistemlerinden geçirilmesi) ile elde edilen bir çeşit organik gübre ve toprak düzenleyicisidir. Vermikompost üretim teknolojisi, şehirleşme ve endüstrileşme ile birlikte paralel olarak artan evsel ve sanayi artıklarının bertarafı ve çevre sorunlarının sürdürülebilir çözümü için geliştirilen bir yöntemdir. Solucan gübresi üretimi, birkaç tür toprak solucanından yararlanarak organik atıkların besin olarak kullanılması ve nihayetinde besin ve katma değeri yüksek organik gübre veya toprak düzenleyicisi elde edilme işidir <sup>(1)</sup>.

Vermikompost/vermikültür üretim teknolojisinin uygulama alanları 3 ana başlık içerisinde de toplanabilir; 1) Organik atıkların değerlendirilmesinde (bertarafında) 2) Tarımda organik gübre, bio-pestisit veya toprak düzenleyici üretimi 3) balıkçılıkta, tavukçulukta, kozmetikte veya tıpta kullanılmak üzere solucan biokütle üretimi <sup>(2)</sup>.

Çevre dostu-sürdürülebilir bir yöntem olan solucan gübresi üretimi, konvansiyonel (alışlagelmiş) tarım yöntemlerinden çok önemli bir üstünlüğü vardır, bu da düşük maliyetli tarımsal üretime katkı sağlamasıdır. Düşük girdili hammaddelerden katma değeri yüksek bir ürün elde edilmesi, solucan gübresi üretim teknolojisinin küçük çaptaki tarımsal üreticilere büyük ekonomik fayda sağlamaktadır. Buna ilave olarak da konvansiyonel tarımda ilaç ve kimyevi gübre için harcanan mali kaynaklar harcanmamakta, işletme içinde kalarak ilave mali katkı sağlamaktadır. Üretim başlangıcında girdi maliyetlerinin düşürülmesi, tarımsal üretimin başında çiftçiyi kazançlı duruma getirmektedir. Hatta geleneksel tarımdan organik tarım üretimine geçişte başlangıçta karşılaşılan verim düşüşünü telafi etmektedir. Vermikompost teknolojisi tarımsal üretimde sürdürülebilirlik özelliğini destekleyen yöntemler içinde en yüksek ekonomik fayda sağlayan yöntemdir. Buna paralel olarak da hızlı kentsel ve endüstriyel gelişme ve nüfus artışı ile büyük bir çevre sorunu haline gelen organik atıkların değerlendirilmesinde ve doğaya kazandırılmasında uygulanmakta ve gelecek vaat etmektedir <sup>(3)</sup>.

Vermiteknoloji, 1950-1960 yıllarında Batı da gerçekleşen “İlk Yeşil Devrimin” yol açtığı çevresel zararların (aşırı kimyevi gübre ve tarımsal ilaç kullanımı) ortadan kaldırılmasında “İkinci Yeşil Devrim” potansiyelini de içinde barındırmaktadır <sup>(4)</sup>.

Bazen entansif tarım ve hayvancılık faaliyetleri sonucu organik gübre birikimi o kadar çok ki yerel olarak çevresel kirliliğe yol açmakta, toprak verimini düşürmekte, yeraltı sularını kirletmekte, kötü kokular oluşturmakta ve halk sağlığı açısından riskler taşımaktadır <sup>(5)</sup>. Bu gibi sorunlara TR83 Bölgesi illeri olan Amasya, Çorum, Samsun ve Tokat İllerinin bazı ilçelerinde buna benzer sorunlarla sıkça karşılaşılmaktadır. Bu gibi sorunlara çözüm arayışı, vermikompost üretim teknolojisine yönlendirmektedir.



Yukarıda verilen bilgilerin ışığında ve Yeşilirmak Havzası Kalkınma Birliği Tüzüğü'nün Birliğin amacı ile ilgili 5 Maddesi “*Yeşilirmak ve kollarında oluşan kirliliği ve nedenlerini önlemek için gerekli tedbirleri almak, bölgede mevcut erozyonu giderici çalışmaları yapmak, akış rejimini düzenlemek, Yeşilirmak Havzasında bulunan yerleşim birimlerinin sosyal, kültürel ve ekonomik kalkınmalarına yönelik her türlü çalışmaları yapmak, yaptırmak ve bu amaçla ilgili kamu ve özel kurum ve kuruluşları ile işbirliği yapmaktır.*” göz önüne alınarak, Birliğin sahibi ve uygulayıcısı olduğu “Bitki ve Hayvan Atıklarından Kompost ve Vermikompost Üretilmesi” adlı proje “*TR 83 Bölgesi’nde çevre sorunu haline gelen tarımsal ve hayvansal atıkların işlenmesi konusunda ekonomik, sürdürülebilir ve çevre dostu bir tarımsal üretim modeli sunulması, küçük ve orta ölçekli tarım ve hayvan üreticileri için düşük girdili üretim sisteminin mümkün kılarak gelenekselden organik tarıma geçişe destek verilmesi.*” genel hedefi ile Amasya, Çorum, Samsun ve Tokat illerinde pilot çapta uygulanmasına geçilmiştir.

Bu kitapçık sözü geçen proje kapsamında hazırlanarak, özellikle projenin ana faaliyetlerinden olan “Küçük ve orta ölçekli tarım üreticilerine, çiftçilere veya köylülere vermikompost konusunda eğitimlerin verilmesi” kapsamında gerçekleştirilecek olan eğitimlerde kullanılmak üzere hazırlanmıştır.

Solucanlar, vermikompost üretimi amacıyla yetiştirildiklerinde, sağlık parametreleri açısından 5996 sayılı “Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda Ve Yem Kanunu” çerçevesinde yürütülen mevzuata tabidir. Bir başka deyişle, üretilen vermikompostun piyasaya arzı için söz konusu mevzuat gereği Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından hayvansal yan ürün üretimi için onaylanmış bir işletmede üretilmesi gerekmektedir <sup>(6,7)</sup>. Bu mevzuat gereği vermikompost üretimi için kullanılacak hammadde ısıtma işleminden geçmek zorundadır. Ancak, Yeşilirmak Havzası Kalkınma Birliği’nin yürüttüğü “Bitki ve Hayvan Atıklarından Kompost ve Vermikompost Üretilmesi” projesi hedef kitlesi ve projenin genel hedefi bakımından bir tarım projesi değildir, çevre koruma bilincini artırma, çevreyi koruma ve organik atıkları değerlendirme projesidir. Bu proje kapsamında çiftçilerin üreteceği vermikompost piyasaya arz edilmeyecektir. Nihai amaç, TR83 bölgesinde pilot çapta uygulanan proje kapsamında çevre sorunu haline gelen ve atıl vaziyette olan hayvansal ve bitkisel atıkların küçük çiftçiler tarafından kendi çiftliklerinde değerlendirilerek çevreye gelişigüzel bırakılmamaları, kendi bitkisel üretimlerinde elde ettikleri vermikompostu toprak düzenleyicisi, organik gübre ve doğal pestisit olarak kullanmaları. Proje ekibi olarak da temennimiz, pilot çapta uygulanan projenin iyi uygulamalar örneği olarak kırsal kesimde yaşayan diğer küçük çiftçilere de “bulaşması” ve bir nebze de olsa Yeşilirmak Nehrinin kirliliğinin azaltılmasına katkı sağlamasıdır.

## 2. GİRİŞ

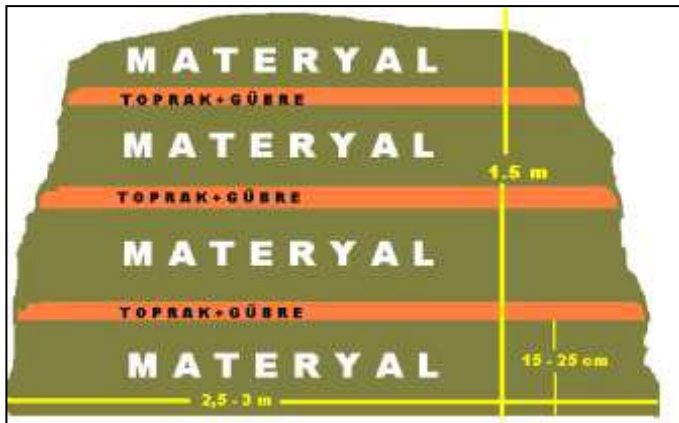
### 2.1. Kompost, Vermikompost ve Vermikültür Arasındaki Farklar

Kompostlama ve vermikompostlama katı organik maddelerin biyolojik stabilizasyonunda (istikrarlı hale getirme işlemi) bilinen en iyi iki işlemdir <sup>(5)</sup>. Bu işlemlerin nihai amacı tarımda

kullanılacak bitki besleme maddesi (biyogübre) veya toprak düzenleyicisi elde etmektir. Ancak vermikültür farklı kavramı ifade etmektedir. Vermikültürde nihai amaç solucan biyokütlesi elde edilmesidir.

**Kompostlama:** Kontrollü şartlar altında organik materyalin mikroorganizmalar tarafından hızlandırılmış ayrışmasını ifade etmektedir. Kompostlama sırasında iki aşama vardır: 1) termofilik basamak – ayrışmanın daha hızlı gerçekleştiği kısmını oluşturur. Bu aşamada materyal 45-65 °C kadar ısınır ve materyalin sanitasyonu (temizlenmesi) sağlanır 2) olgunlaşma basamağı – ayrışmanın daha yavaş gerçekleştiği mezofilik aşama <sup>(5)</sup>.

