

VERMİKOMPOSTUN (SOLUCAN GÜBRESİ) ÜRETİMİ VE BİTKİ BESLEMESİNDEKİ ÖNEMİ

Ezgi Abacıoğlu^{1*}, Sinem Yatgın¹, Elif Tokel¹, Perihan Yücesoy¹

¹ Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 74100, BARTIN

Öz

Tüm Dünyada olduğu gibi ülkemizde de her geçen gün doğal kaynaklarımız azalmaktadır. En önemli doğal kaynaklarımız arasında bulunan topraklar yapılan yoğun bitkisel üretim ve bilinçsiz kimyasal gübre kullanımı sonucunda iyi olan fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini kaybederek çoraklaşmaktadır. Topraklar üzerindeki bitki örtüsünden yoksun kaldığı zaman erozyona uğramakta ve öncelikle organik madde ve azot içeriği bakımından zengin olan verimli üst toprak tabakasını kaybetmektedir. Ayrıca vejetasyon örtüsünün azalması ile birlikte şiddetli yağışlarda toprakta bulunan bitki besin elementleri yıkanma ile birlikte aşağılara inerek bitki köklerinin bulunduğu tüketme zonundan uzaklaştırılmaktadır. Bozulan ve verimsizleşen toprakların ıslah edilerek önceki verimli haline getirilmesi gerekmektedir. Islah çalışmaları çok çeşitli olup günümüzde ekolojik açıdan doğal ekosisteme zarar vermeyen yöntemler trend olmuş durumdadır. Bunlardan bazıları efektif mikroorganizmalar ile aşlamalar yapmaktır. Ayrıca verimikompost hem bitki beslemesini destekleyen hem de toprak özellikleri üzerinde (strüktür yapısını iyileştirmek, su tutma kapasitesini artırmak, toprakların hava ekonomisini düzenlemek vb.) olumlu etkileri olan doğal gübrelere dendir. Solucan gübresi organik üretim yapılan her yetiştiricilikte kullanılabilir olmasıyla tercih edilmeye başlamıştır. Vermikompostun bu özelliklerinden ve doğal ekosistemlere zarar vermemesinden dolayı kullanımı hem ülkemizde hem de dünyada artmaktadır. Bu çalışmada verimikompostun üretimi ve bitki beslenmesindeki önemi hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Vermikompost, solucan gübresi, bitki beslenmesi, toprak özellikleri

PRODUCTION OF VERMICOMPOST (Worm FERTILIZER) AND ITS IMPORTANCE IN PLANT NUTRITION

Extended Abstract

As in the whole world, our natural resources are decreasing day by day in our country. Soils, which are among our most important natural resources, are losing their physical, chemical and biological properties because of a result of intensive plant production and unconscious use of chemical fertilizers. When it is deprived of vegetation on the soils, it erodes and loses its fertile upper soils, which are rich in organic matter and nitrogen content. In addition, with the decrease of vegetation cover, the plant nutrients leaches down in the soil in heavy rains and are removed from the consumption zone where the plant roots are located. The degraded and inefficient soils need to be improved and transformed into their previous fertile form. Rehabilitation methods are very diverse and they are in trend today which do not harm ecologically to the natural ecosystem. Some of these are inoculations with effective microorganisms. In addition, vermicompost is a natural fertilizer that both supports plant nutrition and has positive effects on soil properties (improving structure structure, increasing water holding capacity, regulating the air economy of soils etc.). Worm fertilizer has started to be preferred because it can be used in any cultivation in organic production. The use of vermicompost is increasing both in our country and in the world due to these properties and not harming natural ecosystems. As the studies increase, the experience gained will increase and will guide the production. As scientific research gives positive results, trust in worm manure will increase. The highest benefit should be aimed without harming the nature as much as possible. Worm manure, which is not harmful to the environment, should be increased in plant production in terms of both gaining to the soil and utilization of waste. Training on the use of earthworm fertilizers and other organic alternatives will be beneficial to farmers. Training on the use of earthworm fertilizers and other organic alternatives will be beneficial to farmers. In this study, information about vermicompost production and its effects on plant nutrition was given.

Key Words: Vermicompost, worm fertilizer, plant nutrition, soil properties

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Ezgi ABACIOĞLU; Bartın University, Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Forest Engineering, 74100, Bartın-Turkey.

Geliş (Received) : 16.05.2020

Kabul (Accepted) : 21.06.2020

Basım (Published) : 31.07.2020

1. Giriş

Tüm Dünyada olduğu gibi ülkemizde de nüfus artışıyla birlikte kıt olan doğal kaynaklarımıza olan ihtiyaç artmaktadır. Bununla birlikte düzensiz ve usulüne uygun şekilde kullanılmayan doğal kaynaklarımız gün geçtikçe özelliklerini kaybetmektedir. Bitki örtüsü ve üzerinde yaşadığı topraklarımız en önemli doğal kaynaklarımız arasında bulunmaktadır. Ancak, bitki örtüsünün tahrip edilmesi sonucunda erozyonla büyük toprak kayıpları meydana gelmektedir. Erozyon ile toprakların ince fraksiyonlarının fazla olduğu, organik madde, azot ve bitki besin elementleri açısından zengin olan üst toprak kaybedilmektedir. Bu durumun ilerlemesi durumunda çizgi erozyonu ile başlayan toprak kayıpları sonucunda oluk ve oyuntu erozyonları meydana gelebilmektedir. Tahrip edilen vejetasyonun ve toprak özelliklerinin ıslah edilebilmesi için kimyasal, mekanik, biyolojik yöntemler kullanılabilir. Ayrıca kimyasal veya organik gübrelemeler yapılarak bitkilerin verimleri artırılmakta ve toprak özellikleri iyileşmektedir.

