

Vermikompost Ürünlerinin Eldesi ve Tarımsal Üretimde Kullanım Alternatifleri

Yurdagül Şimşek-Erşahin

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen-Edebiyat Bölümü, Biyoloji Bölümü, 60240, Tokat

Özet: Hem insan sağlığını hem de çevre güvenliğini riske atan, toprak kalitesini düşüren, patojen dayanıklılığını arttıran yoğun agro-kimyasal kullanımı doğal kaynakların güvenliği konusunda oldukça ciddi endişelere sebep olmuştur. Tüm bunlar, bilim adamlarını ve karar vericileri, biyolojik gübre ve pestisit olarak etkili organik ürünler kullanımını hedefleyen sürdürülebilir tarımsal üretim sistemlerinin geliştirilmesine yöneltmiştir. Bu alanda, her bakımdan toprak kalitesini arttıran aerobik kompost ve vermikompost ürünleri çok büyük önem kazanmıştır. Çeşitli organik çöplerin değerlendirilmesinde güvenilir, ekonomik ve sürdürülebilir bir yöntem olan vermikompost yöntemleri, bitki büyümesini teşvik edici, bitki besleme ve çürüklük etmenleri üzerinde biyolojik olduğu düşünülen baskılama etkisine sahip olan “vermikest” adı verilen ürünlerin elde edilmesini sağlarlar. Vermikompost küçük veya orta ölçekli tarım üreticileri için çok önemli olan düşük girdili üretim sistemini mümkün kılar ve gelenekselden organik tarıma geçişte başta gözlemlenen ürün düşüşünü telafi edebilir. Vermikompost teknikleri, insan ve hayvanlarda besin güvenliğini temin eden, çevre sağlığı bakımından güvenilir ve yüksek ekonomik değere sahip sürdürülebilir tarımsal üretim modelini destekler.

Anahtar kelimeler: vermikompost, sürdürülebilir tarım, çevre sağlığı

Acquiring Vermicompost Products and Their Application Alternatives through Agricultural Production

Abstract: Intensive use of agro-chemicals has resulted in a tremendous public concern over the safety of natural resources that have ventured both human health and environmental quality, decreased soil quality and increased pathogen resistance. All these motivated scientists and decision makers to develop sustainable agricultural production systems which target use of organic products effective both as fertilizers and pesticides. In this respect, use of aerobic compost and vermicomposting products, improving soils in all respects, has gained a great deal of importance. Furthermore, application of vermicomposting methods as a sound, economical, and sustainable way of managing a wide diversity of organic wastes yield a valuable product called “vermicast”, which proved to be even better in respect to nutritional value, promoting plant growth, and potential disease suppression effect, suggested to have a biological nature, on damping off pathogens. Vermitecomposting ensures a low-input agricultural production system which is so vital for those of small or middle scale producers and could also compensate the decrease in yield at the beginning of transaction from traditional to organic production system. Vermicomposting technologies maintain an environmentally sound, highly economical means of sustainable agricultural production model that assures the safety of human and animal feed stock.

Key words: vermicomposting, sustainable agriculture, environmental health

1. Giriş

İkinci dünya savaşı sonrasında tarımsal üretimde kimyasal gübre ve tarım ilacı kullanımını teşvik eden “Yeşil Devrim” hareketi, kısa vadede sağladığı ürün artışı sebebiyle tüm dünyayı bir “salgın hastalık” gibi sardı (Schuman and Simpson, 1997). Tarım zararlılarından halk sağlığı tedbirlerine kadar uzanan geniş bir uygulama yelpazesine sahip olan DDT bu dönemin sembol ilacıdır. Rachel Carson (1962) “Sessiz Bahar” eseriyle aşırı ve kontrolsüz agro-kimyasal kullanımının, doğal çevre faktörlerini olumsuz yönde etkilediği ve doğal dengeye onarılamaz boyutlarda zarar verme kapasitesine sahip olduğu gerçeğini

geniş kitlelere duyurdu. Bu tarihi izleyen yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar, yoğun agro-kimyasal kullanımının gelecek kuşakların sağlıklı bir çevrede yaşayabilme umutlarını tehlikeye soktuğunu ve dolaylı/ doğrudan tüm canlı türlerinde akut ve/veya kronik çok ciddi sağlık sorunlarına sebep olduklarını ortaya koydu (Anonymous,1997; Anonymous, 2001).

1970’li yılların sonları geniş halk kitlelerinde endüstriyel tarımın çevre üzerindeki olumsuz etkileri konusundaki farkındalığın olduğu zaman dilimidir. Bu yıllarda, kimyasal gübre kalıntılarının yer altı ve yer üstü su kaynaklarında tespit edilmesi ve insan ve hayvan besinlerinde tespit edilen pestisit

kalıntılarının mutajen, teratojen ve kanserojen etkilerinin (Baier-Anderson and Anderson, 2000) ortaya çıkarılması endüstriyel/geleneksel tarım yöntemlerinin sorgulanması sürecini başlattı (Chernyak et al., 1996). 1980'li ve 1990'lı yıllarda geleneksel tarımın teşvik ettiği yoğun agro-kimyasal kullanımı ve monokültür üretim şeklinin, toprağın doğal fauna ve flora dengesini olumsuz yönde etkilediği ve toprakların verimsizleşme sürecini hızlandırdığı fark edildi (Fushiwaki, 1990; Chen et al., 2001). Bu sebeple tarımsal üretimde, doğal dengeye saygılı ve doğaya kendini yenileme fırsatı verecek yeni yaklaşımlar arama süreci hızlandı. Bu arayışlar tarımsal üretimde “sürdürülebilir” veya “organik” terimleri ile ifade edilen yeni yaklaşımları ortaya çıkardı. ABD senatosu 22 yıl önce bu yeni tarım sistemlerinin ihtiyaç duyduğu, kimyasal tarım ajanlarının yerini alacak “biyo-gübre veya biyo-pestisit” araştırmaları için devlet bütçesinden para ayrılmasını karara bağladı.