Kompostlama işlemi sanayi çapında yapılırsa da, birçok küçük tarım işletmesinde, orman fidanlıklarında veya ev bahçelerinde de genişçe uygulanan bir yöntemdir. Basit anlatımla atık vaziyette olan bitkisel materyaller toprak ve ahır gübresi ile karıştırılır, sulanır ve yığın haline getirilerek üstü kapatılır. Mutfak artıkları da kompost yapımında kullanılır, ancak ilk önce kızışmayı, aşırı ısı üretimini, azot (N) kaybını azaltmak, böcek ve meyve sineği üremesini engellemek için de önceden kuru yaprak veya saman gibi karbon (C) oranı yüksek olan materyalle ön kompostlamaya tabii tutulmalıdır. En yaygın kompostlama yöntemlerinden olan İndore yöntemi şöyledir: Beton zemin üzerine sap/sapan serpilir. Daha sonra tabaka şeklinde ana kompost malzeme 15-20 cm kalınlığında döşenir, bu tabaka üzerine de 2-3cm kalınlığında toprak ve ahır gübresi karışımı ilave edilir, sandviçe benzer bu desen tekrarlanarak yığın yapılır (1.5-2 m yükseklik), en son yığın sulanarak üstü yalıtım malzemesi (örnek naylon) ile kapatılır. Örtü malzemesinin birkaç yerinden arzu edilmeyen metan (CH<sub>4</sub>) gazı çıkışları için mutlaka emniyet delikleri açılır. Haftada 1 kez tüm yığın oksijenli (aerobik) ayrışma gerçekleşsin diye karıştırılır. Oluşturulan yığının kompost olarak olgunlaşması için kullanılan bitkisel materyale ve hava şartlarına bağlı olarak 2 ay ile 2 yıl arasında süre gereklidir. Olgun kompost siyah toprak görünümü ve kendine has taze toprak kokusuna sahip olmalıdır <sup>(8)</sup>.



Şekil 1. Kompost yığını yapımı. <sup>(8)</sup>

**Vermikompostlama:** Organik maddelerin ılık seven mikroorganizmaların ve solucanların ortak çalışması sonucu biyo-oksidasyon ve stabilizasyon sürecini tarif etmektedir <sup>(2,5)</sup>. Daha basit bir ifadeyle katı organik atıkların solucanların yardımıyla humus benzeri maddeye dönüştürülmesi işlemidir <sup>(9)</sup>. Asıl ürün burada solucanın dışkısı olmaktadır - vermikest <sup>(2,3)</sup>. Organik maddelerin biyokimyasal olarak ayrıştıranların mikroorganizmalar olmasına

rağmen, sürecin asıl sorumluları solucanlardır çünkü solucanlar materyali havalandırır, düzenler, parçalar ve böylece ciddi oranda mikrobiyal faaliyetleri artırır (5). Vermikompost (solucan gübresi) üretimi ile ilgili daha sonraki bölümlerde genişçe yer verilmiştir.

Kompostlama ve vermikompostlama ikisi de organik maddelerin aerobik (oksijenli) biyo-ayırışma süreçleridir ve ikisi de organik maddelerin, mikroorganizmaların, nemin ve oksijenin arasındaki karmaşık etkileşimleri içermektedirler (5). İki süreç arasındaki farkların daha iyi anlaşılması için Jorge Dominguez ve Clive A. Edwards adlı araştırmacıların bilimsel yayınından (5) adapte edilerek aşağıdaki tablo verilmiştir.

Karakteristik özellikler (faktörler)	Faktörlerin Tavsiye Edilen Değerleri	
	Kompostlama	Vermikompostlama
Atıklarda C:N (karbon:azot) oranı	25:1 den 30:1 kadar	25:1 den 30:1 kadar
Başlangıç partikül büyüklüğü	10-15 mm (hava akışlı ve karıştırma yapılan sistemlerde)	10-20 mm (daha yüksek değerler süreci yavaşlatır)
Nem oranı (içeriği)	55%-60% (saman ve talaş gibi yatak malzemesi kullanılırsa bu değerler yükseltilebilir)	80%-85% (60% alt, 90% üst sınırdır)
Hava akışı (oksijen durumu)	0.6-1.8 m <sup>3</sup> /gün/kg ya da oksijen seviyesi 10%-18% tutulmalı	Solucanların kendileri aerobik ortamı sağlamaktadırlar, ilave hava(oksijen) akışına gerek yoktur.
Sıcaklık	55°C-60°C	15°C-25°C (4°C alt, 30°C üst sınırdır)
Karıştırma	Basit sistemlerde periyodik karıştırma	Karıştırmaya gerek yok, solucanlar kendileri materyali karıştırır
pH	5.5-9.0 (>5.5 ve <9.0) (kaynak 8)	5-9 (>5.0 ve <9.0)
Atıkların amonyak içeriği	Bilgi yok (verilmemiştir)	0.5 mg/g az olmalı
Atıkların tuz içeriği	Bilgi yok (verilmemiştir)	0.5% az olmalı
Yığın büyüklüğü	Doğal olarak havalandırılan yığınlar istenilen uzunlukta olabilir, ancak yüksekliği 1.5 m ve genişliği 2.5 m geçmemeli	İstenilen uzunluk ve genişlikte olabilir, ancak yüksekliği 0.5 m geçmemeli (daha kalın yığınlarda süreç yavaşlamakta hatta durmakta)
Reaktör büyüklüğü	Yükseklik kritik öneme sahip, 3.0 m geçen yığınlar havalandırmada ciddi sorunlar yaratır.	40 m uzunluk x 2.4 m genişlik x 1m derinlik. Solucanların maması ince tabakalar halinde (5-10 cm kalınlığında) tükendikçe

		ilave edilmeli.
İnsan patojenleri	Patojenler termofilik basamakta (ısıl işlem basamağında) yok edilmekte	70 günlük vermicompostlama süresi sonunda ölürlür.
Olgunlaşma için gerekli süre	1 hafta süren termofilik aşamadan sonra orta sıcaklıkta aylar süren olgunlaşma gerçekleşir	Açık alandaki basit yığınlarda 4-12 ay, sabit sıcaklıktaki gelişmiş reaktörlerde 30-60 gün

**Tablo 1.** Kompostlama ve vermicompostlama karşılaştırma tablosu.

**Vermikültür:** Basit anlatımla solucan üretimini ifade etmektedir. Asıl amaç, kesintisiz hasat yapılması için solucanların sayısını sürekli artırılmasıdır. Üretilen solucanlar vermicompost üretiminde kullanılır veya satılır <sup>(9)</sup>. Üretilen veya satılan solucanlar balıkçılık, tavukçuluk, kozmetik gibi farklı alanlarda yem veya hammadde olarak kullanılır.

## 2.2 Vermikompostlama Teknolojisinin Avantajları

1) Katı evsel ve hayvancılık faaliyetleri sonucu elde edilen organik atıkların vahşi depolanmasını önler <sup>(4)</sup>,

2) Katı organik atıkların doğal olarak doğal biyo-ayrışmasını 60-80% oranında hızlandırır, hatta vermicompostlama süreci kompostlama sürecine göre 2 kat daha hızlıdır <sup>(4)</sup>,

3) Solucanlar, katı organik maddeleri dezenfekte ve detoksifiye (zehirsizleştirme) eder ve böylece son ürüne katma değer katarlar. Diğer kompostlama metotlarında kullanılmayan atıklar da vermicompostlamada kullanılabilir <sup>(4)</sup>.

4) Vermikompostlama sürecinde enerji israfı yoktur çünkü solucanlar atıkları kendileri karıştırır ve havalandırır <sup>(4)</sup>.

5) Vermikompostlama süreci kokusuzdur, atıkların ayrışmasında diğer atık teknolojilerinde olduğu gibi koku oluşmaz <sup>(4)</sup>.

6) Diğer teknolojilere özellikle anaerobik kompostlamaya kıyasla daha düşük sera gazı emisyonuna sahiptir <sup>(4)</sup>.

7) Vermikompost düşük teknoloji içeren bir teknik olduğu için küçük çaplı tarımsal işletmelerde maliyetsiz ve kolay bir şekilde uygulanabilir <sup>(5)</sup>.

8) Vermikompostlama işleminde kompostlama işlemine göre humuslaşma süreci daha hızlı olduğu için son üründeki ağır metal içeriği de daha düşüktür <sup>(5)</sup>.

## 2.3 Vermikompostun Faydaları

1) Solucan gübresi bilinen en saf gübredir <sup>(10)</sup> ve piyasada bulunan tüm organik gübreler içinde en üstün olanıdır <sup>(3)</sup>.

2) Vermikest (solucan gübresi) içerisindeki bitki besin elementlerinin (Azot(N), Fosfor(P), Potasyum(K), Kalsiyum(Ca), Magnezyum(Mg), Sülfür(S), Çinko(Zn), Boron(B), Manganez(Mn), Demir(Fe), Bakır(Cu), Molibden(Mo), Klor(Cl)) suda çözünürlüğünü artırır, düşük hızda bu besinleri ortama bıraktığı için bitkileri daha uzun süre ve daha istikrarlı şekilde beslenirler <sup>(3)</sup>.

3) Bitki besin elementi bakımından komposttan daha zengindir, toprağın en üst tabakasına kıyasla 5 kat fazla Azot(N), 7 kat Potasyum(K) ve 3 kat fazla Kalsiyum(Ca) içerir ve bu besin elementleri bitkiler tarafından doğrudan kullanılabilir formdadır <sup>(3)</sup>.

4) Vermikest içerdiği bitki büyüme düzenleyicileri ve hormon benzeri maddeler içerdiği için bitki büyümesini hızlandırır ve tarımsal verimi artırır <sup>(5)</sup>.

5) Hayvan ve kimyevi gübreler gibi bitki köklerini yakmaz <sup>(3)</sup>.

6) Toprak kökenli bitki patojenlerini (zararlılarını) etkin bir şekilde kontrol etmektedir, bitki kök çürüklüğü etmenlerine karşı etkilidir <sup>(3)</sup>.

7) Topraksız tarım için mükemmel bir besleyici ortamdır <sup>(10)</sup>.

8) Toprağın pH ve alkali dengesini düzenler, tuzlanmayı kontrol eder <sup>(1)</sup>.

9) Killi topraklarda su geçirgenliğini, kumlu topraklarda ise su tutma kapasitesini artırır, toprağın dokusunu zenginleştirerek daha iyi havalanmasını sağlar <sup>(1,10)</sup>.

10) Tarımda nadas olayını ortadan kaldırır <sup>(1)</sup>.

## **2.4 Türkiye’den Vermikompost İyi Uygulamalar Örnekleri**

1) Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü öğretim üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Korkmaz Bellitürk yönetiminde, zeytin budama atıklarının vermikompost olarak değerlendirilmesi için bilimsel denemeler yapılmıştır. Bunun sonucunda solucan sayısını arttırmak amacı başta olmak üzere zeytin bitki artıklarının ahır gübresi ile eşit oranda karıştırılarak vermikompost üretiminde kullanılabileceğini göstermiştir <sup>(11)</sup>.

