

## Organik Gübrelerin ABC'si: Vermikompost Örneği

Fatih BÜYÜKFİLİZ<sup>1\*</sup>, Doruk AYDOĞAN<sup>2</sup>, Korkmaz BELLİTÜRK<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Republic of Türkiye Ministry of Agriculture and Forestry, Tekirdağ Directorate of Provincial Agriculture and Forestry, Süleymanpaşa, Tekirdağ, Türkiye

<sup>2</sup>Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Tekirdağ Namık Kemal University, Süleymanpaşa, Tekirdağ, Türkiye.

E-mail: [fatihbuyukfiliz@hotmail.com](mailto:fatihbuyukfiliz@hotmail.com)

**Özet** – Vermikompostlama, atık dönüştürme sürecini iyileştirmek ve daha iyi bir son ürün üretmek için epigeic solucan türlerinin kullanıldığı basit bir biyoteknolojik kompostlama işlemidir. Başka bir ifadeyle, vermicompost, farklı organik atıkların işlenmesinden sonra elde edilen solucan dışkısı olup, bileşimi farklıdır ve solucanların yediği yeme direkt bağlıdır. Vermikompost üretiminde yaygın olarak kullanılan toprak solucan türünün *Eisenia fetida* olduğu bilinmektedir. Solucanlar organik maddeyi çözer ve metabolik ürünler yoluyla küçük organik bileşikler veya mineral besinler salgırlar. Organik madde stabilize edilirken çeşitli besin maddelerinin elverişliliği ve pH artar. Solucanların ve vermicompostun toprağa, bitkiye, ürüne ve çevreye çok fazla yararları vardır.

Bu çalışmada çeşitli organik atıkların kullanılmasıyla edilen iyi bir organik gübre olan vermicompostun önemini ortaya koyabilmek amaçlanmıştır. Atık yönetimi en başarılı organik gübre üretim modellerinden birisi olması açısından da bu konuda gerek dünyada ve gerekse ülkemizde çok sayıda akademik çalışmalar yapılmaktadır. Çeşitli atıklardan elde edilen vermicompostun toprak organik maddesi ve su tutma kapasitesini artırması, organik gübrelerin temel ABC'si olarak bilinmeli bunun dışında da bilinen birçok yararları nedeniyle vermicompost üretimi ve tarım-peyzaj alanlarında gübreleme amacıyla kullanılmasının yaygınlaştırılması gereklidir. İklim değişiminin hızla olumsuz olarak etkilediği tarımsal üretimde, organik gübre kullanımının gerekliliği de çalışmanın kapsamı dahilindedir.

**Anahtar Kelimeler** – Solucan, Vermikompost, Organik Madde, Toprak, Bitki, Çevre.

### GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte Türkiye'de ciddi boyutlara ulaşan çevre kirliliği sorunu sık sık gündeme gelmektedir. Gaz emisyonları ve atık sular da önemli bir sorundur. İnsanların yaşamsal faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan katı atıkların çevremiz üzerinde olumsuz etkileri vardır. Büyük

ölçekli tesislerin hava ve su kirliliğine neden olduğu düşünüldüğünde, toplumdaki tüm bireylerin oluşturduğu katı atıkların ekosisteme verdiği zararın büyüklüğü çok daha iyi anlaşılabilir.

Bunun dışında tarımsal kirlilik, toprak kirliliği de giderek tehlikeli boyutlara ulaşmaktadır. Bu toprak kirliliğinin altında yatan sebeplere gelince

aşırı ve yanlış miktarlarda kullanılan tarımsal girdiler (kimyasal gübre, kimyasal ilaç, yakıtlar vb.) ilk akla gelenlerdir. Öyleyse ekosistemi daha fazla kirletmeden, doğal kaynakları yok etmeden bitkisel ve organik atıkların geri dönüşümü ile ortaya çıkan “organik gübrelerin” tarım ve peyzaj amacıyla kullanılmasının yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Tarım, gıda üretiminin temelidir ve gıda güvencesi, beslenme ve gıda ekonomisi için kritik bir rol oynar. Tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması için verimlilik artırılmalı, toprak ve doğal kaynaklar korunmalı, çiftçinin yaşam kalitesi yükseltilmeli, ama en önemlisi nüfusu hızla artan dünyanın ihtiyaç duyduğu yeterli miktarda, kaliteli ve sağlıklı gıda maddelerinin üretilerek gıda ve besin güvenliğinin sağlanmasıdır. Gıda üretiminin sürdürülebilir ve sağlıklı olması, insanların yaşamlarını olumlu etkiler ve insanların gelecekları için teminat oluşturur.