Geleneksel yöntemlerde kullanılan kimyasal girdi, yanlış tarım uygulamaları gibi faaliyetler toprakta kirlenmeye, yorulmaya, verim kayıplarına ve yarayışlı mikroorganizmaların ölümüne sebep olmaktadır (Sinha ve Herat, 2009). Ancak ıslah yöntemleri arasında günümüzde en önemli trendlerden bir tanesi organik yolla yapılan vermikomposttur. Vermikompost ile bitkilerin verimlilikleri artırılırken toprak özellikleri de iyileşmektedir. Toprak yorgunluğu bilincinin anlaşılması ve beslenme kaynaklı problemlerin artmasıyla organik gübre kullanımı ve gübre üretimi çalışmaları genişlemektedir. Organik gübreler bitkisel ve hayvansal atıklardan oluşmakta olup, çoğu doğada bulunmaktadır. Organik gübreler, toprakların havalanma, su tutma kapasitesini artırır. Vermikompost toprakların strüktür yapısını iyileştirerek gözenek yapısını iyileştirir, su tutma kapasitesini artırır ve hava ekonomisini düzenler.

Vermikompostun, hayvansal ve bitkisel atıkların yönetimini daha kolay hale getirdiği ve bu atıkların değerlendirilmesini sağladığı ifade edilmiştir. Ayrıca, vermikompostun besin elementi kayıplarını düşürdüğü, bitki verimliliğini artırdığı, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirmesi nedeniyle güvenilebilir bir organik gübre olduğu belirtilmiştir. Vermikompostun yeterli miktarda faydalı bitki besin maddeleri içerdiği, toprak düzenleme özelliğine sahip olduğu, bazı pestisit ve bitki hastalıklarının kontrol ettiği ve uzun vadede kullanılması durumunda ekonomik olduğu bildirilmiştir (Bellitürk, 2016)

Organik olan bu gübre solucanların dışkılarından elde edilmektedir. Solucanların sindirim sisteminde bulunan sölom vücut sıvısının gübreye geçmesi ile bitkide patojenlere karşı bağışıklığın geliştirmesini sağlamaktadır. Organik atıklarda bulunan mikro besin elementleri, solucanların sindirim sisteminden doğal bir şekilde şelatlanarak dışarı atılması sebebiyle bitkiler tarafından kolayca alınabilmektedir. Mikroorganizmalar, enzimler, bitki besin elementleri, sölom sıvısı sayesinde toprağı organik maddece zenginleştirdiği, pH ve biyolojik yapısına olumlu etkiler gösterdiği bilinmektedir (URL-3, 2020).

Toprağın içerisinde bulunan canlılar verim üzerinde etkilidir. Solucan gübresi için kompost bir solucan olan *Eisenia fetida* kullanılmaktadır. Başka bir isimle Kırmızı Solucan olarak bilinmektedir. Bu solucan sebze, meyve, mutfak, sanayi atıkları ile beslenebilmektedir (Yılmaz, 2017).

Solucan gübresi kullanımında özellikle Kırmızı Solucanın ticari açıdan tercih edilme sebepleri; bu solucanın obur bir beslenme alışkanlığı olması, ince vücutları sayesinde besin yığını içerisinde rahat hareket edebilmeleri ve kendi ağırlığınca gübre verebilme kapasitesine sahip olmalarıdır. Birçok iklimde yaşayabilen bu solucanlar iklim şartları sağlandığında hızla üreyebilmektedirler (URL-5, 2015).

Bu çalışmada vermikompost üretimi ve önemi incelenmiştir. Ayrıca, güvenilir bir organik gübre olmasından dolayı vermikompostun bitki beslemesi üzerine etkileri ile ilgili çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

2. Vermikompost (Solucan Gübresi)

Bitkisel ve hayvansal kaynaklı organik atıkların, solucanlar ve faydalı mikroorganizmalar tarafından işlenerek yapıtaşlarına ayrışma sürecine vermikompostlama, vermikompost ya da biyohumus denilmektedir. Vermikompost, *Lumbricus rubellus* ve *Eisenia fetida* toprak solucanı türlerinin organik olarak yetiştirilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Büyükbaş hayvanların dışkıları ve organik bitkisel materyallerin fiziksel, kimyasal yapılarını değiştirmek üzere üretilmektedir. Vermikompostun üretimi oldukça değerli olup, ambalajlanması da maliyetli bir işlemdir (URL-1, 2020). Solucan gübresi, atıkların geri dönüşümünü sağlaması sebebiyle çevreye büyük oranda olumlu etkileri vardır (Demir, 2010).