Sürdürülebilir ve organik tarım modellerini savunan üreticiler, kimyasal gübre ve pestisitlerin yerini alabilecek organik bazlı alternatif ürünleri geliştirme mecburiyeti ile yüzleştiler. Bu alandaki ilk arayışlar, toprak organik madde içeriğini arttırma amacıyla toprak iyileştirmesinde asırlardır kullanılan aerobik (termofilik) kompost ürünleri üzerinde yoğunlaştı. Aerobik kompost ürünlerinin bitki besleme etkisinin yanı sıra özellikle toprak kökenli bitki patojenlerini baskılama etkisine de sahip olduğunun fark edilmesi (Hoitink, et al.,1975; Hadar,1991) organik tarım uygulamaları çalışmalarında bu ürünlerin yoğun olarak çalışılmasına sebep olmuştur (Hoitink, 1993; Boehm et al., 1993; Hoitink et al.,1997). Kompost uygulamalarının 1980'li yıllarda hızla yaygınlaşmasında etkili ikinci faktör, kompostun şehirleşme seviyesine paralel olarak önemli bir çevre sorunu haline gelen şehir artık ve atıkların işlenmesi konusunda ekonomik, sürdürülebilir ve çevre dostu bir alternatif olmasıdır. Kompost konusundaki çalışmalarda vermikompost; solucanlı (mezofilik) kompost yönteminin kentsel ve endüstriyel organik çöplerin geri kazanımında, hem işlem hem de ürün itibarıyla aerobik komposttan daha üstün özelliklere sahip olduğu gözlenmiştir (Dominguez et al.,1997). Şöyle ki; vermikompostun eldesi termofilik komposta

göre çok daha kısa süre gerektirmektedir. Ürün kalitesi bakımından vermikompost ürünleri, termofilik kompost ürünlerinden fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan çok daha üstün niteliklere ve ekonomik değere sahiptir. Ayrıca, vermikompost son ürününde insan sağlığını tehdit eden patojenler olmadığı için uygulayıcılar, ana materyal kanalizasyon atığı dahi olsa vermikomposta çıplak elle dahi dokunabilmektedir. Aşağıdaki bölümlerde öncelikle çok geniş uygulama alanına sahip olan vermikültür kapsamındaki terimler açıklanacak, vermikompost ürünlerinin elde edilişi ve sonrasında bu ürünlerin tarımsal üretimde kullanım seçeneklerine değinilecektir.

2. Vermikültür Uygulama Alanları

Tüm dünyada tarımsal üretimde sürdürülebilirlik kavramına vurgu yapan ve organik üretim yöntemlerini teşvik eden yaklaşımların yaygınlaşması sürecinde yer solucanlarının, organik atık ve artıkları kısa zamanda yüksek kalitede değerli bir ürüne dönüştürebilme kapasitelerinin anlaşılması, Avrupa ülkeleri, Hindistan ve Amerika'da vermikültür (vermiculture) adı verilen yeni bir tarımsal üretim sektörünün doğmasını sağlamıştır. Vermikültür değişik amaçlar için toprak solucanlarının kültürünün yapılması işlemidir. Vermiteknoloji terimi ise vermikültür faaliyetlerinde uygulanan teknik/yöntemlerin tümü için kullanılır. Vermikültür çalışmaları çöp işleme, toprak detoksifikasyon ve rejenerasyonu ve sürdürülebilir tarım uygulamalarında yer almaktadır. Ticari amaç güden vermikültür faaliyetleri iki alanda yoğunlaşmıştır. Birincisi vermikompost işlemi, diğeri ise solucan biyo-kütle üretimidir (Edwards and Niederer, 1988). Solucan biyo-kütle üretimi protein kaynağı olarak tavukçuluk ve balık yetiştiriciliğinde solucanların kullanımı amacıyla yapılmaktadır. Diğer taraftan vermistabilizasyon, lağım, atık çamuru veya benzeri diğer atıkların vermikompost işleminden geçirilmesidir. Solucanlı kompost (vermicomposting) ise organik atık/artıkları kompostlaştırma işleminin solucanlara yaptırılmasıdır. Bu işlemde organik atık/atıklar ortamdaki mikroorganizmalarca fermentasyona uğratılır ve daha sonrasında yer solucanlarının sindirim sisteminden geçerken hızlandırılmış bir humifikasyon ve detoksifikasyon işlemine tabi tutulur. Vermikompost terimi, solucanların

kullanıldığı organik atık ve/veya atıkları kompostlaştırma işlemi sonucunda elde edilen ürün için kullanılmakla beraber, vermikompost ürünü genelde vermikest (solucan dışkısı; gübresi) veya kısaca kest olarak adlandırılmaktadır (Edwards and Bohlen, 1996).

2.1. Vermitekolojinin Tarımda Sürdürülebilirlik Kavramı İçindeki Yeri

Ekonomik, çevre dostu ve sürdürülebilir özellikteki vermitekolojinin, geleneksel tarım yöntemlerinden çok önemli bir üstünlüğü düşük girdili üretim modelini desteklemesidir. Bu yönüyle, vermitekolojinin küçük ve orta ölçekli tarım işletmeleri için uygulanabilirliği ve ekonomik karı çok yüksektir. Başta vermikompost olmak üzere bu teknolojiler, tarımsal üretim sürecinde oluşan atık/atık sınıfındaki materyalleri ticari değeri çok yüksek bir ürüne dönüştürmektedir. Böylece, geleneksel üretimde çok fazla yekun tutan tarım gübre ve ilaçlarına harcanan kaynaklar işletme içinde kalmaktadır. Üretim başlangıcında girdi maliyetinin aşağılara 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 bu gün için tarımda sürdürülebilirlik özelliğini destekleyen yöntemler içinde en yüksek ekonomik fayda sağlayan yöntem olmakla beraber, aynı zamanda hızlı endüstriyel gelişme ve populasyon artışı ile büyük bir çevre sorunu haline gelen katı organik atık ve atıkların işlenmesinde çok yoğun şekilde uygulanmaktadır. Hem ticari hem de ekolojik açıdan yüksek değer ifade eden ürünler sağlayan vermikompost tekniği tüm dünyada yoğun olarak uygulanmaktadır.