Bugün, çevresel bozulma, dünyanın karşı karşıya olduğu büyük bir tehdittir ve kimyasal gübrelerin yaygın kullanımı, fosil yakıtların tükenmesi, karbondioksit (CO<sub>2</sub>) oluşumu ve su kaynaklarının kirlenmesi yoluyla çevrenin bozulmasına büyük ölçüde katkıda bulunur. Tarımsal verimliliği olumsuz yönde etkileyen ve toprağın bozulmasına neden olan dengesiz gübre kullanımı nedeniyle toprak verimliliği kaybına yol açar. Artık, ekolojik ve sürdürülebilir çiftçilik uygulamalarının benimsenmesinin yalnızca küresel üretkenlik ve çevre korumadaki düşüş eğilimini tersine çevirebileceğine dair artan bir farkındalık var (Aveyard, 1988; Wani ve Lee, 1992; Wani ve ark., 1995). Dönüşebilir organik atıkların üretimi ve

güvenli bir şekilde bertaraf edilmesi günümüzün küresel sorunu haline geliyor. Kaliteli organik toprak katkı maddeleri ile değiştirilerek toprakta sürdürülebilir bir çevrenin sağlanması, toprağın su tutma ve besin sağlama kapasitesini ve ayrıca bitkilerde zararlılara ve hastalıklara karşı direncin gelişmesini sağlar. Solucanlar, bu işlevleri kolaylaştırmak için araçlar olarak hizmet edebilir. "Doğanın çiftçisi" olarak hizmet ederler ve mahsullerin besin ihtiyaçlarını karşılamak için en değerli malzeme olan iyi humus üretmek için doğanın armağanını oluştururlar. Vermikompostun kullanılması, çiftçilere, endüstrilere, çevreye ve genel olarak ulusal ekonomiye çeşitli faydalar sağlar (Nagavallema ve ark., 2004).

Edwards ve Arancon (2004), vermikompost, solucanlar ve toprak organik maddesi üzerinde yoğun çalışmalar yapmıştır. Ayrıca organik maddenin parçalanmasını, toprak solucanları tarafından kullanılan organik madde düzeylerinin ve toprak solucanlarının C ve N dahil besin döngüsündeki araştırmışlardır. Vermikompostun tarımda kullanım alanlarına ve önemine dikkat çekmişlerdir. Barley (1961), vermikompostun içindeki bitki besin elementlerinin % 97'si özellikle N, P ve K bitki tarafından doğrudan yararlanılabilir formdadır.

Azarmi ve ark. (2008), domates yetiştirmek amacıyla dekara 1.5 ton katı vermikompost uygulamışlar. Araştırmacılar yapılan deneme sonrasında toprak fiziksel yapısının olumlu yönde değiştiği, organik karbon ile N, P, K, Ca, Zn ve Mn miktarlarında artışlar olduğunu ifade etmişlerdir. Vermikompost, organik maddenin

biooksidasyonunu kolaylaştırarak toprak kalitesini ve verimliliğini artırır (Dominguez ve Edwards, 2010). Vermikompostun toprağa uygulanması sonucu bitki gelişiminin ve toprak özelliklerinin olumlu olarak değiştiği bilinmektedir. Vermikompost uygulaması ile birçok sebze ve meyve türünde bitki gelişimi, dayanıklılık, verim, kalite ve besin elementi içerikleri açısından artışlar gözlenmiştir (Jahan ve ark. 2014). Vermikompost; ısıtma esaslı hijyenik üretim teknikleri (ısıl işlem) ve solucanların taşıdığı bazı özelliklerden dolayı herhangi bir sağlık riski oluşturmayan, ağır metal, yabancı ot tohumları ve zararlı mikroorganizmaları içermeyen, toprakların üretim potansiyellerini arttıran ve %N, P, K içerikleri sırasıyla ortalama %1.5-2, 2.5-4.1, 1.4-9.2 civarında olan değerli bir organik gübredir (Bellitürk, 2016).

Vermikompost bitkilerin gelişimlerini destekleyen yararlı besin elementlerini sağlaması ve zenginleştirmesinin yanı sıra pH, EC, havalanma, su tutma kapasitesi, agregatlaşma gibi fiziksel, biyolojik ve kimyasal özelliklerini düzenlemektedir (Bryan ve Lance, 1991; Gallagher ve Wollenhaupt, 1997; Gouin, 1998). Organik atıkların solucanlar kullanılarak kompostlanması ile elde edilen ürünün uygulanması ile başta toprakların biyolojik özellikleri olmak üzere fiziksel ve kimyasal yapısı da önemli ölçüde etkilenmektedir (Hartenstein and Mitchell, 1978).