Vermikompostun bazı özellikleri;

- Granül yapısı ile toprağın strüktürünü düzenler, su tutma kapasitesini artırır.
- Bünyesinde bulundurduğu bakteriler, topraktaki zararlı bakteriler ile rekabet ederek bitki direncini artırır.
- Doğal bir gübre olup, bitkilere toksik bir etki yapmamaktadır.
- Organik bir gübre olması nedeniyle toprak pH'sını ve toprak strüktürünü düzenler.

Bu nedenlerle toprak üzerindeki olumlu etkisi uzun vadedir (Demir, 2010).

Toprak solucanları, toprağın fiziksel özelliklerini düzeltirken aynı zamanda toprakta mikrobiyal aktivitenin artmasını sağlar ve organik maddelerin ayrışmasını hızlandırır, humus oluşumuna da katkı sağlar. Toprak solucanları, toprak sıcaklığını dengeler ve nemin en uygun seviyelerde kalmasını sağlar. Yağışın çok olduğu ilkbahar aylarında faaliyetlerinin arttığı gözlemlenirken toprağın kuruduğu yaz aylarında daha derinlere inerler ve faaliyetleri azalır (Yıldız vd., 2005).

Toprak solucanları toprak verimliliği için büyük önem taşırlar. Toprak solucanları etkili faaliyetlerini yerine getirmek için gece çalışırlar. Gece çalıştıkları süreçte toprağa atılmış olan ve çürümeye başlayan bitki artıklarını gece toprakta açmış oldukları kanallara taşıyarak beslenirler. Bu bitki atıklarını sindirmeleri sonucunda dışkılarında humus oluşur ve oluşan bu humus toprak verimliliğinin artmasını sağlar. Bir m² bahçe toprağında ortalama 400 adet solucan bir yılda 2,5 kg humus yaparlar. Toprak solucanları aynı zamanda toprakta sürekli bir şekilde açtıkları yeni kanallar sayesinde toprağı havalandırırken yağmur sularının da birikmesini sağlar (Demir vd., 2010).

Farklı amaçlar için toprak solucanlarının kültürünün yapılması işlemi vermikültürdür. İnek gübresi yığınlarında çoğunlukla bulunan kompost solucanı yani gübre solucanı; *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei*, *Dendrobaena veneta*, *Lumbricus rubellus*, *Perionyx excavatus*, *Eudrilus eugeniae*, *Fletcherodrilus* spp, *Heteropodrilus* spp, *Pheretima excavatus*, türleri ılıman iklim kuşağına daha iyi adapte olmaktadır (Edwards ve Bohlen 1996).

Tohumların çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine vermikompost etkisinin, bitkilere besin elementlerinin tek başına sağladığı etkiden daha fazla oranda olduğu bulunmuştur. Bu sebeple bitki büyüme ortamına vermikompost uygulandığında bitki büyümesi üzerinde daha faydalı olduğu saptanmıştır. Solucanların bitki gelişiminde rol oynayan oksin, sitokinin ve giberellin gibi bileşikler salgılayabilmesi sayesinde vermikompost içindeki olumlu hormonal etkisi tespit edilmiştir (Yılmaz, 2017).

Kompost yapmak için kullanılacak olan solucanların özellikle organik maddeleri parçalamada çok iyi olması ve bu parçalama işini çok hızlı bir şekilde yapması gerekmektedir. Toprakta sıkça karşılaştığımız toprak solucanları kompost yapmak için kullanacağımız solucanlardan değildir. Kırmızı kompost solucanları organik maddeleri öğütmede ve bu organik maddeleri parçalamada hızlıdır. Bu kırmızı kompost solucanlarının en sık kullanılan türleri, *Eisenia foetida* ve *Lumbricus rubellus*'tur. Bu türler satın alınabilir ancak hayvancılık yapılan yerlerde gübre yığınlarında, çöplüklerde ve organik maddelerin zengin olduğu topraklarda bolca bulunurlar. Vermikompost üretiminde *Eisenia fetida* (tiger worm), *Eisenia andrei* (red tiger worm), *Dendrobaena veneta*, *Lumbricus rubellus* (red worm), *Perionyx excavatus* (indian blue worm), *Eudrilus eugeniae* (African nightcrawler) türleri başlıca kullanılan solucan türleridir (Şekil-1) (Domínguez ve Edwards, 2011).



Şekil 1. *Eisenia andrei* (red tiger worm)(URL-6, 2020), *Eisenia fetida* (tiger worm)(URL-7, 2020), *Lumbricus rubellus* (red worm)(URL-8, 2020), *Dendrobaena veneta*(URL-9, 2020), *Eudrilus eugeniae* (African nightcrawler)(URL-10, 2020), *Perionyx excavatus* (indian blue worm)(URL-11, 2020).

