

Article Arrival Date

10.04.2020

Article Type

Research Article

Article Published Date

12.06.2020

Doi Number: <http://dx.doi.org/10.38063/ejons.200>

EVSEL ORGANİK ATIKLAR VE ALTERNATİF YÖNETİMLERİ

Aysel KEKİLLİOĞLU

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fak. Biyoloji Bölümü, Nevşehir, 50240, Türkiye, e mail: kekillioğlu@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-5841-9408

Fatma SOYSALDI

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bil. Enst. Biyoloji A.B.D., Nevşehir, 50240, Türkiye, e mail: fatma8280@hotmail.com

ÖZET

Günümüzde sürekli nüfus artışı, tüketimin artması ve endüstrileşmenin hız kazanması çevresel birtakım sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu sorunlardan bir tanesi de atıkların düzgün yönetilmemesidir. Atıkların doğru bir şekilde bertaraf edilmemesi çevreye zarar verebilmektedir. Atık yönetiminin sadece kurumsal olarak değil bireysel olarak da doğru uygulanması gerekmektedir. Evsel atıkların yaklaşık % 60'ını organik atıklar oluşturmaktadır. Bu çalışmada bireysel olarak evsel organik atıkların değerlendirilmesine alternatif bir yöntem olarak vermikompost (solucan gübresi) üretim süreci ve teknikleri incelenmektedir. Vermikompost üretimi, toprak solucanlarının kullanılarak organik atık yönetimi için etkili ve hızlı bir yöntem olup, aynı zamanda besin maddeleri gibi değerli kaynakları geri dönüştürebilmektedir. Burada mevcut verilerimiz doğrultusunda sonuç olarak; bitki gelişimini destekleyen, tamamen geri dönüşüm ürünü, çevre dostu organik gübre elde edilebilmektedir Bu bağlamda; çalışma içeriğinde, özellikle bireysel-evsel uygulama süreci olarak, organik atık yönetiminde etkili bir yöntem olan vermikompost üretim teknikleri, önemi, sağladığı avantajlar değerlendirilmektedir. Ayrıca, evsel atıkların kaynağında azaltılmasına katkı vurgusu ile birlikte, uygulanabilir alternatif atık yönetim sisteminin ögesi olarak, vermikompostun; ekonomi ve çevre üzerindeki olumlu etkileri de analiz edilerek, öncelikle yaygınlaştırılmasının gerekliliği önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Vermikompost, Evsel Atık, Yönetim, Çevre, Ekonomi*

DOMESTIC ORGANIC WASTES AND ALTERNATIVE MANAGERMENTS

ABSTRACT

Nowadays, continuous population growth, consumption and industrialization accelerating, bring some environmental problems. One of these problems is the improper management of waste. Improper disposal of wastes can cause to damage to environment. Waste management need to be implemented correctly, not only institutionally but also individually. Domestic wastes are organic wastes at the rate

of nearly % 60 of all the wastes. In this study, vermicompost (worm casts) production processes and techniques are examined as an alternative method for the evaluation of domestic organic wastes individually. Vermicompost production is an effective and rapid method for the management of organic waste using soil worms and can also recycle valuable resources such as nutrients. Here, as a result of our existing data; fully recycling product that supports plant development, organic fertilizer can be obtained which is friendly for environment. In this study, vermicompost production techniques, which are an effective method in organic waste management, its importance and advantages are evaluated. In addition, vermicompost as a component of the applicable alternative waste management system, with the emphasis on contributing to the reduction of domestic waste at source; The positive impacts on the economy and the environment are analyzed and firstly, it is suggested that it should be disseminated.

Keywords: *Vermicompost, Domestic Waste, Management, Environment, Economy*

1. GİRİŞ

Günümüzde nüfus oranındaki hızlı artış, tüketimdeki yükseliş ve beklentiler, yüksek endüstrileşme çevresel birtakım sorunları da meydana getirmektedir. Bu sorunlardan bir tanesi de atıkların doğru yönetilememesinden kaynaklanmaktadır. İnsanların sosyal ve ekonomik faaliyetleri sonucunda atıl hale gelen, kullanım ömrünü tamamlamış, yaşam alanımızdan uzaklaştırılması gereken maddelere genel olarak atık denilmektedir. Atıklar; tüketim, üretim ve endüstriyel birtakım faaliyetler sonucu çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. Buna göre atıklar genel olarak; katı atıklar, sıvı ve gaz atıklar, ambalaj atıkları olarak adlandırılabilir. Katı atıklar; üretim sonucu, insan ve çevre sağlığı bakımından bulunan ortamdan uzaklaştırılarak doğru bir düzende bertaraf edilmesi gereken katı maddeleri belirtmektedir [1]. Atıkların doğru bir şekilde bertaraf edilmemesi çevreye zarar verebilmektedir. Çevre kirliliğine ve kaynakların tükenmesine katkıda bulunan atıklar, küresel atık sisteminin kayda değer bir verimsizliğini göstermektedir. Sürdürülebilir temiz ve yeşil bir çevreyi korumak için atık yönetimi uygulamaları gerekmektedir [2].