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

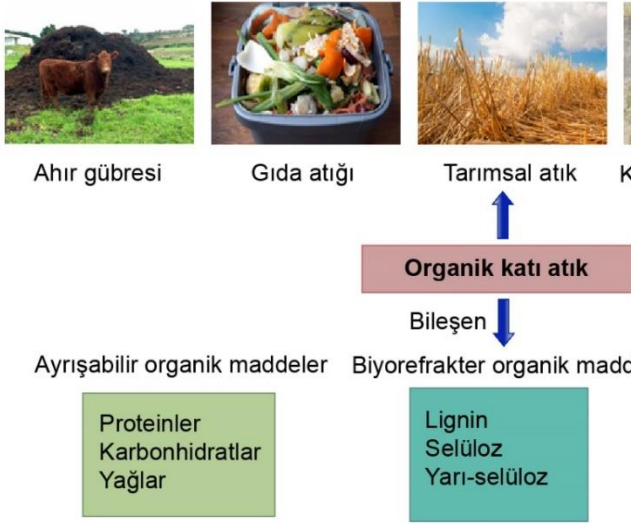
Günümüzde azalan doğal kaynakların yenilenmesi oldukça zor olup, atık yönetimi bir

nebze bu işin çözümünde olumlu rol oynamaktadır. Hayvansal ve bitkisel atıkların sahip oldukları zengin içerikleri nedeniyle topraklara yararlı organik gübrelere dönüştürülmesi fikri giderek daha da önem kazanmaktadır (Şekil 1). Organik gübreler, yüksek oranda organik madde ve hümik + fulvik asit içermesi sebebiyle; birlikte kullanıldığı kimyasal gübrenin topraktaki etkisini ve bitkilere olan yararlılığını artırarak zamanla daha az kimyasal gübre kullanılmasını sağlar. Böylece, kimyasal kalıntılar zamanla ortamdaki uzaklaşmış olur. Bu durum, organik gübrelerin önemli avantajlarından birisini oluşturmaktadır (Bellitürk ve Goldmann Benardete, 2020). Sinha ve ark. (2014), özellikle vahşi depolama alanlarındaki katı atıkların geleneksel yöntemlerle bertaraf edilmesinin veya atık su arıtma tesislerinde arıtılmasının maliyetli olduğunu; ayrıca, sera gazlarının atmosfere salınımına yol açtıkları için çevre kirliliği oluşturduklarını belirtmişlerdir.

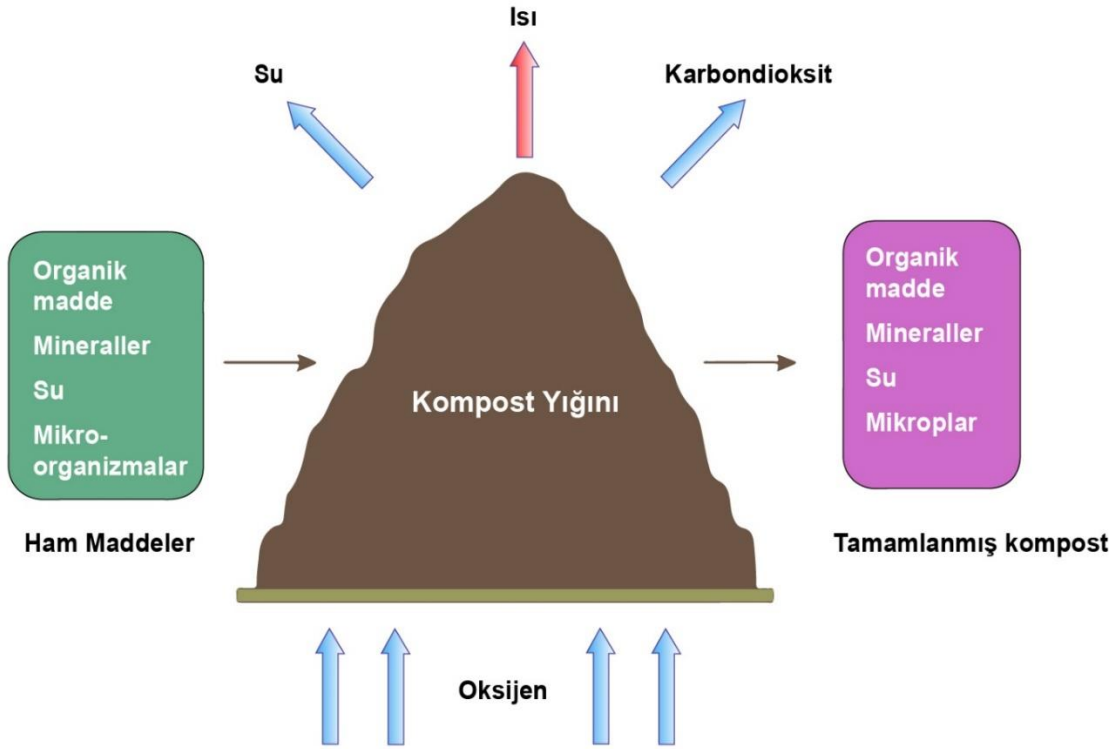
Bunun yerine solucanların aktif olarak rol aldığı vermicompostlama yönteminin, katı atıkları depolama alanlarından uzaklaştırmak için %60-70

başarı oranıyla kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Şekil 1. Organik katı atıkların bileşenleri ve sınıfları.