2) Çankırı Karatekin Üniversitesi Biyoloji Bölümünde Yurdagül Şimşek Erşahin adlı araştırmacı, doktora çalışmalarında vermikompost ürünlerinin bitki koruma amaçlı kullanımını araştırmıştır. Bu amaçla, sebze fidelerinde kök ve gövde çürüklükleri gibi önemli iki hastalığa neden olan iki zararlı mantar türünü (*R. solani* ve *T. harzianum*) kullanmıştır. Sığır gübresi, söğüt kabuğu, elma ve patates artıklarını kullanarak yığın (windrow) yöntemiyle laboratuvarda ürettiği vermikompostu kullanarak, hıyar bitkisinde kök çürüklüğüne neden olan ve yukarıda sözü geçen mantarların yol açtığı hastalıkları engellemiştir. Vermikestsiz ve 10% oranında gübre içeren

toprakta yetiştirilen hıyarlarda hastalık görülürken, 20% ile 30% oranında vermikest içeren toprakta hıyar bitkileri sağlıklı büyümüşür <sup>(12)</sup>.

3) Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi öğretim üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Selçuk Göçmez yönetiminde, zeytinyağı üretiminde elde edilen karasu kekinin vermikompost olarak değerlendirmesi için bilimsel denemeler yapılmıştır. Araştırmada, Azot kaynağı olarak kullanılan karasu keki, C:N (karbon:azot) oranını dengelemek için ise, karbon kaynağı olarak da başka bir tarımsal atık olan pamuk çırçırı kullanılmıştır. En iyi sonuçlar, 1) 20% karasu + 30% organik gübre (olgunlaşmış ahır gübresi) + 30% çırçır atığı ile 2) 40% karasu + 20% organik gübre (olgunlaşmış ahır gübresi) + 20% çırçır atığı karışımları ile alınmıştır <sup>(13)</sup>.

4) Doç. Dr. Rıdvan Kızılkaya ve arkadaşları tarafından yapılan başka bir araştırmada ise arıtma çamuru, fındık zurufu ve ahır gübresi içeren vermikompostların en iyi karışım oranını ve vermikompostlama süresini saptamak amacıyla çalışmalar yürütülmüştür. Biyolojik ve kimyasal özellikler ile ağır metal içeriği bakımından en iyi karışımın 30% arıtma çamuru, 35% fındık zurufu ve 35% ahır gübresi olduğu ve vermikompostlama süresi olarak 90 gün olarak belirlenmiştir. Farklı karışımlardan elde edilen vermikompostların toprağa uygulanması sonunda, bu artıkların vermikompostlama yapılmadan uygulanmasına kıyasla tarımsal verimde daha fazla artış gözlenmiştir. Bu bağlamda, hasat edilen buğday bitkisinin veriminde artışa sebep olan vermikompost, 50% arıtma çamuru, 25% fındık zurufu ve 25% ahır gübresi karışımından elde edilmiştir <sup>(14)</sup>.

5) Yeşilirmak Havzası Kalkınma Birliğinde deneysel olarak üretilen vermikompost ile çimlenme ve bitki büyüme üzerine etkiler gözlemlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla yarıya yarıya bahçe toprağı ve vermikomposttan oluşan bitki büyüme ortamına kızartma kabağı tohumları ekilmiş ve çimlendirilmiştir. Kontrol grubu olarak da yarı yarıya yanmış hayvan gübresi ile bahçe toprağı harmanlanarak bitki besi ortamı hazırlanmıştır. Her kaba 3 tane tohum ekilmiş ve 1 ay boyunca gözlemlenmiştir. Sönmüş hayvan gübresi içeren kapların bir tanesinde 1 adet, diğer kapta da 2 adet tohum çimlenmiştir. Vermikompostlu kaplarda tüm tohumlar çimlenmiştir. Bitki büyüme performansı da vermikompostlu ortamlarda göreceli olarak daha iyi olduğu gözlemlenmiştir.

<b>Kap No.</b>	<b>Besi Ortamı</b>	<b>Ekilen Kızartma Kabağı Tohum sayısı (adet)</b>	<b>Çimlenen Tohum Sayısı (adet)</b>	<b>Bitki Büyüme Performansı</b>
1	Vermikompost + Bahçe Toprağı (50% - 50%)	3	3	Çok iyi
2	Vermikompost + Bahçe Toprağı (50% - 50%)	3	3	Çok iyi
3	Yanmış hayvan gübresi +Bahçe Toprağı (50% - 50%)	3	2	İyi

4	Yanmış hayvan gübresi +Bahçe Toprağı (50% - 50%)	3	1	İyi
---	--	---	---	-----



**Şekil 2.** Tohum çimlendirme ve bitki büyüme performansları (Kaynak: Yeşilirmak Havzası Kalkınma Birliği).

## 2.5 Dünya'dan Vermikompost İyi Uygulamalar Örnekleri <sup>(4)</sup>

**1) Amerika Birleşik Devletleri:** Dünya'nın en büyük bazı vermikompost şirketlerine ve tesislerine sahiptir. Örnek olarak, The American Earthworm Company adlı şirket 1978 faaliyete başlayarak şu an ayda 500 ton vermikompost üretmektedir. Los Angeles şehrinde başka bir şirket de 1.000.000 solucanla ayda 7.5 ton atığı değerlendirmektedir. Vermicycle Organics adlı şirket ise ileri teknoloji ile donatılmış tesislerinde yılda 3500 ton vermikompost üretmekte, Vermitechnology Unlimited adlı şirket ise 1991 yılından beri her yıl vermikompost üretimini ikiye katlamaktadır.

**2) Kanada:** Vermikompost teknolojisinde dünya lideri ülkelerden biridir. Birçok büyük ölçekli vermikompost üretimi yapan şirketin yanı sıra, "Organic Agriculture Centre of Canada (Kanada'nın Organik Tarım Merkezi)" olarak kurulan bir bilimsel araştırma kurumu ile "vermikültür tarımının", "kimyasal tarımının" yerini alması amaç ve misyon edinmiştir. Elinizde tuttuğunuz ve şu an okuduğunuz bu rehberin, Organic Agriculture Centre of Canada

adlı Merkezinin hazırladığı “Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture” adlı rehberden esinlenerek ortaya çıkmıştır!

**3) Birleşik Krallık:** Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada’yı vermicompost uygulamaları açısından yakından takip emektedir. Galler’de 1000 ton organik atığı aynı anda değerlendirebilen tesisler kurulmuştur.

**4) Fransa:** Tüm katı evsel atıkların vermicompostlama ile ortadan kaldırılmasına destek vermektedir. Ülkede her gün 20 ton katı evsel atığın 2 milyar solucanın yardımı ile vermicomposta dönüştürülmektedir.

**5) Hindistan:** Diğer ülkeler gibi Hindistan da bu konuda ilk adımları 1990 yıllarında atmış ve Bhawalkar Solucan Araştırma Enstitüsünü kurmuştur. Bu ülkedeki çiftçiler vermicompost teknolojisini büyük ölçekte kullanmakta ve bir vermikültür devrimi gerçekleşmektedir. Birçok eyalette sivil toplum örgütleri kırsal kesimde yaşayan insanlara solucan ve tanklar hibe ederek vermicompostlama teknolojisini teşvik etmektedirler. Söz konusu insanların, evsel ve çiftlik atıklarını kullanarak ürettikleri vermicompostu ve solucanları çiftçilere satarak her yıl bir kişiye yaklaşık olarak 15 bin ABD Doları kadar kazanç sağlamaktadırlar.

**6) Filipinler:** Su ürünlerinde sürdürülebilir üretimi desteklemek amacıyla, balık ununun yerini tamamen alacak şekilde ve balık yemi olacak, geniş çapta solucan biyokütlesi üretimi başlatılmıştır.

### 3. SOLUCANLARLA İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR

#### 3.1 Kompost Solucanı

Solucanlar, diğer ayrıştırıcı canlılarla (bakteriler, mantarlar, aktinomisetler, artropodlar) birlikte Doğanın madde döngüleri içerisinde en önemli görevlerden birini üstlenmektedirler: bitki ve hayvan ölümlerinden kaynaklanan organik madde birikimlerini ayrıştırarak toprağa kazandırmak ve böylece tekrar bitkilerin büyümesini ve gelişmesini sağlamak. Tahmini olarak dünyada en az 1800 tür toprak solucanı yaşamaktadır <sup>(9)</sup>. Tümü hayvanlar aleminin *Lumbricidae* familyasına aittirler. Değişik solucan türlerin boyları 2 cm den 7 m kadar değişebilir <sup>(2)</sup>. Yaşam ortamı olarak toprağın üç farklı katmanını tercih ederler ve buna göre 3 temel gruba ayrılarak adlandırılırlar <sup>(2,9)</sup>:

<b>Anecic</b> (Eski Yunancada toprağın dışında demek)	Toprağın mineral tabakasının içerisinde tüneller açarak yaşarlar ve sadece geceleri, besin almak için yüzeye çıkarlar.
<b>Endogeic</b> (Eski Yunancada toprağın içinde demek)	Bu solucanlar da tünel açarak yaşarlar ancak tünelleri anecic türlerine göre daha yüzeyseldir (toprak yüzeyine yakın). Organik döküntülerle toprak arasındaki alanda bulunurlar. Toprakta bulunan organik madde ile beslenirler ve nadiren

	toprak yüzeyine çıkarlar.
<b>Epigeic</b> (Eski Yunancada toprağın üstünde demek)	Toprak yüzeyinde organik döküntülerin içerisinde yaşarlar ve çürüten organik madde ile beslenirler. Toprağın içerisine daimi tüneller kazmazlar. Vermikompostlama işlemlerinde asıl kullanılan tip solucanlardır.