2.2. Vermikompost İşleminde Kullanılan Solucan Türleri

Vermikültür endüstrisi faaliyetlerinde kullanılan ve aerobik kompost veya sığır gübresi yığınlarında sıklıkla rastlanan kompost diğer adıyla gübre solucanı türleri

şunlardır: *Eisenia fetida* (tiger worm), *Eisenia andrei* (red tiger worm), *Dendrobaena veneta*, *Lumbricus rubellus* (red worm), *Perionyx excavatus* (Indian blue worm), *Eudrilus eugeniae* (African nightcrawler), *Fletcherodrilus* spp, *Heteroporodrilus* spp, *Pheretima excavatus*. *E. fetida*, *E. andrei*, *D. veneta* türleri ılıman iklim kuşağındaki bölgelere iyi adapte olurken, *L. rubellus* and *P. excavatus* sıcak tropik iklim alanlarında daha fazla görülür. Bu beş tür, organik atık/artıkları indirgemek için yapılan vermikompost çalışmalarında en iyi sonuçları veren türlerdir (Edwards and Bohlen, 1996).

Yukarıda sayılan türler içinde, ticari amaçla kurulan vermikültür/ vermikompost işletmelerinde en fazla tercih edilen tür *Eisenia* spp ve ikinci olarak da *Lumbricus rubellus*'tur (Dickerson, 2004). *Eisenia* spp'nin en fazla tercih edilen tür olmasında rol oynayan çok sayıda sebep mevcuttur. Bunlar: 1) bu tür diğer türlerden daha hızlı besin tüketir ve daha yüksek üreme ve populasyon artış oranlarına sahiptir, 2) yeterli besin içeriğine sahip çevrelerde yaşama, mevcut besini tüketme ve çoğalma kapasitesi yüksektir, 3) çok farklı iklim ve çevre koşullarına uyum sağlayabilir, 4) uygun çevre koşulları ve kolay ulaşılan yeterli miktarda besin kaynağı mevcut ise populasyon artışı çok hızlı olur (Edwards and Bohlen, 1996). Bu sebeplerden dolayı *Eisenia* spp, özellikle ılıman iklim kuşağındaki coğrafyalarda olmak üzere tüm dünyada ticari veya ticari özellikte olmayan vermikompost işletmelerinde en fazla tercih edilen ve en fazla kültürü yapılan solucan türüdür.

2.3. Vermikompost İşleminde Kullanılan Organik Artık ve Atık Çeşitleri

Vermikompost işlemi, ulusların şehirleşme ve endüstrileşme seviyesiyle beraber büyüyen bir çevre sorunu olan "evsel ve endüstriyel atık/atık" sorununa "sürdürülebilir" bir yöntem olarak 1970'li yıllarda başlayan ve her geçen gün artan bir ilgi görmektedir. Vermikompost yöntemi ile vermikompost ürünü elde etmede kullanılan organik çöp çeşidi çok fazladır. Bu organik atık/atık çeşidi grubunda kanalizasyon içeriği, kirli su atıklarındaki katı çöpler (Neuhauser et al., 1988), bira, mantar ve kağıt endüstrisi (Butt, 1993; Edwards, 1988a) gibi çeşitli endüstriyel işletme atıkları, süpermarket ve restoran atıkları (Edwards et

al.,1985), işlenmiş patates artıkları, tavuk, domuz, büyükbaş, koyun, keçi, at ve tavşan yetiştiriciliğinde (Edwards, 1988b) ortaya çıkan hayvansal artıklar, bahçecilikte ortaya çıkan ölü bitki ve çim artıkları yer almaktadır. Son yıllarda bu alanda yürütülen çalışmalar, Amerika'da kanalizasyon atıklarının stabilizasyonu (Neuhauser et al.,1988) ve İngiltere'de hayvan, sebze ve endüstriyel atıkların işlenmesi konularında yoğunlaşmıştır.

2.4. Vermikompost İşleminde Uygulanan Yöntemler

Vermikompost faaliyetlerinde, farklı organik çöpler farklı işlemlerden geçirilerek işlenir (Edwards and Burrows, 1988). Domuz ve büyük baş hayvan gübresi samanla karıştırılarak veya üre düzeyini azaltmak için sıvı kısımdan ayrılarak kullanılabilir. Domuz gübresi toplandıktan en az 2 hafta sonra sığır gübresi ise 3-4 gün sonra solucanlara besin olarak sunulabilir. Ördek, hindi ve tavuk gübreleri yüksek seviyede amonyak içerdikleri ve amonyak solucanlar üzerindeki zehir etkisi yaptığı için, bu değer 0.5 mg/g seviyesine düşene dek, bu dışkı artıkları samanla karıştırılmış dahi olsa solucanlar bu gübre yığınlarına bırakılmamalıdır. Öte yandan endüstriyel atık/atıklar; kağıt ve bira sanayi artıkları, işlenmiş patates, restoran ve bahçe artıkları vermistabilizasyon sürecinde solucanlar tarafından kolaylıkla kabul görürler (Edwards, 1998).