Organik atıkların en iyi değerlendirilme fikirleri arasında biyogaz ve organik gübre üretim tesislerinde kullanılmaları gelmektedir. En basit bir organik gübre üretim yolu, kompost yapımıdır. Kompost yapımında uygun hammadde, su, ısı ve havalandırma konuları uzmanlık gerektirmektedir. Çıkacak ürün, kompostun doğru yapılması ile doğrudan ilişkilidir (Şekil 2).



Şekil 2. Kompost yığımında meydana gelen bazı süreçler.

Kompost oluşumunda toprak solucanları gibi üzere birçok mikroorganizmalar da önemli rol makro canlılar yer alırken, bakteriler başta olmak oynarlar (Şekil 3).



Şekil 3. Kompost oluşum şeması.

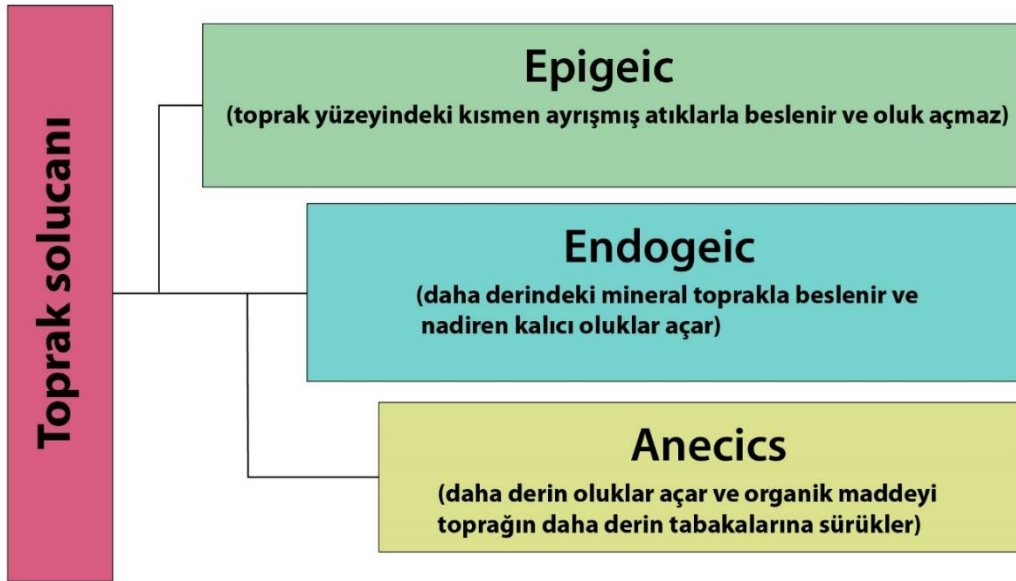
Bellitürk (2016)'ün bildirdiğine göre; vermikompost yavaş salınabilme özelliği sebebiyle ürün verimini artırır ve besin elementi kayıplarını azaltır. Ayrıca vermikompost, kullanıldığı toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik ve mikrobiyolojik özelliklerine olumlu katkı sağlaması sebebiyle de güvenilir bir organik gübre türüdür. Son yıllarda gündemde olan özellikle iklim değişikliği ile artan sıcaklıklara bağlı olarak ortaya çıkan kuraklıkta, vermikompostun toprakların su tutma kapasitesini artırması özelliği dikkat çekmektedir. Vermikompost üretimi için farklı atıklar değerlendirilebilir. Navagelemma ve ark. (2004), Hindistan'da yaptıkları çalışmada Hindistan'da üretilen yaklaşık 700 milyon ton / yıl organik atığın yandığını ya da güvenli bir elden çıkarma problemi oluştuğunu, vermikompostlamanın "kazan-kazan"

çözümü sağlayabilecek, her türlü organik maddeyi kompostlamak için en iyi yöntemlerden biri olduğunu, atıkların güvenli bir şekilde imha edilmesi sorunu ve ayrıca tarımın sürdürülebilirliği önemli olduğunu belirtmişlerdir. Hayvansal kaynaklı; sığır, koyun, keçi, at, deve, hindi, ördek, tavşan, tavuk gibi çoğu çiftlik-kümes hayvanının dışkıları ile bitkisel kaynaklı; mutfak ve yemek artıkları, biçilmiş çim, budanan dal parçaları, hasat sonrası atıklar, orman ürünlerinin atıkları, ince kâğıt parçaları ve bunların dışında birçok organik atığın solucanlara besin maddesi olarak verilmesi suretiyle vermikomposta dönüşmesi sağlanır (Bellitürk, 2016).