Vermikompost üretimi yaparken solucan seçimi ne kadar önemliyse yapılacak olan bölgenin hava şartları ve iklimi de kadar önemlidir. Ilıman iklim kuşağında yapılacak vermicompost üretimi için ılıman iklim kuşağında daha fazla görülen *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei* ve *Dendrobaena veneta* türlerinin seçilmesi daha yararlı olacaktır. Sıcak tropik iklim özelliği gösteren bir bölgede yapılacak olan vermicompost üretiminde *Lumbricus rubellus* ve *Perionyx excavatus* türleri ise daha iyi adapte olmaktadır (Şimşek Erşahin, 2007). Vermikompost üretimini ticari amaçlı yapmayı hedefleniyorsa ticari alanlarda en fazla tercih edilenler *Eisenia* spp. (Bansal ve Kapoor, 2000) ve *Lumbricus* spp. (Dickerson, 2004) taksonlarıdır. Kaviraj 2003, yılında yapmış olduğu bir çalışmada bu iki türü karşılaştırmış ve araştırma sonucunda *Eisenia fetida* türünden elde edilen vermicompostun toplam organik madde, C:N oranı, toplam azot (N), fosfor (P), potasyum (K) miktarları bakımından daha üstün özellikler taşıdığı ifade edilmiştir. Ayrıca bu tür ile elde edilen vermicompost ürünlerinde tuzluluk oranının (Elektriksel iletkenlik, EC) daha düşük olduğu belirtilmiştir.

Eisenia fetida diğer türlere göre daha fazla üreme potansiyeline sahiptir ve bu türün içerisinde bulunan solucanlar diğer solucan türlerine göre daha hızlı besin tüketirler. Bu nedenle daha hızlı gübre elde edilmesini sağlarlar. Adaptasyon yeteneğinin geniş olması farklı coğrafi bölgelerde üretim yapılması ve kullanılmasına olanak sağlar (Domínguez ve Edwards, 2011). Dünyada ticari amaçlı üretim yapmak isteyenler özellikle ılıman iklim bölgelerinde *Eisenia fetida* tercih ederler. Çünkü bu tür yüksek adaptasyon yeteneğine sahip ve kaliteli bir ürünün ortaya çıkmasını sağlar (Edwards ve Bohlen, 1996).

Vermikompost hazırlamak için organik materyallerin hazırlanma süresi ve yapılacak olan işlemler farklılık göstermektedir. Vermikompost üretimde kullanılacak organik atığın cinsi kaliteyi belirlemede farklı sonuçlar göstermektedir (Kızılkaya ve Turkay, 2014; Ayneband vd., 2017). Büyükbaş hayvan gübrelerinden kullanılacak olduğu zaman saman ile karıştırılır, üre seviyesini düşürmek için sıvı kısmından arındırılarak kullanılır. Sığır gübresi en erken 3-5 gün içerisinde kullanılabilir duruma gelmektedir. Kompostun fermente olabilmesi için gerekli olan en uygun süre 9 gündür. (Nair vd., 2006). Bu süre termofilik parçalanma ve zararlı patojenlerin yok olması için yeterli bir süredir (Bansal ve Kapoor, 2000). Tavuk, hindi, ördek, güvercin vs. kanatlı hayvanlardan elde edilen gübreler vermicompost üretiminde kaliteyi sağlayamadığı için tercih edilmez. Bunun sebebi bu kanatlı hayvanların gübrelerinde yüksek düzeyde amonyak bulunmasıdır. Amonyak solucanlarda zehir etkisi meydana getirmektedir (Tchobanoglous vd., 1993).

Bunun dışında insan kaynaklı atıklar yani endüstriyel atıklar, belediye ve kanalizasyon atıkları, bahçe atıkları, restoran atıkları, şeker ve kâğıt atıkları vermicompost üretiminde materyal olarak kullanılabilir (Edwards, 1995).

Vermikompost üretiminde en önemli olan aşamalardan birisi solucanlara verilecek olan mamanın doğru bir şekilde hazırlanmasıdır. Bu mamanın fermente olması gerekir. Fermantasyon işlemi organik materyalin ayrışmasını sağlamaktadır. Kompostun hazırlanması için en önemli faktörlerden birisi nem içeriğidir. Mikroorganizmaların çalışma gösterebilmesi için kesinlikle neme ihtiyaçları vardır. Nem içeriğinin %10 un altına düşmesiyle mikrobiyal faaliyet durmaktadır ve nem oranının %40 ın altına düşmesiyle mikrobital faaliyetler minimum seviyeye inmektedir (Tchobanoglous vd., 1993).

Solucanlar uygun düzeyde besin ortamı için %65-75 oranlarında neme ihtiyaç duyarlar ancak bakteriler için optimum nem oranı %55 dir (Rostami ve ark., 2010). Bu işlem teknolojik olarak nem durumunu gösteren cihazlarla tespit edileceği gibi ilkel yöntemlerle nem içeriğinin kontrolünün sağlanması için mamanın avuç içerisine alınması ve avuç içerisindeki mama sıkıldığında yapışacak ama su çıkmayacak derecede nemli olması gerekmektedir (Ceritoğlu vd., 2019).

Vermikompost üretiminde sıcaklık derecesi hem bakteriler hemde solucanların faaliyetlerini sürdürebilmeleri için çok önemlidir, bu sebeple ortam sıcaklığı kontrol altında tutulmalıdır. Solucanlar soğukkanlı canlılar yani açık kan dolaşımına sahip oldukları için vücut ısıları çevre sıcaklığından doğrudan etkilenir (Mısırlıoğlu, 2017). Diğer türlere göre yüksek adaptasyon yeteneğine sahip olan Eisenia fetida türü bile bulunduğu alanda 0 C° ve altında yaşamını sürdüremez ve ölümler görülmektedir. Ortalama olarak 7-8 C° civarında hayatta kalabilirler ancak faaliyet gösterme yetenekleri azalır. Faaliyetleri için optimum sıcaklık 15-25 C° aralığında olup bu sıcaklık derecesi türlere göre farklılık da gösterebilmektedir. Optimum seviyede mikrobiyal faaliyetlerin gerçekleştirilmesi ve devam edebilmesi için aynı zamanda organik maddelerin parçalanma hızının en üst seviyede olması için de en uygun sıcaklık 15-30 C° arasındadır (Rostami vd., 2009).