Tüm dünyada sürdürülebilir kalkınma stratejileri bağlamında; atıkların çevre ve insan sağlığı açısından bir tehdit olmaktan çıkıp, ekonomik bir kazanca dönüştürülmesini amaçlayan atık yönetim ilkeleri benimsenmektedir. Entegre katı atık yönetimi, kaynakta atık azaltma, yeniden kullanım, geri dönüşüm ve geri kazanım uygulamaları ile başlayıp, oluşan atığın toplanması ve nihai bertarafı ile sonlandırılan bir süreci kapsamaktadır. Etkili bir atık yönetimi, ancak tüm yöntemlerin komplike bir şekilde kullanılmasıyla mümkündür. Entegre Atık Yönetimi

Hiyerarşisine göre, atığın kaynağında önlenmesi ve azaltılması öncelikli yapılması gerekmektedir. Atık üretimine engel olunamayacağı durumlarda, atıkların tekrar kullanımı ve geri dönüşümü gerçekleştirilmektedir. Geri dönüşümü olmayan atık türleri için de düzenli depolama yöntemi uygulanmaktadır[3].

Çalışmamızda, atık ve çeşitleri tanımlanarak, bireysel olarak evsel atıkların değerlendirmesi için alternatif yöntemler ve öneminden bahsedilmektedir. Ayrıca ülkemizde atık yönetimi ile ilgili mevzuatsal gelişmelere değinilmektedir. Özellikle bireysel-evsel uygulama süreci olarak, organik atık yönetiminde etkili bir yöntem olan vermikompost üretim teknikleri, önemi ayrıntılı olarak analiz edilerek sağladığı avantajlar belirtilmektedir.

2. KATI ATIKLAR

Katı atıklar, üretildikleri yere göre sınıflara ayrılarak yedi alt bölümde incelenmektedir. Bunlar; evsel katı atıklar, endüstriyel atıklar, tehlikeli atıklar, özel atıklar, tıbbi atıklar, tarımsal ve bahçe atıkları, inşaat artığı ve moloz atıkları olarak belirtilmektedir.

a) Evsel Katı Atıklar: Belediye tarafından toplanıp taşınan, evsel atık depolama alanlarında bertaraf edilebilen, ayırma yolu ile geri dönüştürülebilinen, kompost yapımında kullanılabilinen veya yakılabilen evsel ve sanayi kökenli atıklardır. Mutfak atıkları, ambalaj atıkları, ofis çöpleri gibi atıklardır [4].

b) Tehlikeli Atıklar: Tehlikeli atıklar, Atık Yönetimi Genel Esasları Yönetmeliği'nde; tehlikelilik özelliğine göre 15 gruba ayrılmıştır: Patlayıcı, oksitleyici, yüksek oranda tutuşabilenler, tahriş edici, zararlı, toksik, kanserojen, korozif, enfeksiyon yapıcı, üreme yetisini azaltıcı, mutajenik, havayla, suyla veya bir asitle temas etmesi sonucu zehirli veya çok zehirli gazları serbest bırakan madde veya preparatlardır. Burada belirtilen karakterlerden herhangi birine sahip olan atıkların bertarafı sırasında ortaya çıkan madde ve preparatlar, ekotoksik atıklardır [5].

c) Endüstriyel Atıklar: Endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan atıklardır. Endüstriyel uygulamalar sırasında ve/veya endüstriyel üretim sonucunda ortaya çıkan atıkları kapsamaktadır [4].

d) Tarımsal ve Bahçe Atıkları: Bitkisel ve hayvansal üretim sonucunda ortaya çıkan atık ve artıklardır. Üretilen katı atıkların oranları ve içeriği topluluk ya da toplumların sosyoekonomik özellikleri, beslenme alışkanlıkları, gelenekler, coğrafya, meslekler ve iklim gibi değişik şartlara göre değişebilmektedir [6].

e) **Özel Atıklar:** Uzaklaştırılması önem arz eden, özellikle çevre ve insan sağlığı açısından tehlike oluşturabilecek atıklardır. Radyoaktif atıklar, tehlikeli ve zararlı endüstriyel atıklar, evsel atıklar içerisindeki boya, inceltici, temizlik maddeleri, piller vb. lastik tekerlekler, atık su çamurları, inşaat ve yıkıntı atıkları ile hastane atıkları bu grupta yer almaktadır [6].

f) **Tıbbi Atıklar:** 22.07.2005 tarih ve 27555 sayılı Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne göre “Ünitelerden kaynaklanan, enfeksiyon, patolojik ve kesici-delici atıkları” ifade edilmektedir [7].

g) **İnşaat Artığı ve Moloz Atıklar:** Herhangi bir inşaatın yapımı sırasında ortaya çıkan atıklardır [4].