Solucan gübresi elde etmek için genellikle epigeic türünde yani toprak yüzeyine yakın yerde yaşayan ve çürükçül olarak beslenen solucan türleri

tercih edilir. Bellitürk (2016) ve Bellitürk ve Goldmann Benardete (2020) tarafından bildirildiğine göre, organik atıkların vermikomposta dönüştürülmesinde tercih edilen ve yaygın olarak kullanılan 6 adet epigeic solucan türleri; sıcak bölgelerde yaşayan *Eisenia fetida* (*Eisenia andrei* ile benzer tür), *Dendrobaena veneta* ve *Lumbricus rubellus* ile tropik bölgelerde yaşayan *Eudrilus eugeniae*, *Perinoyx excavatus* ve *Perionyx hawayana* şeklinde sıralayabiliriz (Şekil 4). Diğer solucanlar da tercih edilebilir ancak onların kullanımı bu 6 tür kadar yaygın değildir (Edwards, 2004). Diğer taraftan endogeic solucan türleri epigeic türlerden farklı olarak toprağın çok daha derinlerinde yaşarlar. Bununla birlikte epigeic türlerin dışkıları da çoğunlukla toprak yüzeyinin altındadır. Bu nedenle vermikompost üretmek amacıyla tercih edilmezler (Lee, 1985). Anecics solucanlar ise vermikompost yapımında asla kullanılmazlar. Yapılan bir araştırmada *Eisenia*

*fetida* için ideal yaşam koşulları ve besin ortamı tanımlanmıştır. Buna göre ortamın sıcaklığı 20-25 C° olmalıdır. Düşük sıcaklıklarda aktivite de yavaşlama olabilir. Nem düzeyi %70-80 arasında olmalıdır. Ortamın nemli olması solunum ve sindirim faaliyeti için gereklidir. Yüksek nem küf ve mantar oluşumuna neden olabilirken düşük nem ise solucanların kurumasına ve ölmesine neden olabilir. Amonyak düzeyi 0.5 mg/g'dan düşük, tuz miktarı 0.5 mg/kg'dan az olmalıdır. Aşırı tuzlu ortamlar solucanların su dengesini bozar. Ortamın pH'ı 5-9 arasında olmalıdır. Ayrıca ortamın oksijence zengin olması gerekir çünkü solucanlar oksijensiz ortamlarda hayatta kalamazlar. Solucanların nem ihtiyacının giderilmesinde kullanılacak olan suların kloruz olması tercih edilir. Klor, yararlı mikroorganizmaların ölmesine veya azalmasına neden olmaktadır (Edwards, 1988).



Şekil 4. Toprak solucanı türleri.



Şekil 5. Solucanların beslenmesi.

Vermikompost üretiminde solucanların beslenmesinde en iyi oranın ortalama %70 civarında hayvansal atık, %30 oranında bitkisel atık olduğuna yönelik bilgiler mevcuttur.

**Vermikompost üretiminde kullanılan solucanlar için uygun besinler:** Öğütülmüş kağıt ve kartonlar, kahve telvesi, demlik ve poşet çay atıkları, doğranmış sebze ve meyveler, yulaf, çavdar, mısır gibi tahıllar, yeşil yapraklar, hayvansal dışkıları (at, koyun, keçi, tavşan, deve, inek, tavuk, geyik, ördek, hindi, manda vs.), orman atıkları (çam, sedir, ladin malcı veya ince öğütülmüş talaşı), az miktarda öğütülmüş yumurta kabuğu, şeker fabrikasından ortaya çıkan posa benzeri atıklar, maya fabrikası organik atıkları, bahçe atığı olarak bilinen taze ve kuru yapraklar, meyve ve sebze posaları, hindistan cevizi ve ananas kabuğu, kepek,

pirinç ve pamuk işleme atıklarıdır. (Bellitürk, 2016; Bellitürk ve Goldmann Benardete, 2020).

**Vermikompost üretiminde kullanılan solucanlar için sakıncalı besinler:** Bozulmuş ve kokmuş yemekler, et ve süt ürünleri, balık, kemik, peynir, pişmiş fasulye ve nohut, pirinç (pilav), makarna, pişmiş patates, yabancı tohum ve otlar, yol kenarındaki otlar, hastalanmış bitkisel atıklar, kedi ve köpek dışkısı, turuncgil atıkları, soğan-sarımsak atıkları, acı biber atıkları, yağ ve tuz bulunan atıklar ve klor barındıran atıklardır. (Bellitürk, 2016; Bellitürk ve Goldmann Benardete, 2020).