Vermikompost üretimi için seçilen substrat materyalin karbon- azot (C:N) oranı oldukça önemlidir. C:N oranının yüksek olması mikrobiyal faaliyetlerin azalmasına sebep olmaktadır (Ökmen ve Algur, 2000). C:N oranının çok düşük olduğu materyallerde ise fazla miktarda bulunan amonyak solucanlarda zehir etkisi göstermektedir. (Tchobanoglous vd., 1993). Bu sebepten dolayı seçilecek olan materyalin C:N oranının belirlenmesi faktöründe dikkatli olunması gerekmektedir.

Sıvı solucan gübresi, katı solucan gübresinin kompostlanması sonucu elde edilen bir üründür. Katı gübre taban gübresi şeklinde kullanılırken sıvı gübre ise damla sulama ya da yaprak gübresi olarak değerlendirilebilmektedir. Sıvı solucan gübresi kompostlanan gübrenin işlem görmüş hali olup, bakteri içeriğince zengindir. Katı solucan gübresinin ve suyun belirli şartlar altında, belirlenen oranlarda karıştırılması ile sıvı solucan gübresi elde edilmektedir. Sıvı solucan gübresinin de insanlara, hayvanlara ya da toprak üzerine zararlı etkisi görülmemektedir. Sıvı solucan gübresinin tohumların büyümesinde hızlandırıcı etkisi olup, bitkilerin köklenmesinde uyarıcı ve güçlü kök oluşturmaya imkân vermektedir. Bitki yapraklarına uygulandığında canlılığı arttırdığı, bitkinin daha fazla fotosentez yapmasını sağladığı görülmüştür. Bitki metabolizmasının hızlanmasını sağlayarak bu yönüyle bitki çürümelerini engellemektedir (Yıldırım, 2019).

3. Vermikompostun Üretimi

Solucanların barınacağı alan doğrudan güneş ışığına maruz kalmayan, nemli bir yapıda olmalıdır. Küçük ölçekte bir üretim için evlerin bodrum katları, depo gibi beton bir yapı yoksa izolasyonlu çadırlar kullanılabilir. Bu tip bir üretim sisteminde üreticilere göre metrekareye 10-30 bin solucan kullanılması uygun görülmektedir. 100 bin adet California solucanı aylık 300 kg kadar solucan gübresi üretebilmektedir. Solucan gübresi üretiminde, kültür solucanları kompost hazırlanarak üretim yapılmaktadır (URL-2, 2020).

Kompost yapımı için;

- Çimen, ot
- Ağaç yaprakları
- Mısır sapları, koçan yaprakları
- Yonca
- Fındık, fıstık, ay çiçeği ya da ceviz kabukları (öğütülmüş)
- Mutfak artıkları
- Çay posası
- Pancar yaprakları
- Kâğıt, talaş, karton parçaları kullanılmaktadır (URL-2, 2020).

Solucan gübresi hasatı delikli meyve kasaları kullanılarak yapılabilmektedir. Üretim kasaları solucan gübresi ile meyve kasaları ise mama ile doldurulup solucanların içerisinde toplanılması beklenilip, yeni üretim tankına alınarak yapılmaktadır (URL-2, 2020).

Kırmızı Kaliforniya solucanlarının sağlıklı yaşaması için gerekli ortam sıcaklığı 20-25 C° olup, toprak nem oranı ise %70 ile %85, pH'sı 5-9 aralığında olmalıdır. Üretim yerlerinde ses seviyesi minimum düzeyde tutulmalıdır. Ham maddesi hayvansal kaynaklı olan solucan gübresi, solucanların ayrıştırabileceği forma gelmesi için hayvansal gübre direkt olarak kullanılamamaktadır. Güneş altında 3-5 ay süre ile bekletilir. Bekletilen gübre üretim biçimine göre serilir ve içerisine Kırmızı Kaliforniya solucanları eklenmektedir. Hayvansal gübre eklendiğinde solucanlar gübreye doğru hareket edeceğinden, solucanların hareket yönünün tersinden işlenmiş, kullanıma hazır hale gelen solucan gübresi elde edilmektedir. Solucan gübresi üretim yöntemleri yığma, sandık ve konveyörlü yatak sistemidir (İlke vd., 2019) .