Vermitekoloji alanında uygulanan yöntemler; basit açık alan yığın sıralarından (windrow), kompleks kapalı sistem (continuous) reaktörlere kadar uzanan geniş bir çeşitliliğe sahiptir (Price, 1987). Toprak üzerinde açık sıra-yığınlar şeklinde yapılan sıra metodunda süreç çok dikkatli takip edilmelidir. Solucan üretiminin, 50 cm'lik derinliğe sahip yataklarda, organik atık/atıkların düzenli aralıklarla ve ince katmanlar şeklinde yapıldığı sistemler fazla işçilik gerektirmez ve uygulaması kolaydır. Soğuk iklimlerde bu sistemin bir örtüyle dış ortamdan izole edilmesi gerekir. Kasa, sandık/ kutu şeklindeki basit kaplardaki (batch) üretim kullanışlıdır ve bu sisteme istenildiğinde besin ilavesi ve atık dışarı atımı otomatik yapan sistemler de monte edilebilir. Hem solucan hem de kompost (kest) üretimini maksimize etme amaçlı yeni tasarımlar geliştirme çalışmaları devam

etmektedir. Vermitekoloji alanındaki teknik gelişim, ileri teknoloji ile insan gücü gereksinimini azaltarak minimum zamanda maksimum solucan biokütle üretimini ve maksimum miktarda organik atık veya atıkları işlemeyi sağlamayı hedeflemektedir (Edwards, 1998).

Vermitekoloji alanındaki yöntemler genel olarak üç kategoriye ayrılabilir. Kurması kolay ve teknolojisi basit olanlar, teknolojisi ve fiyatı yüksek olan sistemlerden daha fazla iş gücü gerektirir ve bu gruptaki yöntemlerin vermikompost üretiminde verim düzeyleri ikinci gruptakilere göre daha düşüktür. Çünkü ikinci gruptaki teknolojiler çöpü çok hızlı işler. Bu sebeple, bir vermikültür işletmesinde veya çalışmasında hangi seviyede teknolojinin kullanılacağı alan büyüklüğüne, iş gücü kaynaklarına ve işlenecek atık veya atık tipine göre belirlenir (Edwards, 1998).

Bu alanda uygulanan yöntemler şöyle sınıflandırılabilir:

1) Düşük maliyetli zemin yataklar veya sıralar (Low-Cost Floor Beds or Windrows): Açık alan sıra yığınları (windrow) veya basit duvarlarla çevrili yataklar (floor beds) vermikomposting alanında kullanılan en basit yöntemlerdir. Bu yatakların büyüklükleri konusunda kısıtlama yoktur, fakat enine uzunluğun 2,4 m'yi geçmemesi, yığının tamamının işlenmesini kolaylaştırır. Yığının uzunluğu çok daha az öneme sahiptir ve tamamen kullanım alanına bağlı olarak belirlenebilir. Vermikompost karışımı doğrudan toprak üzerinde olabilir ve sızma sebebiyle toprağın suya doyması diye bir durum olmaz. Bu metodun uygulamasında yeterli su ilavesi ve fazla suyun serbest şekilde yığını terk etmesi sağlanmalıdır. Bu zemin yataklar/ sıralar organik maddeyi diğer yöntemlere göre daha yavaş; 6-12 ayda işler. Bu süre içinde buharlaşma ve sızıntı sebebiyle bitki besin kayıpları olabilir (Edwards, 1998).

2) Hareketli besleme-kapaklı yataklar (Gantry-Fed Beds): Vermikomposting alanında işlem etkinliğini arttırmak için, yatak derinliğinin en fazla 1 metre olması ve yiyecek katmanlarının 1-2 cm olarak sıkça ilave edilmesi önemlidir. Bu amaç yatak kenarları üzerinde yükselen hareketli bir kapak kullanımı ile gerçekleştirilebilir. Az, ama sık besin ilavesi çöp işleme etkinliğini en yüksek seviyeye çıkarır, kompostlaşma sürecinde ısı üretiminin

en alt seviyede kalmasını ve solucanların devamlı olarak en taze besinle yüze yakın beslenmelerini temin eder (Edwards, 1998).

3) Konteynır veya kutular (Containers or Box Systems): Edwards (1988a) büyük veya küçük kutu/ kaplar içinde gerçekleştirilen yığın (batch) vermikomposting metodunda çok fazla iş gücü gerektiği için bu malzemelerin, ilave birimlerle geliştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Bu yöntem daha çok küçük çaplı ev ve yemekhane gibi mekanlar için uygundur.

4) Yükseltilmiş hareketli-besleme kapaklı yataklar (Raised Gantry-Fed Beds): Solucan faaliyeti genelde üst 10-15 cm'lik organik çöp tabakasında gerçekleştiği için zamanla ilave edilen besin tabakaları içeriği doldurur, bunların boşaltılması gerekir. Çöplerin işleme etkinlik ve hızını arttırmak için, yatak malzemesine ayak ekleyerek yükseltmek ve böylece ürünü alttan almak mümkün olur. Yatak, delikli bir alt kısma sahipse, buradan kest alttaki hareketli (çekmece) bölüme dökülerek toplanabilir. Karışım materyali yaylı bir üst kapaktan günlük olarak ince tabakalar halinde ilave edilip, işlenen besin alttan toplanırsa bu şekilde yatak içindeki solucanlar rahatsız edilmeden sistem sürekli kullanılabilir. Bu sisteme, tamamen mekanize "besin ilave" ve "vermikompost toplama" parçaları takılabilir. Böylesi otomatik devamlı-işleyen reaktörler (automated continous- processing reactor) 2 yıl boyunca problem yaşamadan ve etkili bir şekilde kullanılabilir (Price and Phillips, 1990; Edwards, 1995).