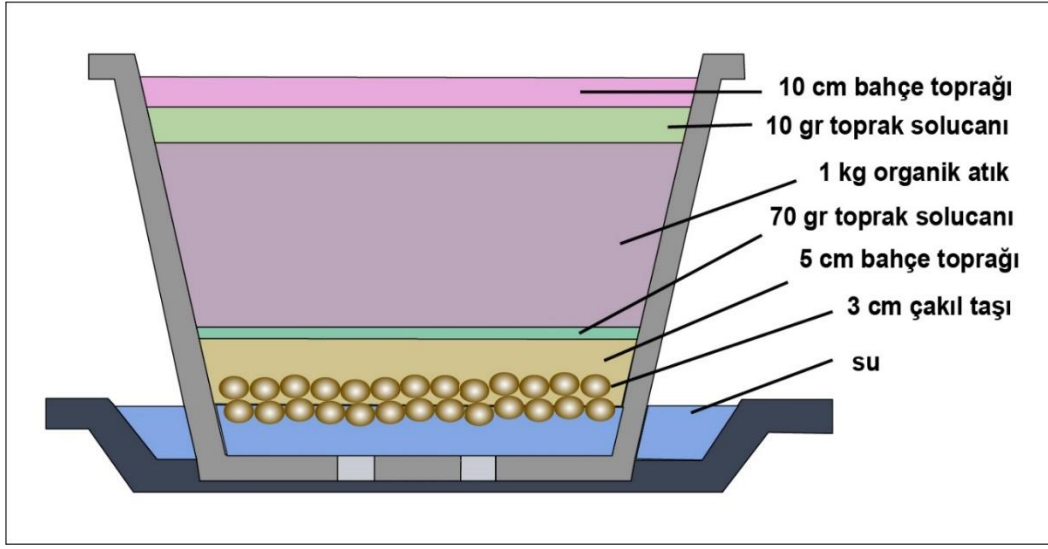
Şekil 5'e göre, solucanların asla yememesi gereken özellikle et-süt ürünleri ve artıkları, zararlı mikroorganizmaların vermikompost içerisinde



oluşmasına neden olduğu için bu konuya dikkat edilmesi gerekmektedir.

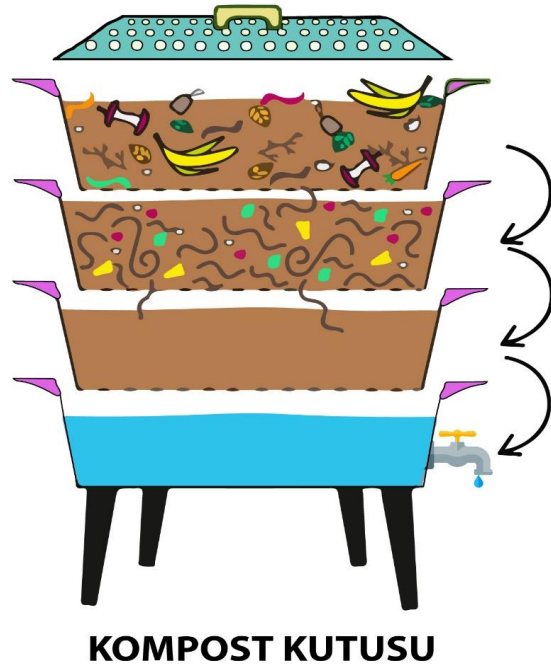
Solucan üretiminde küçük, büyük ve orta ölçekli işletmeler kurmak mümkün olduğu gibi, ev tipi olan “kompost kutusu” şeklinde hazır satılan veya ev ortamında kolaylıkla yapılabilecek düzenekler de mevcuttur (Şekil 6 ve Şekil 7). Bazı

araştırmacılar tarafından bürolarda ortaya çıkan atık kağıtların öğütülmesi ve inek gübresi ile karıştırılması ile oluşturulan atığın ön çürütülmesinden sonra elde edilen vermikompostun da organik gübre değeri olduğu ve %39 oranında organik madde ve %1,11 toplam N içerdiği bulunmuştur (Bellitürk ve ark., 2015a).



Şekil 6. Mikro ölçekli vermikompost üretim düzeneği.

Yukarıdaki Şekil 6’da gösterilen vermikompost düzeneği bahçeli evler ve köy ortamlarında uygulanabilecek düzeyde “kendi vermikompostunu kendin yap” anlayışı için uygundur. Ancak son yıllarda organik gübre kullanım yaygınlığına paralel olarak, evlerdeki mutfak atıklarından bile ev ortamında, bahçelerde Şekil 7’de gösterilen ve hazır olarak satışı yapılan düzenekler yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır.



Şekil 7. Ev tipi kutulu vermikompost üretim düzeneği.



Toprak solucanlarının başrol oyuncu olduğu vermikompost üretimi ile ortaya çıkan vermikompostun sayısız faydaları bulunmaktadır (Şekil 8). Sinha ve ark. (2010), tarafından yapılan araştırmada solucanların çevre yönetiminde teknolojinin yerine nasıl kullanılabileceğine dair çalışma yürütülmüş ve araştırma sonucunda,

vermikompostlama ve vermi-gübre üretim teknolojilerinin bir arada kullanılarak küresel insan sürdürülebilirliğini sağlayabileceği ve vermikompostun sağlıklı ve güvenilir organik gıda üretimi için kimyasal gübrelerin yerini alabileceği ifade edilmiştir.