3. EVSEL ATIKLAR

Katı atıkların miktar ve içerikleri bölgesel ve mevsimsel olarak değişim göstermekle beraber her ülkenin ürettiği katı atık miktarı ve niteliği de birbirinden farklı özellikler gösterebilmektedir. Bunun sebebi ülkelerin sosyo-ekonomik durumlarının ve tüketim alışkanlıklarının da birbirinden farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte katı atıkların entegre bir sistemle doğru bir yöntemle yönetilebilmesi için mevcut atık karakterizasyonunun doğru bir şekilde analiz edilip değerlendirilmesi gerekmektedir [8].

145

Evsel atıkların miktar ve kompozisyonu, bulunulan bölgenin sosyo-ekonomik potansiyeline, tüketim alışkanlıklarına ve daha fazla etkene bağlı olarak değişim göstermektedir. Evsel atıkların yaklaşık % 60'ını organik atıklar oluşturmaktadır. Organik atıklar kullanılarak kompost ve vermikompost üretilmektedir. Bu şekilde hem faydalı bir ürün üretilmekte hem de atık toplama alanlarında yoğun miktarda oluşan sera gazı üretiminin azalmasına katkı sağlanmaktadır [9].

4. KOMPOST

Kompost, biyokimyasal olarak ayrışabilir çok çeşitli organik maddelerin organizmalar tarafından işlenerek stabilize edilmiş, mineralize olmuş ürünlere denilmektedir. **Kompostlaştırma**, mikroorganizmaların, ortamın oksijenini kullanarak atık içerisindeki organik maddeleri biyokimyasal yollarla ayrıştırması olayına denilmektedir. Normal olarak organik tarım için kullanılan kompostlama, organik maddelerin mikroplar ayrışana kadar aylarca bir yerde bekletilerek gerçekleşir. Kompostlama, organik atıklar için en

iyi atık bertaraf yöntemlerinden biridir. Diğer taraftan, yavaş bir işlemdir ve çok fazla yer kaplamaktadır [10].

5. VERMİKOMPOST

Vermikompost, organik atıkların ayrıştırılarak toprak solucanlarının sindirim sistemlerinden geçirilmesi sonucu mikroorganizmaların etkisi ile biyolojik bir bozunma neticesinde elde edilen organik bir gübredir. Tamamen geri dönüşüm ürünüdür. Humus, mineraller ve mikrobiyal aktivite açısından zengindir [11].

5.1. Terminoloji

Vermikültür: Kontrollü koşullarda, organik artıkları uygun kompost solucanı kültürü kullanarak, mikroorganizmaların yardımıyla, gübreye dönüştürme işlemine verilen isimdir. Bu gübre siyah renkli, toprak gibi kokan, humus bakımından zengin bir gübredir.

Vermikest: Solucan dışkısı

Vermikompost sıvısı: Vermikültür aktivitesi sırasında, vermikompost karışımının ıslatılması sonucunda, vermikompost karışımından (solucanların yaşadığı ortam) sızan sıvıdır. Bu sıvı, katı vermikompostun su ile karıştırılarak fermente edilmesi sonucunda da elde edilir [12].

146

5.2. Toprak Solucanları

Toprak solucanları Annelida filumunun (Halkalı solucanlar) Oligochaeta sınıfı içinde yer almaktadır. Toprak solucanları hermafrodit canlılardır. Toprak solucanları her yıl bir çok defa çiftleşir ve yumurtlarlar. Bu yumurtalara kokon denilmektedir. Bir yavru solucanın ergin hale gelmesi ve cinsel olgunluğa erişmesi yaklaşık 1 yılı bulabilmektedir [12].

5.2.1. Solucan türleri

Vermikompost belirli solucan türleri kullanılmaktadır. *Esenia fetida*, *Esenia andrei*, *Dendrobaena veneta* türleri ılıman iklim kuşağındaki türler, *Lumbricus rubellus* and *Perionyx excavatus* sıcak tropik iklim kuşağındaki türler olarak bilinmektedir. Bu türler, organik atık/artıkları bertaraf için yapılan vermikompost çalışmalarında en iyi sonuçları veren türlerdir. Vermikompost uygulamalarında genellikle *Eisenia spp.* tercih edilmektedir. *Eisenia spp.*'nin en çok tercih edilen tür olmasındaki nedenler:

- Bu tür, diğer türlerden daha hızlı besin tüketerek, daha yüksek üreme ve populasyon artış oranlarına sahiptir.
- Yeterli besin içeriğine sahip ortamlarda yaşama, mevcut besini tüketme ve çoğalma kapasitesi daha yüksektir.
- Çok farklı iklim ve çevre koşullarına uyum sağlayabilir, referans aralığı geniştir.
- Uygun çevre koşulları sağlanır ve yeterli miktarda besin kaynağı mevcut ise populasyon artışı diğer türlere oranla daha hızlı olmaktadır.