**Tablo 2.** Farklı Solucan Tipleri<sup>(2,9)</sup>

Epigeic türler, yukarıda bahsedilen diğer iki gruba kıyasla daha iyi adaptasyon gösteren ve daha hızlı çoğalan ve beslenen türlerdir. Bu, epigeic türlerinin doğada yaşadıkları ortamla ilişkilidir, epigeic türler çok değişken hava şartlarına ve besin mevcudiyetine bağlı olarak hayatta kalabilmek için uyum sağlamalıdır. Epigeic solucanlar, rejenerasyon (yenilenme kabiliyetine sahip) ortalama 150 halkadan ibarettirler. Solucanlar birbiriyle sperm alışverişi yaparak eşeyli çoğalma gösterirler, 20-30 halkaları arasında klitellum denen eşeysel organa sahiptirler. Solucanlar çiftleştikten sonra, optimum şartlar sağlanırsa 4-7 günde kokon denen ve 10 yumurta kadar içeren yuvarlak 2-3 mm çapında bir yapıyı besinin bol olduğu yere bırakırlar. Yavru solucanların yumurtadan çıkması ortalama 21-23 gün almaktadır. Yumurtadan çıkan yavrular erişkinlere benzer ancak renkleri daha açıktır (beyazımsı-sarımsı, kişisel gözlem). Tam bir yaşma Böylece 40-60 gün arasında cinsel erişkinliğe ulaşan solucan yavrularının, ticari tesislerde ortalama iki ayda sayılarını ikiye katlarlar. Ortalama 5-10 cm boya ve 0,5-1,0 gr ağırlığa sahiptirler. En ideal şartlarda günde en fazla kendi ağırlığı kadar besin tüketirler ancak üretim şartları içerisinde yarısı kadar tükettikleri varsaymak gerekir <sup>(2)</sup>.

Anecic, endo veya epigeic türlerlerden olan ve dünyanın farklı ülkelerinin ticari vermikompost tesislerinde kullanılan başlıca birkaç tür vardır. Bu solucan türlerine sıklıkla ve doğal olarak gübre veya organik atık yığınlarında rastlanır; epigeic *Eisenia fetida* (tiger worm), epigeic *Eisenia andrei* (red tiger worm), epigeic *Eisenia hortensis*, anecic *Lumbricus rubellus* (red worm), endogeic *Perionyx excavatus* (Indian blue worm). İlk üç tür (*E. fetida*, *E. andrei*, *E. hortensis*) ılıman iklim kuşağında, diğer iki tür (*L. rubellus*, *P. excavatus*) ise tropik iklim kuşağında yaygındır <sup>(2,3)</sup>.

Dünyada ticari amaçla en çok kullanılan tür *Eisenia fetida* (tiger worm) dır. Türkiye’de daha çok Kırmızı Kaliforniya Solucanı olarak da bilinmektedir. 0 ile 35 °C arası sıcaklıkta hayatta kalabilmesi, hızlı çoğalması ve hızlı besin tüketmesi gibi özelliklerinden dolayı Kuzey Yarımkürenin soğuk kış şartlarında dışarıda basit yığınlarda bile işlevlerine devam etmesinden dolayı, onu en çok tercih edilen ticari solucan türü yapmaktadır<sup>(9)</sup>. Elinizdeki bu rehberde kompost solucanı olarak tabir edilen tür de *Eisenia fetida* dır. Ülkemizde vermikompost üretimine uygun olan *Eisenia fetida* gibi epigeic solucanlar mevcuttur ancak Anadolu menşeli vermikompost solucanlarının taksonomik çalışmaları henüz yeterli seviyede değildir <sup>(6)</sup>.

### 3.2 Kompost Solucanının Temel İhtiyaçları<sup>(2,3,9,10)</sup>

**3.2.1 Yatak:** Solucanlara istikrarlı bir yaşam ve üreme ortamı sağlamak için kullanılan malzemelere denir. Yatak olarak kullanılan malzemenin 3 ana özelliğe sahip olması şart: **1)**

yüksek su emiciliği, 2) kabarma ve gözeneklilik 3) düşük protein/azot içeriği (yüksek karbon/azot oranı C:N oranı).

Solucanlar vücut yüzeyleri ile nefes alırlar, bu nedenle ortamları sürekli nemli olması gereklidir. Yatak malzemesi nispeten iyi bir su tutma kapasitesine sahip olmalı. Ayrıca, yatak malzemesi topaklanmamalı, kolay parçalanmalı ve hava girişine müsaade etmelidir. Yatak malzemesinin düşük azot içeriği sayesinde de ayrışan organik maddeler fazla ısı üretmeyerek solucanlar için optimum sıcaklığı sağlar, solucan maması olarak kullanılan gıda ve organik maddelerin ayrışması sonucu oluşan organik asitlerden ve pH dalgalanmalarından solucanlar için emniyetli kaçış yeri görevi üstlenir.

Yatak malzemesi olarak en fazla kullanılanlar: büyükbaş ve küçükbaş hayvan sönmüş gübreleri, turba yapan yosun, kuru ot, saman, hasır, mısır silajı, doğranmış mısır sapları veya koçanları, talaş veya ince doğranmış ağaç kabukları gibi kereste endüstrisi atıkları, kağıt-karton, kuru yaprak.

Sayılan yatak malzemelerinden en iyi sonuç veren at gübresi, doğranmış kağıt-karton ve turba yapan yosundur<sup>(9)</sup>. Bu rehberin yazarı, gerçekleştirdiği solucan gübresi üretim denemelerinde yatak malzemesi olarak kuru ahır (sığır) gübresi ile iyice ufalanarak ön kompostlamadan geçmiş Akasya ağacı yaprakları kullanarak iyi sonuçlar almıştır.

**3.2.2 Gıda:** Kompost solucanları hemen hemen tüm hayvansal ve bitkisel orijinli organik maddeleri gıda olarak tüketirler. İdeal şartlarda 1 günde kendi vücut ağırlıkları kadar gıda tüketebilseler de, uygulamada vücut ağırlıklarının yarısı kadar besin tükettikleri varsayılmaktadır. Glenn Munroe<sup>(9)</sup> adlı araştırmacının kitabından kısaltılarak ve özetlenerek aşağıdaki tabloda yaygın olarak kullanılan solucan gıdaları ve onların özellikleri verilmiştir:

GIDA TÜRÜ	AVANTAJI	DEZAVANTAJI	NOT
<b>Sığır gübresi</b>	İyi besleme sağlar, adaptasyona gerek yoktur.	Bitki tohumlarının varlığı ön kompostlama işlemini gerekli kılar.	Tüm hayvansal gübreler kısmi ayrışma geçirdikleri için solucanlar tarafından direkt olarak tüketilmeye hazırdırlar.
<b>Kümes hayvanları gübresi</b>	Yüksek azot (N) içeriği iyi beslenme sağlar ve nihayetinde pazar değeri yüksek ürün elde edilir.	Yüksek protein (azot) içeriği solucanlar için tehlikeli olabilir. Bu nedenle kümes hayvanlarının dışkıları az miktarda kullanılmalıdır.	Solucanların bu gıdayı kullanmaları için önce alıştırmaları gerekmektedir. Bunun için kümes hayvanı gübresi yataklık malzemesine %10 oranında kullanılmalı.

<b>Koyun/Keçi gübresi</b>	İyi beslenme sağlar.	Bitki tohumlarının varlığı ön kompostlama işlemini gerekli kılar. Gübrenin küçük parçalardan oluşması nedeniyle gözenekliliği artıracak ve topaklanmayı önleyecek ilave yatak malzemesi gereklidir.	Karbon:Azot oranını artıran doğru seçilmiş ilave materyallerle, bu gübreler ayrıca iyi yataklık malzemesine de dönüştürülebilirler.
<b>Taze yemek artıkları</b>	Mükemmel besin, iyi su içeriği.	Yüksek azot içeriğinden dolayı ısı üretimi, anaerobik şartlar ve kokular oluşabilir. Onun için taze yemek artıkları ön-kompostlamaya tabii tutulmalı.	Bazı taze yemek artıkları diğer taze yemek artıklarından üstündür. Örnek vermek gerekirse kahve posası. Kahve posası yüksek azot içeriği dolayısıyla solucanlar için çok cezbedicidir ve koku oluşturmaz. Diğer taraftan, patates kabukları çok zor parçalanır ve solucanlar tarafından besin olarak kullanılabilmesi için çok zaman gereklidir.
<b>Ön kompostlama geçirmiş yemek artıkları</b>	İyi beslenme sağlarlar. Ön kompostlama aşamasından geçen yemek artıkları, solucanlar tarafından daha kolay sindirilirler.	Taze yemek artıklarına kıyasla daha düşük besin değerine(besleyiciliğe) sahiptirler.	Kompost ürünlerine kıyasla daha yüksek katma değere sahip ürün elde edilir.
<b>Deniz yosunu</b>	İyi beslenme sağlar. Mikro-besinler içeriği bakımından mükemmel son ürün verir.	Öncelikle tuzlardan arındırılmalıdırlar.	Tüm bölgelerde bulunmayabilir.
<b>Baklagiller samanları</b>	Yüksek azot içeriklerinden dolayı iyi bir solucan besinidirler.	Su tutma kapasitesi diğer solucan besinlerine göre düşüktür.	Su tutma kapasitesi yüksek diğer besinlerle karıştırılarak verilmelidirler.

<b>Ezilmiş (Öğütülmüş) Tahıllar</b>	Mükemmel ve dengeli beslenme sağlarlar. Koku oluşturmazlar ve kolayca stoklanırlar.	Çoğu besine göre maliyetleri yüksek. Bazı büyük taneli tahıllar yavaş sindirildikleri için vermikompostlama işlemi de buna paralel uzun sürer.	
<b>Balık ve ölü hayvan atıkları</b>	Yüksek azot içeriklerinden dolayı iyi bir solucan besinidirler.	Solucanlara verilmeden önce mutlaka ısıtılmalı ve ısıtılmalı.	Vermikompostlama işleminde çok güçlü kokular meydana getirirler.

**Tablo 3.** Yaygın olarak kullanılan solucan gıdaları<sup>(9)</sup>.

Bu tabloda verilen solucan gıdalarına rehberin “2.4 Türkiye’den Vermikompost İyi Uygulamalar Örnekleri” bölümünde bahsedilen alternatif gıdalar, fabrikaların bitkisel atıkları (örnek: şeker pancarı melası, bira endüstrisinin organik atıkları, kayın mantarı üretim artıkları), çay posası, hal ve pazar atıkları (çürük meyve sebze), yumurta kabukları da ilave edilebilir<sup>(1,3)</sup>.