3. Vermikest Özellikleri

Solucanın sindirim sistemindeki özel mikrofloranın, organik maddenin hızlı bir şekilde humusa benzer son döküntü materyali olan vermikesti oluşturmada bilhassa sorumlu olduğu ifade edilmiştir. Bu dışkı materyali; granülüsü ama homojen, kokusuz ve mikrobiyolojik açıdan solucanın beslendiği materyalden daha aktiftir (Doube and Brown, 1998). Daha da önemlisi, solucan dışkısı içindeki önemli bitki besin elementlerinin suda çözünürlükleri, solucanın besin olarak içine aldığı materyalin çözünürlüğünden daha fazladır ve düşük hızla bu besinleri ortama bıraktıkları için daha uzun süre bitkiyi besleyebilirler (Buchanan et al., 1988). Bu kestler, sahip oldukları çok küçük organik kalıntıları ve mikroorganizmaları

buldukları topraklara veya organik maddelere bulaştırırlar. Daha sonra, kest içindeki bu mikroorganizmalar toprakta temas ettikleri; bulaştıkları organik maddenin ayrışma hızını artırır ve buldukları organik maddenin solucan tarafından sindirilmesini kolaylaştırırlar. Bu kestlerin bitki büyüme düzenleyicileri gibi biyolojik bakımdan aktif maddeler içerdikleri de bildirilmiştir (Edwards and Bohlen, 1996).

Vermikompost son ürünü olan solucan dışkısı (vermikest) içindeki bitki besin elementleri, bitkiye yarayışlılık ve konsantrasyon değeri açısından ticari saksı karışımlarından ve geleneksel metotlarla (termofilik kompost) üretilen kompost ürünlerinden daha üstün özelliklere sahiptir. Oksijenli parçalanmadan sonra solucanın sıvı formda aldığı besinler sindirim sisteminde daha ileri seviyede parçalandığı için; vermikest bitkiye yarayışlı (ileri parçalanma gerekmeden bitkinin alabildiği formda) besin elementleri açısından zengindir (Buchanan et al.,1988). Örneğin; vermikest zengin 10-15 cm lik üst topraktan 5 kat daha fazla mineral N, 7 kat alınabilir potasyum, 3 kat fazla kalsiyum içerir (Barley,1961). Vermikompostun içindeki bitki besin elementlerinin %97'si özellikle N, P ve K bitki tarafından büyüme sırasında doğrudan alınabilir formdadır (Barley, 1961). Vermikestin içindeki bitkiye yarayışlı bazı besin elementleri konsantrasyonu, termofilik kompost ile elde edilen ürünlerin içerdiği konsantrasyon seviyelerinden daha yüksektir. 1970'li yıllarda vermikompost çalışmalarına İngiltere'de başlamış olan Prof. Clive Edwards şöyle diyor:

"Vermikest piyasada bulunan tüm organik gübreler içinde en üstünüdür. Vermikestin mikrobiyal aktivite seviyesi topraktan 10 ila 20 kat daha fazladır. Bu yüksek mikrobiyal çeşitlilik, bitki gelişimini teşvik eden kimyasalların (hormon ve diğer bileşikler) ve zararlı bitki patojenlerinin gelişimini baskılayan enzim ve çeşitli bileşiklerin üretilmesini sağlar" (Logsdon, 1994).

Vermikestin içerdiği, solucan mucusu ile çevrelenmiş besin elementleri yavaş salınır ve bitki tarafından hemen kullanılabilir formdadır. Bu besinler yavaş çözüldüğü için sızıntı sonucu besin elementlerinin kaybı söz konusu olmaz. Ayrıca vermikestin gözenekli, yüksek havalanma ve su tutma kapasitesi bu

maddeyi mükemmel bir toprak “düzenleyicisi” yapmaktadır. Bu özelliklere ilaveten bu materyal bitki köklerini aşırı sıcaklıklardan korur, erozyonu ve yabancı ot gelişimini azaltır. Vermikest kokusuzdur, insan sağlığına zarar verebilecek patojenler veya kimyasal madde içermez ve %100 tekrar kullanılabilir maddeler içermektedir. Vermikest sera ve saksı toprağı olarak hayal edilebilecek en mükemmel karışım materyalidir. Hem bahçe hem de tarla bitkilerinde söz konusu pozitif etkiler gözlenmiştir. En hassas bitkilerde dahi yanma etkisi görülmez ve tüm besin elementleri suda çözünebilir özelliindedir. Malç olarak kullanıldığında sulama ile besin elementleri doğrudan bitki köküne ulaşır (Anonymous, 1992).

Çoğu zenginleştirici saksı karışım materyalleri 2-3 gün içinde besinlerini kaybederler. Vermikest ise saksı içinde besin kaynağı olarak fonksiyonunu söz konusu materyallerden 6 kat daha uzun süre muhafaza ederler. Bu sebeple, aynı miktar saksı toprağı için diğer karışımlardan 5 kat daha az miktarda vermikest yeterli olacaktır. Ayrıca, vermikest diğer ticari saksı karışımlarından daha ucuzdur ve daha iyi sonuç verir. Vermikest ağırlığının 2-3 katı suyu tutabildiğı için daha az sulama masrafı söz konusudur. Bitki köklerini kimyasal gübreler gibi yakmazlar (Anonymous, 1992).

3.1. Vermikompost Ürünlerinin Bitki Besleme Amaçlı Kullanımı

Vermikestin bitki besleme etkisi ilk kez Fosgate ve Babb (1972) tarafından rapor edilmiştir. Araştırmacılar, sığır gübresinden elde edilen kestin “özel sera çiçek karışımına” eş değer seviyede bitki büyümesini teşvik ettiğini ifade etmişlerdir. Handreck (1986), vermikestin bitkilerin ihtiyaç duyduğu -çoğu iz-element ihtiyacını karşılayabileceğini fakat çoğu kestin bitkilerin tüm N ihtiyacını karşılayamayacağını ifade ederken; Edwards (Edwards et al.,1985), çoğu organik atık/atıklarda yeterli seviyede besin olduğu ve vermikompost sürecinde çok az N kaybı olduğu görüşünü savunmaktadır. Edwards ve Burrows (1988), vermikestin peat, çam kabuğı ve değişik ticari (Kettering loam, Levington kompostu gibi) karışımların, değişik oranlarda çeşitli sebze, meyve ve soğanlı süs bitkilerinin yetiştirilmesinde kullanıldığı çok geniş bir