Birçok üretim şekli olmasıyla beraber üretim tesis kurumunda işin maliyeti, üretim amacı, iş gücü veya mekanizasyon tercihleri üretim şeklini seçerken göz önünde bulundurulması gereken faktörlerdir. Açık alanda yığınlar halinde yapılan üretim maliyeti daha düşük olmaktadır. Bu üretim biçiminde dikkat edilmesi gereken ortam sıcaklığıdır. Sıcaklığın düşük olduğu yerlerde yığın soğuktan korunmalı, istenmeyen böcek ve organizmalara karşı sterilizasyona da özen gösterilmelidir. Yığma böcek veya organizma karışmış olması durumunda bulaşıklık nedeniyle vermikompostun kalitesi düşmektedir. Bu sebeple üretim alanlarında vermikompost işlem etkinliğini arttırmak amacıyla 'hareketli kapaklı yatak' yöntemi kullanılır. Bu yöntemde organik materyal yüzeye 1-2 cm ince tabaka şeklinde verilip, hareketli kapak sayesinde yanlardan yükseltilerek verilir. Böylece solucanların bulunduğu yığının içinde organik madde tüketilmeden solucanların sürekli taze besin ile beslenmesi sağlanmaktadır. Kutu üretiminde iş gücü yüksek olması sebebiyle tercih edilmemektedir (Ceritoğlu, 2019).

4. Vermikompostun Bitki Beslemedeki Önemi

Vermikompostun içeriği, solucan mucusu ile kaplanmış besin elementleri yavaş bir şekilde salınır ve bitki tarafından hemen kullanılabilir şekilde olur. Bu besinlerin yavaş çözünmesinden dolayı sızıntı sonucunda besin elementlerinin kaybı olmaz. Ayrıca vermikompostun fazla havalanması ve su tutma kapasitesinin yüksek olması aynı zamanda gözenekli olması bu materyali mükemmel bir toprak düzenleyici yapmaktadır. Bununla birlikte, bu materyal bitki köklerini aşırı sıcaklıktan korurken, yabancı otların gelişimini ve erozyon riskini azaltır. Aerobik parçalanmadan sonra solucanın sıvı şekilde aldığı besinler sindirim sisteminde daha fazla parçalandığı için, vermikompost bitkiye yararlı olan besin elementleri açısından zengindir. (Buchanan vd. 1988).

Vermikompost günümüzde bitkisel üretimde sürdürülebilirlik özelliğini desteklemesinden dolayı en ekonomik fayda sağlayan yöntemlerden biridir. Ayrıca hızlı endüstriyel gelişme ve popülasyon artışı açısından büyük bir çevre sorunu haline gelen katı organik atıkların parçalanması ve işlenmesinde yoğun bir şekilde uygulanmaktadır. Hem ticari hem de ekolojik olarak yüksek değerler ifade eden ürünler sağlayan vermikompost tekniği dünyada yoğun bir şekilde yapılmaktadır. (Dinç vd. 2014).

Vermikompostun antimikrobiyal aktivitesine bakılan bir çalışmada, vermikompost kloroform ekstrelerinin pozitif kontrol ile karşılaştırıldığında *Pseudomonas syringae* ve *Xantomonas carotae* bakterilerine karşı etkilerinin güçlü olduğu görülürken *Erwinia chrysanthemi* ve *Pseudomonas fluorescens* bakterilerine etkilerinin daha zayıf olduğu görülmüştür. Etanol ile ekstre edilen ekstrelerin *Pseudomonas syringae* ve *Xantomonas campestris* bakterilerine karşı etkisi güçlü iken *Erwinia herbicola* ve *Erwinia chrysanthemi*'ye karşı etkisinin zayıf olduğu bulunmuştur. Vermikompost ekstraktının funguslara karşı kloroform ile ekstrakte edilen ekstreleri pozitif kontrol ile karşılaştırıldığında *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus humicola* ve *Aspergillus fumigatus* funguslarına karşı üreme önleyici etkileri güçlü olurken, *Penicillium brevicompactum*'a karşı etkisi daha zayıf bulunmuştur. Etanol ekstrelerinin ise *Sclerotinia sclerotiorum*'a etkisi daha zayıf iken *Aspergillus fumigatus*'a karşı etkisi güçlü bulunmuştur (Tutar, 2013) .

Bitki köklerinin etki alanı dışında kalan, topraktan alımı zor olan bitki besin elementlerini hifler yardımıyla bitkiye taşınmasında mikorizaların etkisi büyüktür. Mikorizaların P, Zn, Ca, Cu, Mn, Fe, Mg gibi önemli besin elementlerini arttırması, bitki köklerini patojenik organizmalara karşı koruması, ağır metal ve toksisiteye karşı direnç sağlama gibi özellikleri bilinmektedir. Bu özellikleri ile vermikompost ve mikorizanın birlikte kullanılması üzerinde çalışmalar yapılmış olup, bitkide verimi ve besin element alımını arttırdığı bulunmuştur. Bunun sonucunda bitkisel üretimde kullanılması faydalı görülmüştür (Küçükçumuk, 2014) .

Vermikompostun devamlı uygulanması, ortamda humusun birikmesine sebep olmaktadır. Sulama ihtiyacını azaltması, bitkiyi pestisitlerden koruyucu olması ve agrokimyasalların etkilerini önemli bir oranda azaltması gibi olumlu özellikleri sayesinde vermikompost, çiftçilere ekonomik olmakta ve kazanç sağlamaktadır (Türüt, 2019). Solucan gübresinin çiftlik gübresinden farkı, solucan gübresine solucanların sindirim sisteminden yararlı maddelerin geçebilmesidir. Bu sebeple solucan gübresi, çiftlik gübresi ile birlikte kullanımı da ekolojik uygulamalarda sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir. Solucan gübresinin üreticiler açısından ısı işleminden geçip, geçmemesi gerektiği tartışma konusu olmakla beraber araştırmacılara göre ısı işlemi, mikrobiyal faaliyetleri azaltacağından sakıncalı bulunmuştur. Isıl işlemin solucan maması olarak kullanılacak çiftlik gübresine mi ya da solucanın dışkılarından elde edilen solucan gübresine mi uygulanması gerektiği konusunda araştırmalar yetersiz olup, devam etmektedir (Doğan vd., 2018).