Dr. Cezmi SADAY<sup>(10)</sup> adlı endüstriyel vermikompost üreticisinin kendi vermikompost üretim tesisinde azot kaynağı olarak ısıtılmalı işlem görmüş yaş sığır gübresi ile karbonca zengin materyali solucan gıdası olarak kullanıldığı belirtmiştir. Ancak, bu rehber ileri teknoloji gerektirmeyen küçük çapta vermikompost üretimi yapan küçük çiftçilerin yararlanmasını amaçlamaktadır. Söz konusu çiftçilerin, endüstriyel vermikompost üretiminde kullanılan Indoor sistem olgunlaştırma ve pastörize hollerine sahip olmadıkları için yaş hayvan gübresi değil, sönmüş çiftlik gübresi kullanmaları öngörülmüştür. Burada sönmüş çiftlik gübresi azot kaynağı değil daha çok karbon kaynağı ve yatak malzemesi görevini görmekte, azot kaynağı ise tablo 3 de adı geçen organik atıklardır.

Hüriye KARA<sup>(2)</sup> adlı araştırmacı, ülkemizde vermikompost üretiminde yaygın olarak kullanılan *Eisenia fetida* gibi epigeic solucanların önemli ölçüde toprak (mineral) tükettikleri de belirtmiştir. Bu nedenle solucanların gıdasına az miktarda da olsa toprak ilave edilmelidir. Turunçgillerdeki fenolik bileşikler normalde solucanlar üzerinde zehir etkisine sahiptirler ve vermikompost üretiminde kullanılmazlar. Ancak aynı adlı araştırmacı yaptığı çalışmalarda, turunçgil posası bazı katkılarla dengelenerek vermikompost üretiminde başarı ile kullanılabilceği iddia etmiştir<sup>(2)</sup>.

Bu rehberin yazarı, gerçekleştirdiği vermikompost üretim deneylerinde bolca kahve posası kullanmıştır. Ancak kahve posası asidik bir ortam yarattığı için bazik özelliğe sahip ve bolca kalsiyum karbonat içeren yumurta kabukları ile dengelenmiştir. Yumurta kabukları ayrıca protein ve zengin kalsiyum (kalsiyum karbonat) içeriğinden dolayı iyi bir solucan besinidir ve mutlaka vermikompost üretiminde kullanılmalıdır. Yumurta kabuklarının daha kolay ayrışması için çığ değil, ısıtılmalı işlem yaparak neredeyse un haline getirilerek ortama ilave edilmelidir.

Tablo 3 de belirtilen materyaller yatak malzemesi ile belirli oranda karıştırıldıktan sonra solucanlara mama olarak verilmeden önce yasal mevzuat gereği (11/6/2010 tarih ve 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu) 70 °C sıcaklıkta 1 saat boyunca sanitasyona tabii tutulmalıdırlar. Bu işlemin amacı gübrede ve diğer materyallerde bulunabilecek ve insan sağlığını tehdit edecek patojenleri yok etmektir. Vermikompost üretiminde bu sanitasyon işlemi mutlaka yapılmalıdır. Mama hazırlama aşamalarının tümünde azami ölçüde hijyen kurallarına uyulmalı, tüm basamaklar boyunca lateks eldiven kullanılmalı, kazara çıplak elle materyale dokunulursa mutlaka eller sabunla iyice yıkanmalı.

Tablo 3 de balık ve ölü hayvan atıkları solucan gıdası olarak kullanılabilceği belirtilse de halk sağlığı açısından taşıdıkları riskler nedeniyle kullanımları önlenmelidir.

**3.2.3 Nem:** Solucanlara ideal yaşam şartları sağlamak istiyorsak kullanılan yatak malzemesi yeterince su tutabilmelidir. Solucanlar vücut yüzeyleri ile nefes aldıkları için sürekli nemli olmalılar. Yatak malzemesindeki %50 altındaki nem oranı onlar için tehlikeli durum oluşturmaktadır. Vermikültür ve vermikompost işlemlerinde ideal nem oranı % 70-90 arasındadır.

**3.2.4 Havalandırma:** Kompost solucanları oksijene ihtiyaç duyarlar ve anaerobik (oksijensiz) şartlarda ölürlür. Anaerobik şartların oluşmaması için solucan maması olarak Azot içeriği çok yüksek olan besinler verilmemeli, ayrıca tablo 3 de verilen solucan besinleri tercihen ön kompostlama aşamasından geçirilmeli.

Solucanlar kendi hareketleri ile ortamı karıştırarak anaerobik şartların meydana gelmesini önlerler ve kendilerine oksijen tedarik ederler.

**3.2.5 Sıcaklık:** Solucanlar 0 °C soğuğa kadar dayanabilirler, ancak tek haneli sıcaklık derecelerinde çoğalmazlar. Vermikompost işlemlerin etkin sürmesi için solucanlar en az 15 °C sıcaklığa ihtiyaç duyarlar. Onlar için 20 °C sıcaklık idealdir ve bu sıcaklık derecenin üstünde hızla çoğalırlar. 35 °C ve üstü kritiktir ve eğer solucanlar bu sıcaklık derecesinde yataklarını terk edemezler ise çabucak ölürlür.

### 3.3 Solucanlarla İlgili Diğer Konular

**pH:** Solucanlar pH nın 5-9 arasında yaşarlar ancak nötr olan 7 değerinin biraz üstünü (7,5-8,0) tercih ederler, diğer bir deyiş ile hafif bazik ortamı severler.

**Tuz:** Tuza karşı toleransları çok düşüktür, tercihen ortamın tuz konsantrasyonu % 0,5 altında olmalı. Eğer deniz yosunu solucan besini olarak kullanılacaksa öncelikle tuzlarından arındırılmalıdır.

**Üre içeriği:** Pastörize edilerek yaş hayvan gübresi kullanılacaksa, mutlaka üreden arındırılmalıdır.

**Işık:** Solucanlar ışığa çok duyarlı olmalarına rağmen tamamen karanlık ortamı değil soluk alacakaranlığı severler<sup>(2)</sup>.

#### 4. VERMİKOMPOST TEMEL ÜRETİM TEKNİKLERİ <sup>(2,3,9)</sup>

Çiftçilerin kullanacağı vermikompost üretim teknikleri 4 ana gruba ayrılırlar: 1) Yığın yöntemi (windrow) 2) Yatak/kap yöntemi (beds or bins) 3) Doğrudan toprakta solucan kültürü (use of worms directly in agriculture) 4) Akışkan besleme ve hasat reaktör yöntemi (flow-through reactors). Bu metotlardan ilk ikisi, yatak ve besleme ortamının üretim başlangıcında bir kez oluşturulup bir daha da müdahale edilmediği (batch) ile besin ve/veya yatak malzemelerinin sürekli ilave edildiği (continuous-flow) olarak kendi içlerinde alt gruplara ayrılırlar. Bir de yukarıda bahsi geçen metotlar dışında ve çiftçilerin üretim alanına girmeyen ancak çevrenin korunması ve evsel atıkların değerlendirilmesi açısından bir o kadar da önemli ilave iki yöntem daha var; 1) İlkel kompost tuvaletlerde solucan kültürü ve 2) Küçük kutularda solucan kültürü. İlkel kompost tuvaletlerde solucan kültürü bu kitabın ana amacın dışında değerlendirildiği için ayrıntılı açıklanmayacaktır. Ancak küçük kutularda solucan kültürü Yeşilirmak Havzası Kalkınma Birliği'nde deneysel olarak uygulanan bir yöntemdir ve ona örnek uygulama olarak ayrıntılı yer verilecektir.

##### 4.1. Yığın Yöntemi (Windrow).

Yığın yöntemi de yukarıda bahsedildiği gibi kendi içerisinde 3 alt metoda ayrılır; 1) sabit yığın (static pile batch windrow) 2) İlaveli yığın (top-fed continuous-flow windrow) 3) kuşatmalı yığın (continuous-flow wedge).

**Sabit Yığın Metodu:** sabit yığınlar, solucanlar ilave edilmiş yatak malzemesi-solucan gıdası karışımı veya yatak malzemesi üstüne serilmiş gıdadan meydana gelirler ve açık(dış) ortamda doğruca toprak zemin üzerine yapılırlar. Zemine, solucanların kaçmaması için kil serilebilir, ancak bu fazla suyun tahliyesini zorlaştırır. Bu yığınlar genelde metrelerce uzunlukta şerit veya sıra şeklindedirler, ancak kare veya dikdörtgen şekilli olanlara da rastlanır. Yükseklikleri 1 m geçmez. Bu yöntemle, organik madde hava şartlarına bağlı olarak (kışın soğuk ve karın etkisi) diğer yöntemlere göre nispeten daha yavaş işlenir (6-12 ay). Sabit yığının yapılması birkaç basamakta gerçekleşir: 1) toprak veya kil zemin üzerine önce 10-15 cm kalınlıkta yatak malzemesi serilir. Yatak malzemesi bölüm 3.2.1 de bahsedildiği gibi büyükbaş ve küçükbaş hayvan sönmüş gübreleri, turba yapan yosun, kuru ot, saman, hasır, mısır silajı, doğranmış mısır sapları veya koçanları, talaş veya ince doğranmış ağaç kabukları gibi kereste endüstrisi atıkları, kağıt-karton, kuru yaprak olabilir. Tüm yatak malzemesi önceden sulanmış olmalı. 2) m<sup>2</sup> ye yaklaşık 2000 adet solucan ilave edilir ve hızlıca üstüne 3) solucanların ana gıdası serpilir (solucan gıdası için 3.2.2 bakınız). Yığının başlangıç yüksekliği 1 m geçmemeli, normalde 50 cm – 100 cm arasında olmalıdır. Tüm işlemler bittikten sonra yığın iyice sulanır ve kış şartları ağır olan bölgelerde yığının üzerine hava geçirgenliği iyi olan ancak yığını sıcak tutacak malzeme ile örtülür. Örtü malzemesi olarak naylon da kullanılabilir ancak naylona belirli

aralıklarla hava girişı için delikler açılmalıdır. Yığının kış aylarında ilaveten sıcak tutulması için biraz kızışma yapıp ısı üretecek kümes hayvanları gübreleri de ilave edilebilir, ancak bu durumda yataklık malzemesi kalınlığı artırılması (20-25 cm olmalı) gerekir ve kullanılan kümes hayvanı gübre oranı eklenen gıdada 1:9 geçmemeli. Yığında nem oranı düştüğünde (bakınız bölüm 3.2.3) ilave sulama yapılmalıdır. Tüm yıl boyunca solucanlar üstteki gıdayı tüketerek yatak malzemesinin altına dışkılarını bırakırlar. Yığındaki gıda ve yataklık malzeme solucanlar tarafından tüketilerek yığının hacmi önemli oranda azalır. Olgun yığının yüksekliği, yığındaki kullanılan gıdanın niteliğine bağılı olarak başlangıç yığının yüksekliğinin en fazla yarısı kadardır (Örnek: 1 m yüksekliğinde başlangıç yığını 12 ay sonra yüksekliği en fazla 50 cm olan yığına indirgenir). Nihayetinde, hasat döneminde yığın en altta % 90-95 oranında solucan dışkısı(vermikest), orta kısmında kısmen sindirilmiş yatak malzemesi ve en üste az miktarda sindirilmemiş solucan gıdası tabakalarından oluşur. İlk yılın sonbahar aylarında yapılan yığınların hasadı, gelecek yılın yaz aylarında gerçekleşir. Eski yığının bitişine yeni yığın yapılarak solucanlar göç ettirilir ve kalan malzeme döner tambur elekten geçirilerek hasat edilir.