çalışmada, kestin bariz şekilde bitki çimlenme hızını ve bitki büyümesini arttırdığını rapor etmişlerdir. Edwards ve ekibinin bir çalışmasında, bezelye, marul, buğday, lahana, domates ve turp bitkileri önce hayvansal atıklardan elde edilmiş vermikest içeren küçük saksılarda çimlendirilmiş ve daha sonra şaşırtma yapılmıştır. Bu çalışma süs bitkileriyle de aynı şekilde tekrar edilmiştir. Her iki çalışmada da çimlenme hızının ve fide büyümesinin kestin içeren karışımlarda, ticari saksı karışımı içeren saksılara göre daha iyi gerçekleştiğı ifade edilmiştir. Organik atık ve atıklardan elde edilen değişik kestin çeşitlerinin soğanlı süs bitkilerinde kullanıldığı çalışmalarda, özellikle krizantem, salviya, petunya bitkilerinin çok daha erken dönemde çiçek açtıkları görülmüş ve bu etkinin kestin içindeki mikrobiyal aktivite sonucu oluşan kimyasalların hormonal etkileri olabileceğı ifade edilmiştir (Edwards, 1988a,b). Ticari bir bitki karışımına sadece %5 oranında hayvan atıklarında elde edilmiş kestin ilave edilmesinin bitki büyümesinde bariz bir iyileşmeye sebep olduğu ve bu etkinin sadece besin içeriğinden kaynaklanmadığı öngörülmüştür. Diğer bir çalışmada lahana bitkisi domuz gübresinden elde edilen kestin içinde çimlendirilmiş ve araziye nakledilmiştir. Hasat zamanına kadar kestin karışımında büyüyen bitkilerin büyüme ve olgunlaşma değerlerinin diğer karışımlardaki bitkilerin değerlerinden çok daha iyi olduğu rapor edilmiştir (Edwards and Burrows, 1988).

Edwards ve ekibi, solucan sindirim sistemindeki mukusun mikrobiyal popülasyonlar için optimum bir ortam oluşturarak vermikestin mikrobiyal çeşitlilik ve popülasyon miktarlarını arttırdığını ifade etmiştir. Vermikest granülleri içinde korunan zengin mikrobiyal çeşitlilik, bitki büyümesini teşvik eden çok miktarda kimyasalın (bitki büyüme hormonları) üretildiğı yerdir. Bu büyüme hormonları da vermikompost sürecinde oluşan hümit bileşiklere yapışmakta ve bitki ihtiyaç duyduğunda suda çözünürlükleri yüksek olan bu kimyasalları kolaylıkla alabilmektedir. Günümüze kadar çok sayıda farklı bitki türüyle gerçekleştirilen çalışmalar; üstün özelliklere sahip kestinlerin diğer peat veya farklı ticari bitki ortamları ile karıştırılmasıyla çok kaliteli bitki büyüme ortamlarının elde edilebildiğini göstermiştir.

3.2. Vermikompost Ürünlerinin Bitki Hastalıklarını Kontrol Amaçlı Kullanımı

Edwards ve ekibi vermikestin, çimlenme öncesinde, sırasında ve sonrasında sebep oldukları enfeksiyonlar sebebiyle büyük ekonomik kayıplardan sorumlu toprak kökenli bitki hastalıklarını baskılama kapasitesini araştırdıkları saksı denemelerinde, kestın *Rhizoctonia*, *Fusarium* (Şimşek-Erşahin, 2007), *Pythium* ve *Verticillium* (Edwards and Arancon, 2004) gibi toprak kökenli patojenlerin sebep olduğu hastalıkları etkili şekilde kontrol edebildiğini ortaya koymuştur. Steril kestın hastalık gelişimi üzerindeki baskılama etkisinin kaybolması, bu etkinin mikrobiyal antagonizmaya dayalı olduğunu düşündürmektedir. Karşılaştırmalı çalışmalarda, vermikestin mikrobiyal aktivite seviyesinin termofilik komposta göre çok yüksek olması durumu (Hoitink and Boehm, 1999), vermikestin toprak kökenli bitki çürüklük etmenleri üzerindeki hastalık baskılama potansiyelini arttıran ana etmen olarak düşünülmektedir (Edwards ve Arancon, 2004). *Fusarium* spp. ile yapılan bir çalışmada (Szczecz, 1999) hastalık oluşumu veya şiddetini baskılama etkisinin diğer patojenlerde olduğu gibi biotik orjinli olduğu ifade edilmiştir. Bu çalışmada büyükbaş hayvan gübresinden üretilen vermikestin, *Phytophthora nicotiana* üzerindeki baskılama etkisinin fungitoksik değil fungistatik olduğu öngörülmüştür. *Rhizoctonia* spp. hastalıkları üzerinde yapılan çalışmalarda, aynı seviyede hastalık baskılama etkisinin oluşması için *Pythium* spp. ve *Phytophthora* spp.'ye göre daha yüksek (%40 hacim) miktarda vermikestin kullanımı gerektiği rapor edilmiştir (Szczecz ve Smoliska, 2001).

Termofilik ve mezofilik kompost ürünlerinin fide çökerten ve bitki çürüklük etmenleri olan fungal patojenleri baskılama mekanizması iki grupta toplanmıştır: Özel mikroorganizma türlerini gerektiren “spesifik baskılama” etkisi ve çok geniş bir mikroorganizma çeşitliliğine dayanan “genel baskılama” etkisi (Edwards ve Arancon, 2004). *Pythium* ve *Phytophthora* üzerinde yapılan kompost uygulamalarında, bu patojenleri baskılayan mikro florayı besleyecek organik madde miktar ve kalitesinin arzu edilen genel baskılama etkisinin ortaya çıkışında esas belirleyici etmen olduğu ifade

edilmiştir. *Rhizoctonia* ile yapılan çalışmalarda, dayanıklı skleroşiya yapısı oluşturan bu patojene karşı, *Tricoderma*, *Flavobacterium* gibi spesifik antogonistik etkiye sahip özel mikroorganizma florasının mevcudiyetinin “spesifik baskılama” etkisinin ortaya çıkması için gerekli olduğu ifade edilmiştir.