Kompost solucan populasyonlarının uygun koşullar sağlandığı takdirde her 60 ile 90 günde iki katına çıkması beklenebilir [13].

5.3. Evsel Atıklardan Vermikompost Üretimi

5.3.1. Gerekli Koşullar ve aşamalar:

a) Yatak:

Vermikompost üretimi için yatak kutusunun boyutları, sahip olunan imkanlara göre farklılık gösterebilmektedir. Plastik, tahta veya farklı bir malzemeden olabilmektedir. Evsel organik atıklar için farklı kompost kutuları kullanılabilir. (Şekil 1.) Yatak, solucanlara nispeten elverişli bir yaşam alanı sağlayan herhangi organik bir malzemeden oluşması gerekmektedir. Öncelikle organik atıkların ayrı bir yerde depo edilip, fermente edilmesi gerekmektedir. Yatak için her türlü organik atıklar kullanılmaktadır fakat hayvansal kaynaklı, yağlı ve asitli atıklar tavsiye edilmemektedir. Yatak hazırlanırken dikkat edilmesi gereken koşullar:

- **Organik Atık:** İnek gübresi, koyun gübresi, at gübresi, meyve sebze artıkları (asit oranı yüksek olanlar hariç narenciye gibi) Soğan, sarımsak vb. yağlı yemek artıkları uygun değildir.
- **Havalandırma:** Hava sirkülasyonu sürekli sağlanmalıdır. Solucanlar derileriyle nefes alırlar. Havalandırması iyi olmayan ortamlarda zarar görebilmektedir.
- **pH :** 6- 9 arasında olmalı. Fazla asitli ortamda zarar görebilmektedirler.
- **Nem:** % 50-80 aralığında olmalıdır.
- **Üre içeriği:** Hiç içermemelidir.

- **Sıcaklık:** 18-25 ° C arasında olmalıdır.
- **Tuz:** % 0,5 ten küçük olmalıdır [14].



Şekil 1. Bireysel Uygulama/ Örnek Çalışma

b) Solucan Yemi: Vermikompostlama işlemi ile farklı şekillerde ortaya çıkan bu organik atıkların bertaraf edilmeleri ve organik gübre değeri kazanmaları sağlanmaktadır. Çok sayıda farklı organik atık vermikompost üretiminde solucan yemi olarak kullanılabilir. Ev ortamında mutfaktan çıkan sebze meyve atıkları, çay, kahve telvesi veya kağıt, saman vb. atıklar solucan yemi olarak kullanılabilir. Asit oranı yüksek organik atıklar, et ve süt kaynaklı atıklar önerilmemektedir [14].

c) Zararlılar:

Köstebekler, kuşlar, kırkayaklar, karıncalar vb. canlılar, solucanların birincil predatörü oldukları için vermikompost üretim sistemi kurulurken dikkat edilmesi gerekmektedir.

d) Hasat:

Vermikompost üretimi sonunda, solucanların vermikomposttan ayrılması 'vermikompost hasadı' olarak adlandırılmaktadır. Üç şekilde yapılmaktadır:

Elle hasat: Kompostun elenerek solucanlardan ayırma işlemidir.

Pasif göç: Vermikompost üretiminde sistemin en üst kısmına yemleme yapılarak solucanların buraya göç etmesi sağlanır. Daha sonra alt kısmından gübre hasadı yapılır.

Mekanik hasat: Sürekli akış sistemi denilen makineler ile yapılmaktadır. Üretim istenilen düzeye geldiğinde makinenin alt kısmında lazer ile kesim yapılarak vermikompost hasadı gerçekleştirilir. Genellikle sanayi düzeyinde üretimlerde kullanılmaktadır [15].

6. ATIK YÖNETİMİ

6.1. Yöntemler

Etkili bir atık yönetimi ancak tüm yöntemlerin komplike bir şekilde hareket etmesiyle mümkün olacaktır. Entegre Atık Yönetimi Hiyerarşisine göre, ilk adım; atığın kaynağında önlenmesi ve azaltılması olacaktır. Atık üretiminin önlenemediği durumlarda tekrar kullanım ve geri dönüşüm aşamaları uygulanmaktadır. Geri dönüşümün de gerçekleştirilemediği atık türleri için de düzenli depolama yöntemi gerçekleştirilmektedir. (Şekil 1.) Atık yönetimi hiyerarşisi; Atık Önleme (Prevention), Atık Azaltım (Reduction), Yeniden kullanım (Reuse), Geri dönüşüm (Recycling), Geri kazanım (Recovery), Enerji Geri Kazanımı (Energy Recovery), Bertaraf (Disposal) şeklinde olmalıdır.

Atık Önleme (Prevention): Üretim sonrası üretilen atığın insan sağlığı ve çevreye olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi için gerekli tüm tedbirlerin alınmasını amaçlamaktadır.