**Şekil 2.** ABD de uygulanan açıkta sabit yığın metodu

**İlaveli Yığın Metodu:** İlk tarif edilen yığın metoduna benzer ancak bu metotta solucan besini ve/veya yatak malzemeleri 10 cm kalınlıktaki tabakalar şeklinde belirli zaman aralıkları ile ilave edilir. Yine ilk metotta olduğu gibi önce yatak malzemesi serilir ve bunun üzerine solucanlar konarak solucan gıdası eklenir. Yatak malzemesi eksildikçe, gıda ile birlikte o da ilave edilmelidir. İlk metoda göre dezavantaj ve avantajlara sahiptir. Dezavantajı; yoğun kar alan bölgelerde işletimi zor olması, özellikle yığının üstünde örtü var ise her gıda takviyesinde örtünün açılıp kapatılması çiftçiye ilave iş yükü getirmektedir. İlk metoda göre avantajı ise, çiftçinin veya üreticinin bu metot sayesinde vermikompost üretim ünitesi üzerinde daha fazla kontrole sahip olmasıdır. Her gıda takviyesinde üreticinin yığında olup biten süreçleri

gözlemleyebilir, nem oranını, besleme hızını, pH gibi parametrelere müdahale edebilir. Böylece ilk tarif edilen yığın yöntemine göre daha yüksek verime sahip vermikompost üretim sistemi oluşturulur.



**Şekil 3.** New York şehrinde gönüllü kişilerin hal ve marketlerden topladıkları yaş sebze ve meyve atıklarından yaptıkları ilaveli yığın

**Kuşatmalı Yığın Metodu:** İlaveli yığın metodunun bir çeşidi olarak da görülebilir. At nalı veya U harfi şeklinde ve en fazla 1 m yüksekliğe sahip bir yapının giriş kısmının karşısındaki duvarına bitişik (en dipteki duvar), içerisine yataklıkla birlikte solucan ilave edilir. Daha sonra, solucan besini ve/veya yatak malzemeleri, solucanlar tarafından tüketildikçe tabakalar şeklinde belirli zaman aralıkları ile ilave edilir. Böylece yığın uzunlamasına ilerleyerek yapının açık ucuna erişir. O noktadan sonra, açık ucun önüne tekrar yekpare bir duvar konularak yığın hasat edilir ve işlem tekrar başlangıçta olduğu gibi, ancak tam karşıt yönde adım adım tekrar süreç ilerlemeye devam eder. Böylece süresiz bir döngü ile vermikompost üretimi yapılabilir. Yapının duvarları beton, kereste hatta saman balyalarından inşa edilebilir, ancak duvarlar saman balyasından yapılacak ise unutulmamalıdır ki solucanlar için karbon kaynağı olan saman balyaları üretim süreci içerisinde solucanlar tarafından tüketileceklerdir. Bu nedenle zamanla yeni saman balyaları ilave etmek gerekecektir.



Şekil 4. Dünyadan kuşatmalı yığın metodu muhtelif örnekler

#### 4.2. Yatak/kap yöntemi (beds or bins)

**İlaveli Yatak/Kap Metodu:** İlaveli yığın metodunda olduğu gibi yatak malzemesi ve solucan gıdası solucanlar tarafından tüketildikçe sisteme azar azar dahil edilir. Ancak bu metod, ilaveli yatak metodundan farklı olarak, vermikompost üretim yığını sert zemin üzerinde, 4 duvar ile yalıtılmış(kutuya veya kaba benzer) ve kapalı binanın iç mekanında bulunmaktadır (örnek: sera veya ahır). Vermikompostun hasadı, yine solucanların yatay olarak bitişikte bulunan yeni yatak malzemesi ve gıda karışımına göçü gerçekleştikten sonra yapılır. Kabın (yatağın) duvarları harç kullanılarak cüruf briketlerinden, ahşaptan ve saman balyalarından yapılabilir. Bu sistemin avantajı yığın yöntemine göre daha korunaklı ve kontrollü şartlarda üretim yapılabilmesine imkan tanınmasıdır. Dezavantajı ise bina yapımı için harcanan ilave masraflardır.

#### İstifli (raflı) yatak/kap yöntemi

Genel olarak yatak/kap yönteminin en büyük dezavantajlarından biri sınırlı yüzey alanına sahip binalar içerisinde uygulanmasıdır. Bu yığın yöntemi için de geçerlidir ancak açık alandaki arazi, kapalı alan arazisi kadar pahalı değildir. Bu nedenle kapalı binalar içerisinde vermikompost üretimini daha etkin ve ucuz kılabilmek için istifli (raflı) yatak/kap yöntemi geliştirilmiştir. Diğer yöntemlerde yatay olarak kullanılan açık veya kapalı arazi, bu yöntemde sürece dikey boyut da katılarak daha etkin vermikompost üretimi gerçekleştirilmekte. Vermikompost üretimi yükseltilmiş ve istiflenmiş büyük hacimli yataklarda veya kaplarda gerçekleştirilmektedir, böylece dar bir alanda daha fazla organik materyal kontrollü şartlar altında daha hızlı işlenmekte, raflar sayesinde arazinin yerden tavana kadar optimal kullanımını getirmektedir. Metodun dezavantajı ise yatak metoduna kıyasla daha maliyetli olmasıdır (bina, yataklar/kaplar, kaldırma makinası). Ayrıca, diğer bir dezavantaj olgun vermikompostun hasat aşamasında ortaya çıkmaktadır, nitekim nemli ve ağır vermikompostu kaldırmak için kaldırıcı makine (forklift) kullanılmazsa el işçiliği ile iş yükü artmaktadır. Diğer bir zorluk da

solucanların son üründen ayrılması için tekrar döner tambur eleği ihtiyacıdır (ilave maliyet ve işçilik). Bu yöntem de, yatak ve besleme ortamının üretim başlangıcında bir kez oluşturulup bir daha da müdahale edilmediği (batch) ya da besin ve/veya yatak malzemelerinin sürekli ilave edildiği (continuous-flow) şekilde uygulanabilir.



**Şekil 5.** TR83 Bölgesinde istifli kap yöntemini uygulayan bir işletme

#### **4.3. Akışkan Besleme Ve Hasat Reaktör Yöntemi (Flow-Through Reactors)**

İlk defa 1980 yıllarında İngiltere’de Dr. Clive Edwards ve arkadaşları tarafından ortaya konulan ve daha sonra Kuzey Amerika’da birçok ticari işletme tarafından geliştirilen bir metottur. Vermikompost üretim teknolojisinin ulaştığı en son noktadır ve tüm metotlar arasında en etkin ve verimli olanıdır. Vermikompost/vermikültür teknolojisinin geleceğini temsil eder. Ancak, ilgili girişimciler bu sisteme geçmeden önce, daha önce bu rehberde anlatılan ve maliyeti düşük, uygulaması basit olan yöntemlerle başlayıp, tecrübe kazandıktan sonra bu metoda geçmeleri tavsiye edilir.

Akışkan besleme ve hasat yönteminin basitçe tanımı şöyledir: Solucanlar yükseltilmiş ve genişliği 3 m geçmeyen dörtgen konteynerlerde yaşarlar. Solucan gıdası konteynerin üstüne eklenip, ürün (vermikest) konteynerin altında bulunan ızgaradan alttaki toplama kabına dökülerek, mafsalı lokma kol yardımıyla alınır. Yöntemin uygulanması boyunca atık organik madde konteynerin yüzeyine ilave edilip, solucanların sindirim sistemlerinden geçerek konteynerin altına vermikest (solucan dışkısı) olarak bırakıldığı için metodun adına da “akışkan besleme” terimi eklenmiştir. Üretim sürecinde m<sup>2</sup> de 2000 adet solucanla başlanarak, sistemin en verimli çalıştığı zamanda bu sayı m<sup>2</sup> de 25000 ile 50000 adet solucana ulaşır. Yatak içinde solucanlar hiç rahatsız edilmeden, üretim süreci kesintiye uğramadan en az 2 yıl devam eder.

Sistem optimal olarak çalıştırıldığı zaman 1 m<sup>2</sup> yüzeyden yılda 5-8 ton solucan gübresi almak mümkündür. Akışkan besleme ve hasat yöntemini sıcaklığı optimum değere ayarlanmış tamamen kapalı alanlarda gerçekleştirilmektedir.



**Şekil 6.** TR83 Bölgesinde akışkan besleme ve hasat reaktör yöntemini uygulayan bir işletme

#### **4.4. Doğrudan Toprakta Solucan Kültürü**

Yeni ortaya konulan bir yöntemdir. Basit yığın yöntemine benzer. Sonbahar mevsiminde meyve ağaçların etrafına, sebze tarlalarında ise karıklar boyunca önce hendekler kazılır. 50 cm derinliğe sahip hendeklere yatak ve solucan gıdası olan atık organik malzeme konulur ve bunları üzerine solucanlar ilave edilir. Üzerleri kuru yaprak veya saman karışımı toprak ile örtülür. Sonbahar, kış ve ilkbahar boyunca “çalışan” solucanlar organik maddece zengin bir damar meydana getirirler. İlbaharda hendeklerin üzerinde karıklar açılarak yeni sebze fideleri ekilir. Bu metot sayesinde, meyve ağaçları etrafına açılan vermikompost hendeklerindeki solucan dışkılarından kaynaklanan bitki besin maddeleri, yağmur suyu ile aşağıya hareket ederek ağaç köklerine ulaşır ve ağaçları besler. Aynı yöntemle mera ıslahı da yapılabilir.