Şekil 8. Solucan gübresinin (vermikompost) faydaları.

Vermikompost kullanımı ile sadece bir organik gübrenin toprak veya bitkilere uygulanması sağlanmış olmamaktadır. Kullanılan kimyasal gübrelerin etkinliğinin artmasında da beraberinde veya peşinden kullanılan vermikompost gübresinin önemli rol oynadığına ilişkin çalışmalar mevcuttur (Bellitürk ve ark., 2015b; Bellitürk, 2017; Bellitürk, 2018; Shrestha ve ark., 2019; Bellitürk ve ark.,

2022a; Bellitürk ve ark., 2022b; Bellitürk ve Çelik, 2022).

Organik atıkların geri dönüşümünde özellikle vermikompost yönteminin kullanılması, ülkenin gelecek kuşaklarına verimli tarım toprakları, sağlıklı park ve bahçelerin miras bırakılmasını sağlama açısından büyük bir öneme sahiptir. Organik atıkların doğru şekilde yönetilerek, tarım ve peyzaj alanlarında organik gübre olarak

kullanılmasıyla birlikte, sürdürülebilir bir tarım ve çevre koruma yaklaşımı desteklenmiş olur. (Bellitürk ve Goldmann Benardete, 2020).

Çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik önemli bir husus olup, tarımsal üretim ile direkt ilişkilidir. Bu bağlamda hayvansal ve bitkisel atıkların geri kazanımından yola çıkılarak üretilen kompost, vermikompost gibi organik tarımsal girdiler (organik gübreler) hem toprakların ıslah edilmesinde ve hem de elde edilecek tarımsal ürünlerin katma değerlerinin artmasındaki potansiyel değeri yüksektir. Bu konuda bitki besleme alanında çalışan akademisyenler son 10 yılda önemli akademik çalışmalar yaparak vermikompostun tarım-peyzaj alanlarında kullanılmasının gerektiğinin elzem olduğunu belirtmektedirler.

İklim değişikliği, kuraklık, toprak yapısının bozulması, azalan verimlilik, nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşme sonucu ortaya çıkan üretim ve tüketim hızında artışa, katı atık miktarının ve hacminin artmasına, bununla birlikte bileşiminin de farklılaşmasına neden olmuştur. Miktarı giderek artan bu atıkların çevreye ve insan sağlığına zararı en az olacak şekilde yönetilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Sosyal sorumluluk projeleri ile vermikompostun ekosisteme ve tarımsal ürünlere faydaları yanında sağlıklı gıda üretimine olan katkısı konusunda daha fazla araştırma yapılması hem çevre ve hem de ulusal ekonomi için önemlidir.

## KAYNAKLAR

Aveyard, J., 1988. Land Degradation: Changing Attitudes -Why? Journal of Soil Conservation, New South Wales, 44:46-51.

Azarimi, R. Giglou, M.T., ve Talesmikail, R.D., 2008. Influence of Vermicompost on Soil Chemical and Physical Properties in Tomato (*Lycopersicum esculentum* L.) Field. African Journal of Biotechnology.7 (14): 2397-2401.

Barley, K.P., 1961. Plant Nutrition Levels of Vermicast. Advances in Agronomy.13, pp.251.

Bellitürk, K., Zahmacıoğlu, A., Şerif, E. ve Top, M., 2015a. Kağıt Atıklarının Vermikompost (Solucan Gübresi) Yapılarak Değerlendirilmesi Projesi. Trakya Toprak (Verimli Toprakların Dergisi), Yıl: 1, Sayı: 3, Sayfa: 21-24, Tekirdağ.

Bellitürk, K., Shrestha, P. and Görres, J.H., 2015b. The Importance of Phytoremediation of Heavy Metal Contaminated Soil Using Vermicompost for Sustainable Agriculture. Journal of Rice Research. 3 (2): 6: e114.

Bellitürk, K., 2016. Sürdürülebilir Tarımsal Üretimde Katı Atık Yönetimi İçin Vermikompost Teknolojisi. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 31 (3): 1-5 (Özel Sayı), Adana.

Bellitürk, K., 2017. Vermikompost Üreticisinin El Kitabı, Riverm Yayınları, 109 sayfa, Tekirdağ.

Bellitürk, K., 2018. Vermikomposting in Turkey: Challenges and Opportunities in Future. Eurasian Journal of Forest Science. 6 (4): 32-41.

Bellitürk, K. ve Goldmann Benardete, B., 2020. Doğanın Mucizevi Canlıları (Toprağın Bereketi ve Çevre Sağlığına Yüzyıllardır Hizmet Eden Solucanlar). İstanbul: Eco Reform Yayınları.

Bellitürk, K., Çelik, A. and Baran, M.F., 2022a. The Effect of Vermicompost Application on Soil Properties in Olive (*Olea europaea* L. cv. Memecik). Erwerbs-Obstbau, (2022) 64: 107-113.