Atık Azaltım (Reduction): Üretim sonucu ortaya çıkan atıkların miktarını kaynağında azaltılmasını ve gereksiz tüketim yapılmamasını amaçlamaktadır.

Yeniden kullanım (Reuse): Üretilen atıkların başka bir ürün oluşturmakta kullanılmasını amaçlamaktadır.

Geri dönüşüm (Recycling): Atıkların fiziksel ve kimyasal işlemlere tabi tutulmadan yeniden üretime geri kazandırılması işlemidir.

Geri kazanım (Recovery): İşletmelerde kullanılan hammaddelerin yerine atıkların fiziksel ve kimyasal işlemlere tabi tutularak yeniden kullanılmasını amaçlamaktadır.

Enerji Geri Kazanımı (Energy Recovery): Anaerobik ortamda (oksijensiz) çürütme ve termal yöntemlerle enerji edilmesidir.

Bertaraf (Disposal): Geri kazanımı veya geri dönüşümü mümkün olmayan atıklar bertaraf edilmektedir. Bertaraf maliyetleri fazla olduğu için düzenli depolama yapılarak maliyetlerin azalması sağlanmaktadır.



Şekil 2.

Etkili bir entegre atık yönetimi için atık karakterizasyonu, performans şartları, güvenilir veriler, yeterli maliyet bilgileri gerekmektedir. Tüm bu bilgilere göre atık yönetimi basamakları belirlenip, gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Entegre atık yönetimi hem çevre hem de insan sağlığı açısından çok kuvvetli bir yöntemdir. Atık yönetimi basamaklarıyla çevresel sürdürülebilirlik de sağlanmaktadır [16].

150

6.1. Mevzuat

Atık, mevzuata 1983 tarihli 2972 tarihli Çevre Kanunu ile mevzuata girmiştir. İlgili kanunda atık “herhangi bir faaliyet sonucunda oluşan, çevreye atılan veya bırakılan her türlü maddeyi” belirtmektedir [17].

2015 yılında yayımlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği’nde ise atık benzer şekilde; “üreticisi veya fiilen elinde bulunduran gerçek veya tüzel kişi tarafından çevreye atılan veya bırakılan ya da atılması zorunlu olan herhangi bir madde veya materyal” olarak tanımlanmıştır [16].

Doğal kaynaklarımızın ve ekosistemlerin korunup geliştirilmesi sağlıklı ve yaşanabilir bir çevre oluşturulmasını sağlamak için; sürdürülebilirlik ilkesi temel alınarak, atık yönetimi hiyerarşisinin doğru bir şekilde uygulanması amacıyla, atıkların kaynağında en aza

indirilmesi, sınıflara ayrılması, toplanması, taşınması, depolanması, geri dönüşümü, bertaraf edilmesi, artırılması, enerjiye dönüştürülmesi gibi konularında politika ve stratejiler belirlenerek 2016-2023 yıllarını kapsayacak şekilde Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı hazırlanmıştır [18].

12 Temmuz 2019 tarihinde Sıfır Atık yönetmeliği yayınlanmış, hammadde ve doğal kaynakların etkin yönetimi ile sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda atık yönetimi süreçlerinde çevre ve insan sağlığının ve tüm kaynakların korunmasını hedefleyen sıfır atık yönetim sisteminin kurulmasına, yaygınlaştırılmasına, geliştirilmesine, izlenmesine, finansmanına, kayıt altına alınarak belgelendirilmesine ilişkin genel ilke ve esaslar belirtilmektedir [19].

7. BİLİMSEL ÇALIŞMALAR

Vermikompost üretimi ile ilgili birçok bilimsel çalışma bulunmaktadır. Çalışmalar bitkisel üretimde verimlilik, atık yönetimi, toprak düzenleyici etkisi, biyopestisit, biyogübre konularını içermektedir.

Manivannan ve ark. , iki farklı toprak tipinde sızık fasulye yetiştirmişlerdir. Sonuçlara göre, kil bünyeli toprağa 500 kg/da vermikompost uygulamasının, kum bünyeli toprağa göre toprağın gözenekliliğini, yarayışlı su miktarını ve katyon değişim kapasitesini daha fazla arttırdığını ve buna bağlı olarak kullanılan toprakta sızık fasulye veriminin de arttığını ifade etmişlerdir [20].

Fusarium spp. ile yapılan bir çalışmada vermikompostun hastalık oluşumu veya hastalığın şiddetini baskılama etkisinin diğer patojenlerde olduğu gibi biyotik orjinli olduğu belirtilmiştir. Bu çalışma da sızık gübresinden üretilen vermikompostun, *Phytophthora nicotiana* üzerindeki baskılama etkisinin fungitoksik değil fungistatik olduğu tespit edilmiştir [21].