#### **4.5. Küçük Kutularda Solucan Kültürü**

Evsel atıkların değerlendirilmesinde en pratik yöntemdir. 50x35x20 cm boyutlarında köpük (strafor) kutular kullanılır. Kutunun kapağında, solucanlara yeterli miktarda oksijen sağlanması amacıyla bolca delik açılır. Kutunun en altına 2-3 cm kalınlığında, yatak malzemesi olarak ön kompostlama işleminden geçmiş ve biraz bahçe toprağı ile karıştırılmış ağaç yaprağı, kuru ot, kıyılmış karton-kağıt, talaş üzerine yaklaşık 200 adet erişkin solucan konulur. Daha sonra yine karbonca zengin materyalle (sönmüş ahır gübresi) dengelenmiş evsel organik atıklar (meyve-sebze kabukları, yumurta kabukları, kahve/çay posaları) solucan gıdası olarak eklenir. Nem oranını %80 de tutmak için gerektiğinde sulama yapılır. Kapalı ortam olduğu için mikroklima ayarı kolay olur, çünkü solucan kutusu, kış aylarında ısıtmalı bina içerisinde kolayca muhafaza edilebilir. Yaz aylarında ise kapak açılarak gölgede vermikompostlama süreci devam eder. Solucanların gıdası bittikçe, 2-3 cm tabakalar halinde yenisi eklenir. Yaklaşık 3 ay sonra hasat gerçekleştirilir. Hasattan 15 gün önce taze gıda takviyesi kesilerek, taze gıda ve yataklık malzemesi içeren sebze kasası olgun vermikompostun üzerine bırakılır. Erişkin solucanlar kasa deliklerinden kolayca üstteki taze materyale göç eder, ancak bu noktada yeni doğacak yavrulara göç için bir süre tanınmalıdır. Olgun kompostun içinde bulunan kokonlardan yeni doğan solucanlar da taze gıdaya geçmesi için 1 ay beklenir (Yavru solucanların yumurtadan çıkması ortalama 21-23 gün sürmekte).

Küçük kutularda solucan kültürü Yeşilirmak Havzası Kalkınma Birliği'nde deneysel olarak uygulanan bir metottur. Bu metot ile ilgili uygulama basamaklarına görsel olarak aşağıda yer verilmiştir;

### 1. Yatak malzemesinin ve solucan gıdasının hazırlanması.

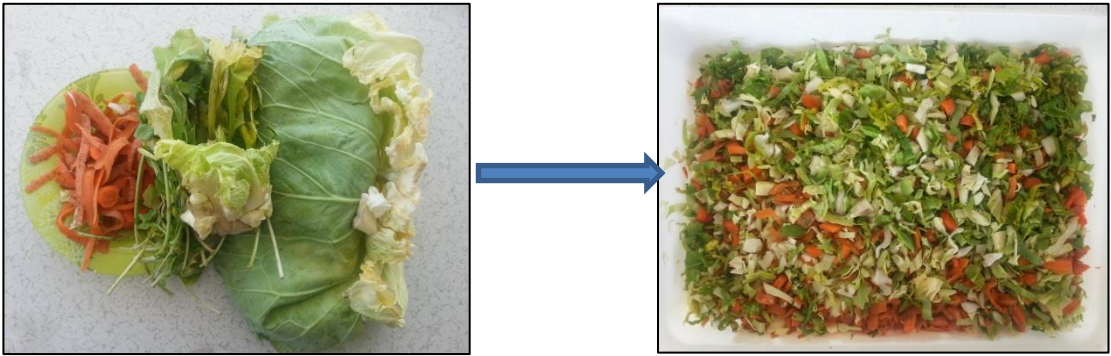
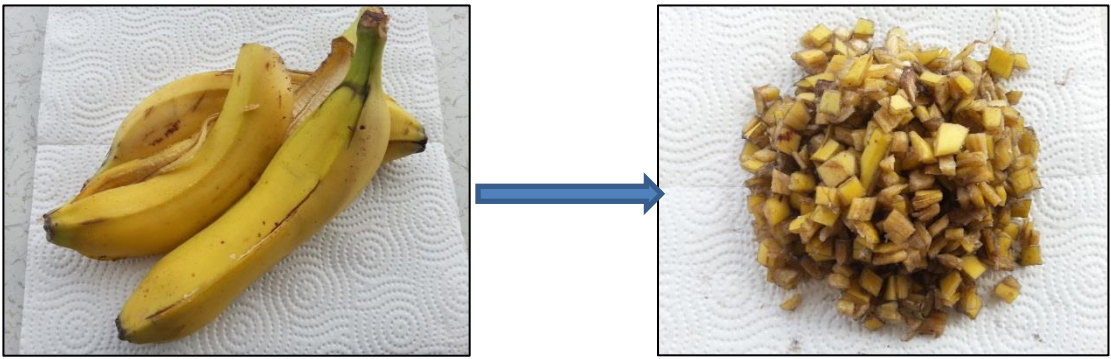
- Yatak malzemesi olarak narin ve kolay ayrışılabilir oldukları için kuru Akasya yaprakları kullanılabilir. Toplanan yapraklar ufalanıp, toprak mikroorganizmalarını bulaştırmak için biraz toprakla karıştırılıp, su ile ıslatılarak 3 ay boyunca naylon poşet içerisinde ön kompostlama sürecine tabi tutulurlar:



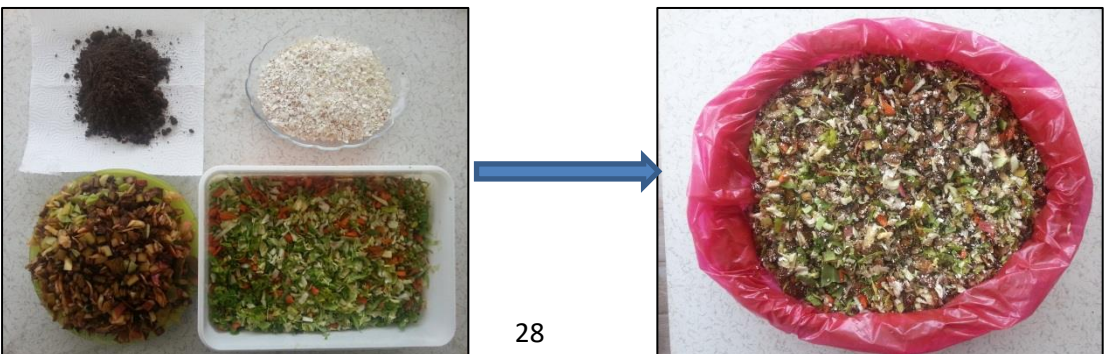
- Mutfak artıklarından yumurta kabukları önce fırınlanır, daha sonra küçük parçacıklar şeklinde ufalanır



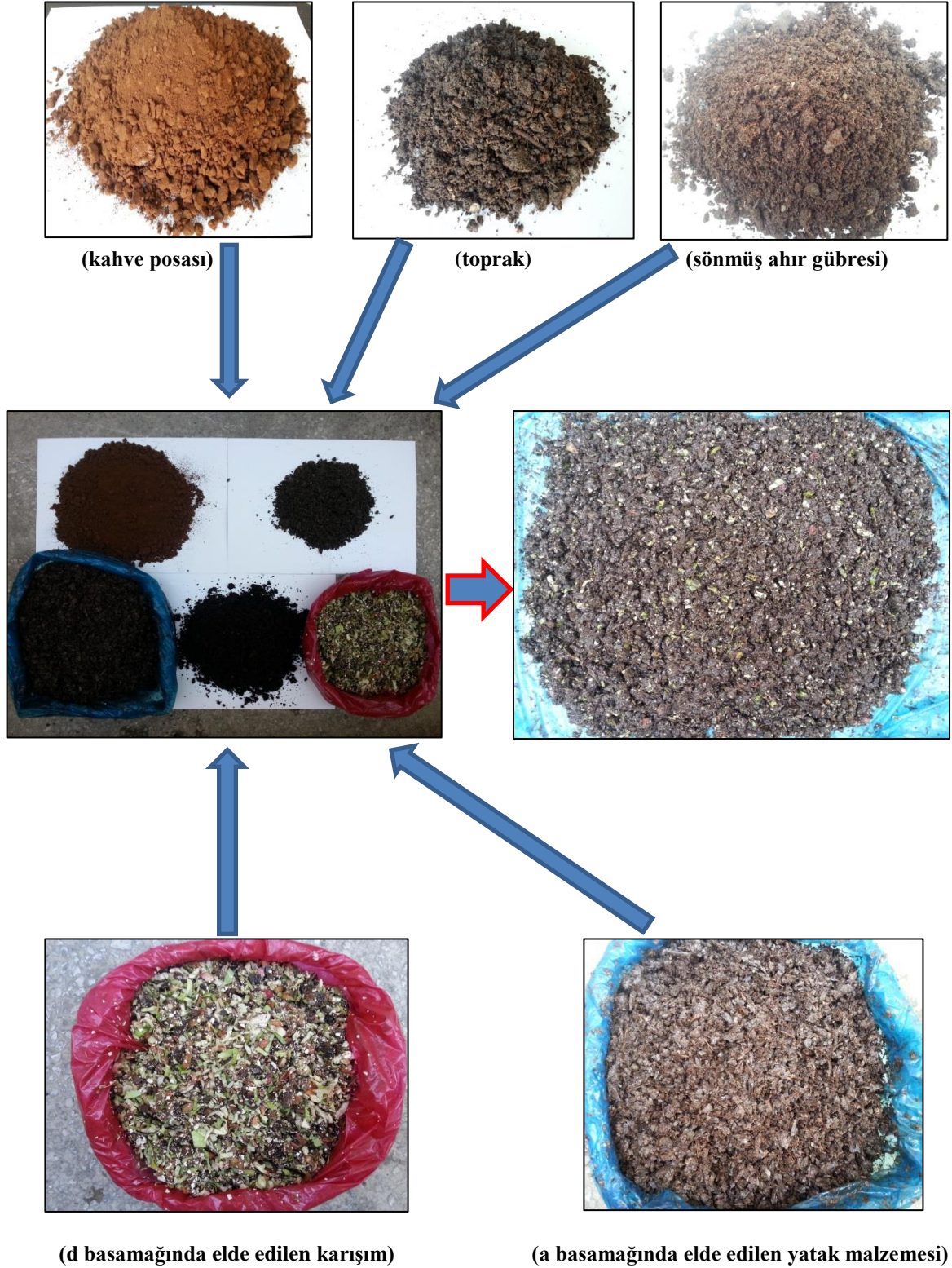
c) Meyve ve sebze mutfak artıkları da solucanlar tarafından daha hızlı bir şekilde sindirilebilmesi için önce küçük küçük kıyılır (rondodan geçirilmez!):



d) b ve c basamaklarında elde ettiğimiz malzemeler biraz toprak ile karıştırılarak (toprak mikroorganizmalarını bulaştırmak için) en az 1 aylık ön kompostlama işleminden geçirilir:



- e) d basamağında elde ettiğimiz karışımı, sönmüş ahır gübresini, a basamağında elde ettiğimiz yatak malzemesini, kahve posasını (burada çay posası da olabilir) bir miktar toprakla karıştırdıktan sonra kasalara aktarıyoruz:



**2. Olgun vermikompost üzerine taze gıdayı kasa içerisinde sunularak solucanların bu taze gıdaya göç ettirilmesi.**

Taze solucan gıdası ile dolu kasalar yaklaşık 1 ay boyunca olgun vermikompost üzerinde durmalıdırlar. Olgun kompostun içinde bulunan kokonlardan yeni doğan solucanlar da taze gıdaya geçmesi için 1 ay beklenir (Yavru solucanların yumurtadan çıkması ortalama 21-23 gün sürmekte). Bu süre bir aydan kısa olduğu durumlarda, kokonlardan yeni çıkan yavru solucanların bir kısmını eski kompost içerisinde kalacakları için onları kaybedebiliriz. Bu vermikompost üretim sürecinde istenmeyen bir durumdur ve önlenmelidir.



(olgun vermikompost)

(taze gıda ile dolu göç kasaları)

**3. Yeni köpük (strafor) kutuların kapaklarına hava delikleri açılarak, 1 a) basamağında elde ettiğimiz yatak malzemesinin ve 2 sayılı basamakta (bir önceki basamak) kasa içerisinde taze gıdaya göç ettirilmiş solucanların ortamı ile birlikte yeni kutulara yerleştirilmeleri.**

Burada dikkat edilmesi gereken nokta, kutunun zeminine önce 3-4 cm kalınlığında ve nemli yatak malzemesinin önce homojen bir şekilde serilmesidir. Daha sonra solucanların ortamları ile birlikte ilave edilmesi ve nihayetinde 4-5 cm kalınlığında taze solucan gıdasının tabaka halinde serilerek yüzeyin hafifçe sulanmasıdır.



(yeni kutuya ilave edilen yatak malzemesi)

(üzerine ilave edilen taze gıda ve solucanlar)

#### 4. Vermikompost üretim sürecinin gerçekleştirilmesi.

Yaklaşık 3 boyunca, nem kaybını önlemek için gerektiği zaman dinlenmiş musluk suyu ilave edilerek, 150-200 adet solucan atık organik maddeyi işleyerek değerli verikomposta dönüştürürler. Bu süreden sonra işlem basamakları tekrarlanır. Ancak solucanların sayısı 3 ayda iki katına çıktığı için bir kutunun içerisindeki solucanlar aynı boyutta iki yeni kutuya eşit şekilde bölünerek verikompost üretim sürecine devam edilir.



(yeni üretim süreci kutuları)



(olgun verikompost)

#### Önemli Notlar:

- Solucan gıdasının hazırlanmasında; 1) sönmüş ahır gübresi 2) sebze meyve artıkları ve kahve (çay) posası karışımı ve 3) ön kompostlama işleminden geçmiş yapraklar hacimce 1/3 oranında birbiri ile karıştırılmıştır.
- Yukarıda tarif edilen küçük kutularda verikompost üretim sürecinde, yatak malzemesi iki kez ilave edildiği görülmektedir. İlki solucan gıdasına hacimce 1/3 oranında karıştırılmıştır, ikinci olarak da kutunun zeminine biraz toprakla karıştırılarak ilave edilmiştir.

#### 5. SONSÖZ

Potansiyel olarak küresel ısınmadan en çok etkilenecek ülkelerden biri ülkemiz Türkiye'dir. Bu bağlamda birçok alanda olduğu gibi, su kaynaklarımızda bundan olumsuz etkilenecektir. Halihazırda su stresi yaşayan bir ülke olan Türkiye, yakın gelecekte su fakiri ülke konumuna girebilir. Tatlı su kaynaklarımızın %74 tarımda kullanıldığına göre<sup>(15)</sup> milli su kaynaklarımızın korunması için ilk başta tarımsal üretimimizi ele almalıyız. Tarımsal üretimimizde yaygın olarak kullanılacak verikompost, yüksek su tutma kapasitesi nedeniyle tarımda kullanılan su tüketimini önemli oranda azaltabilir, verikompost üretiminde kullanılan atık organik maddeler değerlendirilerek atık organik madde israfı önlenebilir, çevresel

kirliliğinin önüne geçilebilir ve sürdürülebilir ekonomik büyümeye katkı sağlayarak gelecek nesillere daha yaşanabilir bir Dünya bırakılabilir.

## 6. EKLER

### 6.1. Şekil Listesi

Şekil No.	Başlık	Sayfa
1	Kompost yığını yapımı (kaynak: Organik Tarımda Toprak Hazırlığı-Bahçecilik Modülü, Milli Eğitim Bakanlığı)	8
2	ABD de uygulanan açıkta sabit yığın (kaynak: Greenville İdari Bölge Toprak ve Su Koruma Birimi, ABD, <a href="http://www.greenvillesoilandwater.com/composting/aerated-turned-windrow-composting/">http://www.greenvillesoilandwater.com/composting/aerated-turned-windrow-composting/</a> )	20
3	New York şehrinde gönüllü kişilerin hal ve marketlerden topladıkları yaş sebze ve meyve atıklarından yaptıkları ilaveli yığın (Kaynak: “The evolution of New York City’s Big Compost” ( <a href="https://www.biocycle.net/2014/03/28/the-evolution-of-new-york-citys-bigcompost/">https://www.biocycle.net/2014/03/28/the-evolution-of-new-york-citys-bigcompost/</a> ))	20
4	Dünyadan kuşatmalı yığın metodu muhtelif örnekler (kaynak: <a href="http://www.avermifarm.com/wedge-experiment/">http://www.avermifarm.com/wedge-experiment/</a> ; <a href="https://guelphorganicconf.ca/composting-and-vermicomposting-for-farmers/">https://guelphorganicconf.ca/composting-and-vermicomposting-for-farmers/</a> )	21
5	TR83 Bölgesinde istifli kap yöntemini uygulayan bir işletme (kaynak: Yeşilirmak Havzası Kalkınma Birliği)	22
6	TR83 Bölgesinde akışkan besleme ve hasat reaktör yöntemini uygulayan bir işletme (kaynak: Yeşilirmak Havzası Kalkınma Birliği)	23

### 6.2. Tablo Listesi

Tablo No.	Başlık	Sayfa
1	Kompostlama ve vermicompostlama karşılaştırma tablosu (kaynak: Jorge Dominguez ve Clive A. Edwards, 2011)	10
2	Farklı Solucan Tipleri (kaynak: Glenn Munroe, “Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture” ve Hüriye Kara, TEMA Vakfı Ulusal Vermikültür Çalıştayı)	13
3	Yaygın olarak kullanılan solucan gıdaları (kaynak: Glenn Munroe, “Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture”)	16

## 7. KAYNAKÇA

1. Muammer Gürçay, Hülya Eken, Türk Tarım Dergisi sayı 238, Haziran 2017
2. Hüriye Kara, TEMA Vakfı Ulusal Vermikültür Çalıştayı, 16 Nisan 2013, Ankara
3. Yurdagül Şimşek-Erşahin, GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2007, 24(2)



4. Rajiv K. Sinha, Sunita Agarwal, Krunal Chauhan, Vinod Chandran, Brijal Kiranbhai Soni, “Vermiculture Technology: Reviving the Dreams of Sir Charles Darwin for Scientific Use of Earthworms in Sustainable Development Programms”, Journal of Technology and Investment, 2010, 1, 155-172, doi: 10.4236/ti.2010.13019
5. Jorge Dominguez, Clive A. Edwards, “Relationships between Composting and Vermicomposting”, 2011 by Taylor & Francis Group, LLC
6. Kayseri “Vermikompost Çalıştayı” Sonuç Bildirgesi, 09-11 Aralık 2015
7. Güzin Şahin, TEMA Vakfı Ulusal Vermikültür Çalıştayı, 16 Nisan 2013, Ankara
8. Organik Tarımda Toprak Hazırlığı-Bahçecilik Modülü, Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara 2014
9. Glenn Munroe, “Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture”, Organic Agriculture Centre of Canada
10. Dr. Cezmi Saday, TEMA Vakfı Ulusal Vermikültür Çalıştayı, 16 Nisan 2013, Ankara
11. Korkmaz Bellitürk, Josef H. Görres, Cüneyt Bağdatlı, Selçuk Göçmez, Sevim Turan, Merve Eker, Sevinç Aslan, “Zeytin Budama Atıklarının Vermikompost Olarak Değerlendirilmesi: Mikro Elementler”, Akademik Tarım Vizyon Dergisi, Sayı 1, Ekim 2015
12. Yurdagül Şimşek-Erşahin, TEMA Vakfı Ulusal Vermikültür Çalıştayı, 16 Nisan 2013, Ankara
13. Yrd. Doç. Dr. Selçuk Göçmez, TEMA Vakfı Ulusal Vermikültür Çalıştayı, 16 Nisan 2013, Ankara
14. Doç. Dr. Rıdvan Kızılkaya ve arkadaşları, TEMA Vakfı Ulusal Vermikültür Çalıştayı, 16 Nisan 2013, Ankara
15. WWF-Türkiye, [http://www.wwf.org.tr/ne\\_yapiyoruz/ayak\\_izinini\\_azaltilmasi/su](http://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/ayak_izinini_azaltilmasi/su)