Vermikompostların geleneksel kompostlamaya göre pek çok üstünlükleri olsa bile her atık için uygun olmayacağı da çalışmalar ile ortaya konulmuştur. Örneğin tütün atığı at gübresi ile karıştırılarak vermikompostlaştırılmaya çalışmasından analiz edilen değerlerde vermikompostlaştırmanın olumlu etkisine rastlanılmamıştır. Gözlemlenen üç ay sonunda solucan sayısında herhangi bir artış olmamakla beraber karışım kompostlarında tüm solucanların ölmesine neden olmuştur. Uygun karışımların ve karışım oranlarının bulunması da kompost üretimi için önem taşımaktadır (Kayıkçıoğlu, 2016).

Solucan gübresi tek başına kullanılmasının dışında solucan çayı olarak da kullanılabilir. Solucan humusu çayı 30 lt'lik su dolu bir kap içerisinde, geçirgen bir torbada 7,5 kg'lık solucan humusu koyularak üretilmektedir. Elde edilen bu çay karışımı havalandırma işlemine tabi tutularak iki gün bekletildikten sonra süzme ve suda 1:10 oranında seyreltme sonunda kullanıma hazır hale getirilmektedir. Bitkiler üzerinde zararlılara karşı uygulanmaktadır. (URL-4, 2020).

5. Solucan Gübresi Üzerine Çalışmalar ve Kullanım Alanları

Vermikompostun, sera ürünlerinin büyümesini ve daha fazla ürün elde edilmesini sağladığı belirtilmiştir. Ayrıca, süs bitkilerinin vermikompost uygulamasında daha çabuk tohumlanıp, çiçek verdiği ifade edilmiştir (Namlı, 2015).

Yapılan bazı çalışmalarda ise mikoriza ve solucan gübresi birlikte kullanımının etkileri araştırılmış olup, biber üzerinde denenmiş bir çalışmada; biberde bitki yaş ve kuru ağırlığı üzerinde olumlu etkisi tespit edildiği belirtilmiştir. Çalışmada en iyi uygulamanın mikoriza ve solucan gübresinin birlikte kullanılmasından elde edildiği ifade edilmiştir (Uluğ, 2018).

Çilek üzerine yapılan bir çalışmada, Chandler çeşidi çilekte toprağın üst 10 cm derinliğinde vermikompost uygulaması sonucunda bitkideki büyüme ve verim özellikleri incelenmiş olup, yapılan kimyasal analizlere göre 85-155-125 kg/ha oranları ve NPK içeren inorganik gübre bir arada uygulanmıştır. Uygulama sonucu çilekte büyüme ve verimde önemli düzeyde artış görülmüş olup, yaprak alanında %37 büyüme, bitki sürgün biyokütle artışında %37, çilek oluşumunda %40, stolon oranında %36, meyve ağırlığında ise %35 artış gözlemlendiği bildirilmiştir (Yavic, 2019).

Vermikompost mısır bitkisinde uygulandığında, bitkinin topraküstü aksamını arttırdığı ve bu artışın %40 oranında olduğu ifade edilmiştir. Çalışmada vermikompostun N, P, K, Zn, Ca, Mg konsantrasyonlarına olumlu yönde, Fe, Mn ve Cu konsantrasyonlarına ise olumsuz yönde etki gösterdiği belirtilmiştir (Durukan, 2020).

Arancon vd. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada; domates, biber ve çilek üzerinde vermikompost uygulaması yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre vermikompostun domates ve biberde sürgün uzunluğu ve yaprak alanını arttırdığını belirtirken, çilekte ise meyve pazar değerini önemli oranda artırdığı bildirilmiştir.

Yourtchi vd. (2013) patates bitkisinde yapmış oldukları çalışmada farklı dozlarda uygulanan solucan gübresinin bitkinin verim ve verim unsurları üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Deneme sonucunda en yüksek bitki boyu, gövde ve yaprak kuru ağırlığı, kuru ve yaş yumru ağırlığı, toplam yumru ağırlığı, yumru sayısı ve çapı, yumrudaki azot ve potasyum yüzdesi gibi parametreler ölçülmüştür. Sonuç olarak bu parametrelerde en yüksek değerlerin 12 ton/da solucan gübresi uygulamasında elde edildiğini belirtmişlerdir.

Bai ve Malakouti (2007), Azerbaycan'da yapmış oldukları çalışmada kırmızı soğan (*Allium cepa* L.) bitkisi üzerinde solucan gübresinin farklı dozlarını uygulamış ve verime etkisini araştırmıştır. Deneme sonucunda en

yüksek soğan verimi, protein ve askorbik asit içeriği gibi parametreler incelenmiş en yüksek değerlerin 6 ton/ha solucan gübresinin uygulandığı parsellerde elde edildiğini belirtmişlerdir.