Sinha k. ve ark. (2002), *E. Euginae* solucan türü kullanılarak çeşitli organik atıklar kullanılmış vermikompost üretimi yapılmıştır. Solucan etkisinin, doğal biyolojik bozulmayı ve atıkların ayrışmasını (optimum koşullar altında yüzde 60-80) arttırdığı ve böylece kompostlama süresini birkaç hafta önemli ölçüde azalttığı gösterilmiştir. 5-6 hafta içinde, tüm selülozik maddelerin yüzde 95-100'ünde bozulma sağlandığı belirtilmiştir. Sert meyve ve yumurta kabukları için bozulma süresinin uzadığı ifade edilmektedir [22].

Abou El-Magd ve ark. , 2 yıl ard arda yürütmüş oldukları tarla denemesinde kimyasal gübrelili ve kimyasal gübresiz organik gübre uygulamalarının farklı brokoli çeşitlerinde verim ve kalite parametreleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar denemede organik gübre olarak ahır gübresi ve tavuk gübrelerini kullanmışlardır. En yüksek vejetatif gelişme ve verim değerlerinin %100 ahır gübresi uygulamasından elde edildiğini belirtirken, denemelerinde brokoli bitkilerinin organik gübreleme ile daha iyi gelişme gösterdiklerini belirtmişlerdir [23].

Yiu C Chan ve ark. (2010) yaptığı bir çalışmada, Avustralya'nın Brisbane kentinde üç farklı evsel atık işleme yönteminden kaynaklanan sera gazı (GHG) emisyonlarını araştırmıştır. Gaz örnekleri aylık olarak 34 arka bahçeden kompost kutusundan Ocak-Nisan 2009 tarihleri arasında alınmıştır. Merkezi kompostlama ve anaerobik sindirim tesisleri, toprak doldurma ve yakma gibi diğer ana belediye atık yönetimi seçenekleriyle karşılaştırıldığında, ev kompostlaması, sera gazı emisyonlarını hem daha düşük saha emisyonları hem de asgari taşıma ve işleme ihtiyacı nedeniyle azaltma potansiyeline sahip olduğu gözlenmiştir [24].

Thais Lleó ve ark.(2013) , 8 aylık bir süre zarfında vermikompost ve kompost üretim sistemlerini karşılaştırmıştır. Vermikompost sisteminin L başına 50 g biyo atık işleme kapasitesine sahipken, evsel kompost sisteminin L başına 16 g biyo atık işleme kapasitesine sahip olduğunu gözlemlemiştir. Son ürünün kompost kalitesi her iki durumda da benzerlik göstermiş, her bir kompost grubu düşük metal içeriğine ve yüksek bir stabilite derecesine sahip olduğu tespit edilmiştir [25].

Manyuchi M. ve ark. (2013), Toprak solucanları kullanılarak 28-120 gün arasında değişen vermik kompostlama dönemlerinde hayvan, bitki, ilaç, gıda atıkları ve atık su atıkları dahil olmak üzere çeşitli atıklar için Vermikompostlama yapılmıştır. Üretilen vermikompost ve vermikompost sıvısı azot, fosfor ve potasyum (NPK) bakımından zengin olduğu tespit edilmiştir. Bezelye, soya fasulyesi, mısır ve kadife çiçeği üzerine biyo-gübre olarak vermikompost ve vermikompost sıvısı uygulanmıştır. Vermikompostlamanın katı atık yönetimi ve biyo-gübre üretimi için uygun olduğu belirtilmiştir [26].

Çin' de yapılan bir çalışmada, aerobik kompost ve vermikompost kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan karşılaştırılmış, Aerobik komposta kıyasla, Vermikompostun, pH ve lignin ve selüloz içeriğini önemli ölçüde azalttığı ve elektriksel iletkenliği ve toplam N ve mevcut P içeriğini önemli ölçüde arttırdığı gözlenmiştir. Sonuç olarak yeşil atık kompost ürününün kalitesi vermikompostun aerobik komposttan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir [27].

Sosnecka ve ark., organik atıkların biyolojik dönüşüm yöntemi olarak, diğerlerinin yanı sıra atık su çamuru, belediye katı atıklarının ve yeşil atıkların biyolojik olarak parçalanabilen fraksiyonunun bir yöntemi olarak vermikompozisyon yöntemini araştırmışlardır. Vermikompostlama, organik atıkları değerli bir ürüne dönüştürmek için solucanların mikroorganizmalar ile işbirliği yapmak için kullanıldığı biyolojik bir işlemdir. Deneysel ortamda solucanların büyük miktarda organik madde varlığından dolayı vücut ağırlığının arttırmasına neden olurken üremenin önemli ölçüde azaldığı belirtilmektedir. Çalışma sonucunda vermikompostlama yönteminin, katı atıkların işleme yöntemi olarak düşünüleceği ifade edilmektedir [28].

8. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sürdürülebilir bir çevreyi temiz ve yeşil tutmak için doğru atık yönetimi uygulamaları gerekmektedir. Atık yönetimi konusunda ülke olarak daha iyi bir yönetim modelini oluşturabilmek için evsel atıklardan başlayarak daha bilinçli ve sorumlu davranılması gerekmektedir. Bu bağlamda atıkların kaynağında ayrılması en güvenli yöntemlerden birisidir [29].

Evsel atıkların büyük bir yüzdesini organik atıklar oluşturmaktadır. Organik atıklar kompost yapımında kullanılabilir. Kompost üretiminin çok uzun bir sürede gerçekleştiği düşünülecek olursa, organik atıkların değerlendirilmesinde vermikompost üretimi alternatif bir yöntem olarak uygulanabilmektedir [30].

Vermikompostlama, atık geri dönüşüm sürecini geliştirmek ve daha iyi bir ürün üretmek için bazı solucan türlerinin kullanıldığı kompostlamanın basit biyoteknolojik bir prosesidir.

➤ Vermikompost Üretim Avantajları

- Vermikompost; solucanın tükettiği artıklardan ve diğer solucan türlerinin yediği topraktan 10-20 kat daha fazla mikrobiyal aktivite seviyesine sahiptir.
- Vermikompost “çevreci” bir üründür; çevreyi kirletmez, zarar vermez. Tamamı geri dönüşüm ürünüdür.
- Diğer gübreler gibi fazla kullanıldığında bitkileri yakmaz; zarar vermez.
- Vermikompost üretimi kompost üretimine göre daha kısa sürede gerçekleşmektedir.

➤ Vermikompost Kullanım Avantajları

- Vermikompost kullanımı, hastalıklara karşı bitkilere direnç sağlar.
- Vermikompost iyi bir toprak düzenleyicidir.
- Vermikompost bitki büyümesini destekleyen yüksek seviyeli yararlı toprak mikroorganizmaları içerir.
- Vermikompost kokusuzdur.
- Vermikompost yüksek miktarda “humus” içerir. Humus topraktaki bitki besinlerini, suyu havayı ve nemi tutar. Böylece bitkilerin büyümesi sırasında ihtiyaç duyacağı besin, hava ve suyun bitkilerce alınmasını kolaylaştırır [31].

Çevre dostu vermiteknoloji uygulamaları, çok düşük maliyet gerektiren kolay uygulanabilir yöntemlerdir. Bireysel olarak atık yönetiminde doğru uygulanmış ve iyi takip edilmiş bir vermikompost süreci sonunda, biyo-gübre ve biyo-pestisit olarak etkili bir ürün elde edilebilmektedir. Vermikompost üretimi toprak sağlığı ve verimliliğini korurken, hem ekonomik hem de üretken bir şekilde sürdürülebilir organik tarım için alternatif bir sistemdir [32].

Doğru bir atık yönetimi için sürdürülebilir doğal bir çevre için, hızlı, ekonomik, etkili bir yöntem olan vermikompost üretiminin daha çok geliştirilmesi, hem kurumsal hem de bireysel olarak alternatif bir yöntem olması bakımından, yaygınlaştırılması, toplumda farkındalık oluşturulması ve bu konuda daha fazla bilimsel çalışma yapılması gerekmektedir.

154

KAYNAKÇA:

1. Read, A. D. (1999). A Weekly Doorstep Recycling Collection, I had no Idea We Could Overcoming the Local Barriers to Participation. Resources, Conservation and Recycling, 26, 217 -249
2. Singh R.P., Singh P., Araujo A.S.F., Ibrahim M.H., Sulaiman O., 2010, “Management of urban solid waste: Vermicomposting a sustainable option”, RECYCL-2384; No. of Pages11
3. Anonim (2019), http://www.cka.org.tr/dosyalar/evsel_atik_raporu.pdf

4. Sayar, Ş. (2012). Sakarya İli Entegre Atık Yönetimi ve Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşümü. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Sakarya.
5. Atık Yönetimi Genel Esasları Yönetmeliği, RG.05.07.2008 tarih ve 26927 Sayı.
6. Palabıyık, H., Altunbaş, D. (2004). "Kentsel Katı Atıklar ve Yönetimi", Çevre Sorunlarına Çağdaş Yaklaşımlar: Ekolojik, Ekonomik, Politikve Yönetimsel Perspektifler, 103-124. Beta, İstanbul.
7. Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, RG.22.07.2005 tarih ve 27555 Sayı.
8. Topkaya, B. (2015) Katı Atık Yönetimi, Ders Notu, Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Antalya, 64s.
9. Anonim (2019), <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/waste-statistics-and-overall-recycling>
10. Epstein E (2011). Processed Meats, Second Edition. Industrial Composting. CRC Pellet Sound ParkWay NW 300, 278 p, USA.
11. Amossé, J., Bettarel, Y., Bouvier, C., Bouvier, T. Duc, T.T., Thu, T.D., Jouquet, P., (2013). The flows of nitrogen, bacteria and viruses from the soil to water compartments are influenced by earthworm activity and organic fertilization (compost vs. vermicompost). In Soil Biology & Biochemistry, vol. 66, pp. 197–203.
12. Edwards, C.A., Burrows, I., 1988. The potential of earthworm composts as plant growth media. In: Earthworms in Waste and Environmental Management. Edwards, C.A., Neuhauser, E. (Eds.), SPB Academic Press, The Hague, The Netherlands, pp. 21-32.
13. Dickerson, G.W. 2004. Vermicomposting. Cooperative Extension Service. College of Agriculture and Home Economics. New Mexico State University. Available at http://www.cahe.nmsu.edu/Pubs/h/h_164.pdf
14. Edwards, C.A. 1995. Commercial and environmental potential of vermicomposting: A historical overview. BioCycle, June, 62-63.