Vermikestin katı formunda kullanımının yanı sıra son yıllarda vermikestten, havalandırılmalı (aerated) ve havalandırmasız (non-aerated) olarak elde edilen vermikest çayının hem toprak kökenli ve toprak üstü bitki patojenlerine karşı veya gübre olarak kullanımı son on yılda hızla yaygınlaşmıştır. Havalandırılmalı (aerated) vermikest çayı elde etmede 1 hacim vermikest ile 10/50 hacim içilebilir çeşme suyu karıştırılır ve 12-24 saat düzenli olarak içine hava verilir veya suyun devamlı sirkülasyonu sağlanır. Havalandırmasız (non-aerated) vermikest çayı hazırlamak için 1 hacim kest ile 3/10 hacim çeşme suyu üzeri açık bir konteynır içinde karıştırılır. Bu karışım günlük karıştırılabilir veya karıştırmaksızın 1 ila 3 hafta bu şekilde beklemeye bırakılır. Havalandırmasız kest çayı yapımında kullanılan ilave maddeler; maya, alg tozu karışımları solüsyondaki bakteri popülasyonunun artışı sağlar (Zibilske, 2004). Toprak kökenli hastalıklarla mücadelede, toprak altı vejetatif organların veya tohumun kest çayı içinde tutularak bu kısmın solüsyondaki mikrobiyal popülasyon ile kaplanması sağlanır. Yaprak ve meyva patojenlerine karşı vermikest kullanımı spreyleme şeklinde uygulanmaktadır (Scheurell and Mahaffee, 2002). Kompost ve vermikest çayı ile yapılan çalışmalarda, bu solüsyonların bitki hastalıklarını baskılama etkinliği ile sahip olduğu bakteri popülasyon seviyesi arasında doğru orantılı bir ilişki gözlenmiştir (Suthar, 2007).

4. Sonuç Ve Öneriler

Çevre dostu, ek gelir ve kaynak kazanımını sağlayan vermitekoloji uygulamaları, özellikle küçük ve orta ölçekli tarımsal işletmeler için düşük girdili tarımsal üretim faaliyetini mümkün kılar. Vermikompost teknikleri çok düşük maliyet gerektiren kolay uygulanabilir yöntemlerdir. Doğru uygulanmış ve iyi takip edilmiş bir vermikompost süreci sonunda, biyo-gübre ve biyo-pestisit olarak etkili, ticari değeri çok yüksek bir ürün elde edilebilir.

Fakat kestlerin veya kest çaylarının sahip oldukları ticari potansiyellerinin yaygın ve tekrarlanabilir olarak kullanılabilmesi için, bu ürünlerin besin içeriklerinin uygun seviyede olması, pH değerinin uygun seviyeye

getirilmesi ve kanalizasyon benzeri atıkların kullanımında muhtemel insan patojenlerinin bertaraf edilmesi gibi konularda standardizasyona dikkat edilmelidir.