Bellitürk, K., Çelik, A. and Büyükfiliz, F., 2022. Status of Agricultural Inputs After the Covid-19 Pandemic Crisis: The Case of Mineral and Organic Fertilizers. A Review. International Conference on Global Practice of Multidisciplinary Scientific Studies-III, November 15-17, 2022, pp. 1349-1363, Girne-Turkish Republic of Northern Cyprus.

Bellitürk, K. and Çelik, A., 2022. Is the Debate on Organic vs. Mineral Fertilization Meaningful? II-International

Conference on Global Practice of Multidisciplinary Scientific Studies, July 26-28, 2022, pp. 754-762, Batumi, Georgia.

Bryan, H.H. and Lance C.J., 1991. Compost Trialson Vegetables and Tropical Crops. *Biocycle*.32, 36-37.

Dominguez, J. ve Edwards, C.A., 2010. Relationships Between Composting and Vermicomposting. In: Edwards CA, Arancon NQ, Sherman R, Eds. *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*. Boca Raton, FL: CRC Press, pp. 12-24.

Edwards, C.A., 1988. Breakdown of animal, vegetable and industrial organic wastes by earthworms. *SPB Academic Publ.Co.*, 21-31.

Edwards, C.A., 2004. *Earthworm Ecology* (2<sup>nd</sup> Edition). CRC Press. Boca Raton, FL, London, New York, Washington. 448 pp.

Edwards, C.A. and Arancon, N.Q., 2004. Interaction among Organic Matter, Earthworms and Microorganisms in Promoting Plant Growth, *Soil Organic Matter Insustainable Agriculture* (Ed. Magdoff, F., Ray, R.W.), pp: 327-376.

Galleger, A.V. and Wollenhaupt. N.C., 1997. Surface Alfalfa Residue Removal by Earthworms *L. terrestris*. *Soil Biology and Biochemistry*, 29, 419-471.

Gouin, F.R., 1998. Using Compost in Ornamental Horticulture Industry. In: *Beneficial Co- Utilization of Agricultural Municipal and Industrial Bioproduct*. Brown S. Angle J.S., Jacobs L., Kluver Acedemic Publishers. Netherlands. pp. 131-138.

Hartenstein, R. and Mitchell, M.J., 1978. Utilization of Earthworms and Microorganisms in Stabilization, Decontamination and Detoxification of Residual Sludges from Treatment of Wastewater. Final Report. Springfield. Virginia, 34.

Jahan, F.N., Shahjalal, A.T., Paul, A.K., Mehraj, H. ve Jamal Uddin, A.F.M., 2014. Efficacy of Vermicompost and Conventional Compost on Growth and Yield of Cauliflower. *Bangladesh Research Publications Journal*, 10 (1): 33-38.

Lee, K.E., 1985. *Earthworms: Their Ecology and Relationships with Soils and Land Use*. Academic PRes Inc., Cambridge.

Nagavallema, K.P., Wani, S.P., Laroix, S., Padmaja, V.V., Vineela, C., Rao, M.B. and Sahrawat, K.L., 2004. *Vermicomposting: Recycling Wastes into Valuable Organic Fertilizer*. Global Theme on Agroecosystems, Report No: 8, ICRISAT International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru 502324, Anhra Pradesh, India.

Sinha, R. K., Herat, S., Valani, D. and Chauran, K., 2010. Earthworms-The Environmental Engineers: Review of Vermiculture Technologies for Environmental Management and Resource Development. Article in *International Journal of Global Environmental Issues*. Inderscience Enterprises Ltd, Vol. 10(3/4), pages 265-292.

Shrestha, P., Bellitürk, K. and Görres, J.H. 2019. Phytoremediation of Heavy Metal-Contaminated Soil by Switchgrass: A Comparative Study Utilizing Different Composts and Coir Fiber on Pollution Remediation, Plant Prductivity, and Nutrient Leaching. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16 (7): 1261 (1-16).

Sinha, R.K., Patel, U., Soni, B.K., Li, Z., 2014. Earthworms for Safe and Useful Management of Solid Wastes and Wastewaters, Remediation of Contaminated Soils and Restoration of Soil Fertility, Promotion of Organic Farming and Mitigation of Global Warmin: A Review. *Journal of Environment and Waste Management* Vol. 1(1), pp. 011-025, May, 2014. ISSN: 1936-8798.

Wani, S.P. and Lee, K.K., 1992. Biofertilizers Role in Upland Crops Production. Pages 91–112 in *Fertilizers, Organic Manures, Recyclable Wastes and Biofertilizers* (Tandon HLS, ed.). New Delhi, India: Fertilizer Development and Consultation Organization.

Wani, S.P., Rupela, O.P. and Lee, K.K., 1995. Sustainable Agriculture in the Semi-Arid Tropics through Biological Nitrogen Fixation in Grain Legumes. *Plant and Soil*, 174:29–49.