15. Edwards, C.A. and Arancon, N.Q. 2004. Interactions among organic matter earthworms and microorganisms in promoting plant growth. In Functions and Management of Organic Matter in Agro ecosystems. C.A. Edwards (Editor in Chief), F. Magdoff, R. Weil (Eds.) Crc Press, Boca Raton, 327- 376
16. Anonim (2019), <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150402-2.htm>
17. Anonim (2019), <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/05/20180518-3.html>
18. Anonim (2019), <https://cygm.csb.gov.tr/ulusal-atik-yonetimi-ve-eylem-plani-2016-2023-hazirlandi.-haber-221234>
19. Anonim (2019), <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/07/20190712-9.html>
20. Manivannan, S., Balamurugan, M., Parthasarathi, K., Gunasekeran, G. and Ranganathan, L.S. 2009. Effect of vermicompost on soil fertility and crop productivity – beans (*Phaseolus vulgaris*). J. Environ. Biol., 30 (2): 275-281.
21. Szczech, M.M. 1999. Suppresiveness of vermicompost against *Fusarium* wilt of Tomato. J. Of Phytopathology, 147, 155.
22. Sinha, K., Herat, S., Agarwal, S., Asadi, R., Carretero, E., (2002), ‘Vermiculture and waste management: study of action of earthworms *Elsinia foetida*, *Eudrilus euginae* and *Perionyx excavatus* on biodegradation of some community wastes in India and Australia.’ Environmentalist, Volume 22, Issue 3, pp 261–268
23. Abou El- Magd, M.M El-Bassiony, AM Fawzy, Z. F (2006). Effect Of Organic Manure With Or Without Chemical Fertilizers On Growth, Yield And Quality Of Some Varieties Of Broccoli Plants. Journal Of Applied SciencesResearch, 2: 791-798
24. Chain, C. Y., Wang, W., Sinha R. K., (2011), ‘Emission of greenhouse gases from home aerobic composting, anaerobic digestion and vermicomposting of household wastes in Brisbane (Australia)’. Waste Management & Research 29(5):540-8, PubMed.
25. Lleó, T., Albacete, E., Barrena, R., Segura X., F., Artola, A., Sánchez, A., (2013), ‘Home and vermicomposting as sustainable options for biowaste management.’ Journal of Cleaner Production 47:70–76

26. Manyuchi M., Phiri, A., (2013), 'Vermicomposting in Solid Waste Management: A Review'. *International Journal of Scientific Engineering and Technology*, 1234-1242.
27. Cai L., Gong, X., Sun, X., Li, S., Yu, X., (2018), 'Comparison of chemical and microbiological changes during the aerobic composting and vermicomposting of green waste.' *PLoS One*. 2018; 13(11): e0207494
28. Sosnecka, A., Małgorzata, K., Rorat, A., (2016), 'Vermicomposting As An Alternative Way Of Biodegradable Waste Management For Small Municipalities.' Institute of Environmental Engineering, Czestochowa University of Technology, Brzeznicza 60a Str., 42-200 Czestochowa, Poland, *J. Ecol. Eng.* 2016; 17(3):91–96
29. Pirsahab, M., Khosravi, T., Sharafi, K., (2013), 'Domestic scale vermicomposting for solid waste management' *International Journal Of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, ISSN: 2195-3228 (Print) 2251-7715
30. Kostecka, J., Garczyńska, M., Podolak, A., Pączka, G., Kaniuczak, J.,(2018), 'Kitchen Organic Waste as Material for Vermiculture and Source of Nutrients for Plants' ,*J. Ecol. Eng.* 2018; 19(6):267–274
31. Edwards, C.A., 2011b. Low-Technology Vermicomposting Systems. *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes and Environmental Management* (Edited by C.A. Edwards, N.Q. Arancon and R. Sherman), CRC Press, Chapter 7: 79-90.
32. Gunindra NC: Use of vermicomposting biotechnology for recycling organic wastes in agriculture. *Int J Recycling Org Waste Agric* 2012,1(8):2–6.