Kaynaklar

- Anonymous, 1992. "Vermigro" Premium Earthworm Soil Product, sold by Canyon Recycling, San Diego, Ca. Worm watch, Education Department of South Australia.
- Anonymous, 1997. United S.G. Survey on National Pesticide Synthesis Project. Summary (online) Available at <http://water.wrusgs.gov/pnsph.html>.
- Anonymous, 2001. Pesticides spread and their toxic reach. Agrochemicals Report. http://www.fadinaporg/nib/nib2002_3/index.html
- Atiyeh, R, Edwards, C, Subtler, S, Metzger, J, 2000. Effect of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedo Biologia*, 44, 579-590.
- Baier-Anderson, C. and Anderson, R.S. 2000. The effects of Chlorothalonil on oyster hemocyte activation: Phagocytosis, reduced pyridine nucleotides, and reactive oxygen species production. *Environmental Research*, 83(1), 72-78.
- Barley, K. P. 1961. Plant nutrition levels of vermicast. *Advances in Agronomy*. 13, 251.
- Boehm, M.J., Madden, L.V., And Hoitink, H.A.J. 1993. Effect of organic matter decomposition level on bacterial species diversity and composition in relationship to Pythium damping –off severity. *Appl.Environ.Microbiol.* 59: 4171-4179.
- Buchanan, M.A., Russell, E., Block, S.D. 1988. Chemical characterization and nitrogen earthworms in environmental and waste management In C.A.Edwards and E.F. Neuhauser (Eds.), SPB Acad. Publ., the Netherlands, 231-239.
- Butt, K.R. 1993. Utilization of solid Paper mill sludge and spent brewery yeast as a feed for soil-dwelling earthworms. *Biosource Technology*, 44: 105-107.
- Carson, R. 1962. *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin Co., USA.
- Chen, Y., Inbar, Y., Hadar, Y. 1992. Uses of compost to suppress plant diseases. *Biocycle*, Emmaus: June, 33 (6), 48.
- Chen, S.K., Edwards, C.A., and Subtler, S. 2001. Effects of the fungicides benaomyl, captan and chlorothalonil on soil microbial activity and nitrogen dynamics in laboratory incubations. *Soil Biology and Biochemistry*. 33(14), 1971-1980.
- Chernyak, S. M., Rice, C.P., and McConnell, L.L. 1996. Evidence of currently-used pesticides in air, ice, fog, seawater and surface micro layer in the Bering and Chukchi seas. *Marine Pollution Bulletin*, 32(5), 410-419.
- Doube, B.M., and G.G. Brown, 1998. Life in a complex community: functional interactions between earthworms, organic matter, microorganisms, and plants. In *Earthworm Ecology*. Ed. Clive Edwards, St Lucie Press, 179-211.
- Dominguez, J., Edwards, C.A., and Subtler, S. 1997. A Comparison of vermicomposting and composting. *Bio Cycle*: 38, No. 4: 57-59.
- 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
- Edwards, C.A. 1988a. Breakdown of animal, vegetable and industrial organic wastes by earthworms. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 24: 21-31.
- Edwards, C.A. 1988b. Breakdown of animal, vegetable and industrial organic wastes by earthworms. *Agriculture, Ecosystems and Environment*: 24:21-31
- Edwards, C.A. 1995. Commercial and environmental potential of vermicomposting: A historical overview. *BioCycle*, June, 62-63.
- Edwards, C.A., Burrows, I., Fletcher, K.E. and Jones, B.A. 1985. The use of earthworms for composting farm wastes. In *composting of Agricultural and Other Wastes*. JKR Gasser (Ed.). Elsevier, Amsterdam, 229-242.
- Edwards, C.A. and Niederer, A. 1988. The Production and Processing of earthworm Protein. In *earthworm in Waste and Environmental Management*. C.A. Edwards and E.F. Nuehauser (eds.) SPB Academic Publishing, the Netherlands, 169-180.
- Edwards, C.A., and Bohlen, P.J. 1996. *Biology and Ecology of Earthworms*. 3rd. Ed. Chapman and Hall, New York.
- Edwards, C.A. 1998. Preface. In: C.A. Edwards (ed.) *Earthworm Ecology*. CRC Press, Florida, USA.
- 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.
- Edwards, C.A. and Burrows, I. 1988. The potential of earthworm composts as plant growth media, In *Earthworms and Waste Management*. C.A. Edwards and E.F. Neuhauser (ed.) SPB Academic Publishing, the Netherlands, 211-220.
- Fosgate, O.T. and Babb, M.R. 1972. Biodegradation Of Animal Wastes By *Lumbricus Terrestris*. *J.Dairy Sci.*, 55: 870.
- Fushiwaki, Y., Tase, N., Saeki, A., And Urano, K., 1990. Pollution by the fungicide Pentachloronitrobenzene in an intensive farming area in Japan. *The Science of the Total Environment*, 92: 55-67.
- Hadar, Y. 1991. Control of soil-borne diseases using suppressive compost in container media. *Phytoparasitica*, 19 (2), 167.

- Handreck, K.A. 1986. Vermicomposting as components of potting media. *Biocycle*, October.
- Hoitink, H.A.J., Schmitthenner, A.F., and Herr, L.J. 1975. Composted bark for control of root rot in ornamentals. *Ohio Reporter*, 60: 25-26.
- Hoitink, H.A.J., Inbar, Y. and Boehm, M.J. 1991. Status of compost-amended potting mixes naturally suppressive to soil borne diseases of floricultural crops. *Plant Disease*, 75: 869.
- Hoitink, H.J. 1993. Compost can suppress soil-borne diseases in container media. *American Nurseryman*. September, 15, 91-94.
- Hoitink, H.J., Harry, A.J., Zhang, W. 1997. Making compost to suppress plant disease. *BioCycle*, 38(4), 40.
- Hoitink, H.A.J. and Boehm, M. J. 1999. Biocontrol within the context of soil microbial communities: A substrate-dependent phenomenon. *Ann. Rev. Phytopathol*, 37: 427-446.
- Logsdon, G. 1994. Worldwide Progress in Vermikomposting. *Biocycle*, October, 63.
- Neuhauser, E.F., Loehr, R.C., And Malecki, M.R. 1988. The Potential of earthworms for managing sewage sludge. In *earthworms and Waste Management*. C.A.Edwards and E.F. Neuhauser (ed.) SPB Academic Publishing, The Netherlands, 9-20.
- Price, J.S. 1987. Development of vermicomposting system. *Proceedings of the 4'the International CIEC Symposium on Agricultural Waste and Management Environmental Protection*, 1: 294-300.
- Price, J.S. And Phillips, V.R. 1990. An improved mechanical separator for removing live worms from worm-worked organic wastes. *Biological wastes*, 33: 25-37.
- Schuman, S.H And Simpson W. 1997. A clinical historical overview of Pesticide health issues. *Occup Med-state of the Art Rev.*, 12: 203-207.
- Szczecz, M.M. 1999. Suppresiveness of vermicompost against *Fusarium wilt* of Tomato. *J. of Phytopathology*, 147, 155.
- Szczecz, M. and Smolinska, U. 2001. Comparison of suppressiveness of vermicomposts produced from animal manures and sewage sludge against *Phytophthora Breda de Haan var. nicotianae*. *Phytopath-Z*, 149(2), 77-82.
- Suthar, S. 2007. Production of vermifertilizer from guar gum industrial wastes by using composting earthworm *Perionyx sansibaricus* (Perrier). *Environmentalist*, 27: 329-335.
- Scheurell, S. and Mahaffee, W. 2002. Compost tea : Principles amd prospects for plant disease control. *Compost Science and Utilization*, 10(4), 313-338.
- Şimşek-Erşahin, Y., 2007. Vermikest ve vermikest hümik fraksiyonlarının hıyar (*cucumis sativus* L.) kök ve gövde çürüklük etmenleri *Rhizoctonia solani* (kühn) ve *Fusarium oxysporum* f.sp *cucumerum* üzerindeki baskılama etkisinin belirlenmesi. Doktora Tezi. GOP Üniversitesi Fen Bil. Enstitüsü, Tokat.
- Zibilske, L. 2004. National Organic Standards Board. Compost Tea Task Force Report. USDA/ARS.