Jahan vd. (2014) tarafından Bangladeş'te yapılan bir çalışmada karnabahar bitkisinde farklı dozlarda solucan gübresi uygulanmıştır. Denemenin sonucunda karnabahar bitkisinde ölçümler yapılmış elde edilen verilere göre en yüksek verim değerleri 6 ton/ha solucan gübresinin uygulandığı parselde görüldüğünü belirtmişlerdir.

Küçükyumuk vd. (2014), yaptıkları çalışmada biber bitkisi üzerinde farklı dozlarda mikoriza ve vermikompost uygulaması yapmış ve en yüksek dozlarda uygulanan vermikompost ve mikoriza uygulamalarında biber bitkisi daha fazla gelişme göstermiştir ve daha yüksek besin elementleri de elde edilmiştir. Denemenin sonucuna göre, vermikompost uygulaması ve mikoriza uygulamalarının bitki yetiştiriciliği açısından birlikte kullanılmasının tarımsal üretimde faydalı olduğu belirtilmiştir.

Alam vd. (2007), yaptıkları çalışmada patates bitkisi üzerinde vermikompost ve kimyasal gübreleri beraber kullanmışlar ve deneme sonucunda patates veriminin önemli ölçüde arttığını gözlemlemişlerdir.

Hınıslı (2014), yaptığı bir çalışmada vermikompost ve inek-koyun gübrelerini kıvırcık marul bitkisinde uygulamış ve kıvırcık marul bitkisinin gelişimi üzerine etkisini araştırmıştır. Deneme sonucunda kıvırcık marulun erkencilik özelliği üzerinde vermikompost uygulamasının önemli derecede etkili olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmada Ca, Cu ve Zn gibi elementlerin kıvırcık marul bitkisinin bünyesine alınabilirliği açısından vermikompostun diğer uygulanan gübrelere göre daha iyi sonuçlar verdiği ifade edilmiştir.

Hernandez vd. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, marul (*Lactuca Sativa* L.) bitkisi üretiminde vermikompost ve kompostun etkilerini araştırılmıştır. Deneme sonucunda, Mg, Fe, Zn ve Cu elementlerinin vermikompost uygulanan marulların yapraklarında en fazla görüldüğü bildirilmiştir.

Azarmi vd. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, domates bitkisi yetiştirilen topraklarda vermikompost uygulamasının topraktaki etkisini araştırılmıştır. Deneme sonucunda dekara 1,5 ton vermikompost uygulanmasının toprağın fiziksel yapısını olumlu yönde değiştirdiği, N, P, K, Ca, Zn, Mn ve organik karbon miktarlarında artış olduğu belirtilmiştir.

6. Sonuç ve Öneriler

Ülkemizde solucan gübresi kullanımı ile konu hakkında yapılan bilimsel çalışmalar giderek artmasına rağmen henüz istenilen düzeyde değildir. Çalışmalar arttıkça tecrübe kazanımları da artacağından üretimde yol gösterici olacaktır. Bilimsel araştırmalar olumlu sonuç verdikçe solucan gübresine olan güven de artacaktır. İçerisinde bulunduğumuz global salgın, doğal afetler gibi ön görmediğimiz olumsuz durumlar için tohum gen bankaları olsa da bitkisel üretim üzerinde durulması gereken önemli bir meseledir. Mümkün olduğunca doğaya zarar vermeden, ilaçlama yapmayarak en yüksek fayda amaçlanmalıdır. Çevreye bir zararı olmayan solucan gübresi, hem toprağa kazanımları hem de atıkların değerlendirilmesini sağlaması yönüyle bitkisel üretimde kullanım alanı daha da arttırılmalıdır. Çiftçilere solucan gübresi kullanımı ve başka organik alternatifler hakkında eğitimlerin katkısı da faydalı olacaktır.

Kaynaklar

1. Alam M.N., Jahan M.S., Ali M.K., Ashraf M.A. & Islam M.K. (2007). Effect of vermicompost and chemical fertilizers on growth, yield and yield components of potato in barind soils of Bangladesh. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(12), 1879-1888.
2. Arancon N.Q., Edwards C.A., Bierman P., Metzger J.D., Lee S. & Welch C. (2003). Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. *Pedobiologia* 47: 731-735.
3. Aynehband A., Gorooei A. & Moezzi, A.A. (2017). Vermicompost: An eco-friendly technology for crop residue management in organic agriculture. *Energy Procedia*, 141, 667-671.
4. Azarmi R., Giglou M.T. & Taleshmikail R.D. (2008). Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field. *African Journal of Biotechnology*, 7(14).
5. Bai B.A., & Malakout M.J. (2007). The effect of different organic manures on some yield and yield quality parameters in Onion. *Iran Soil and Water Sciences Journal*, 21(1), 43-33.
6. Bansal S. & Kapoor K.K. (2000). Vermicomposting of crop residues and cattle dung with *Eisenia foetida*. *Bioresource technology*, 73(2), 95-98.

7. **Bellitürk K. (2016).** Sürdürülebilir Tarımsal Üretimde Katı Atık Yönetimi İçin Vermikompost Teknolojisi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(3), 1-5.
8. **Edwards C.A., & Neuhauser E.F. (1988).** *Earthworms in waste and environmental management* (No. 595.14 EAR).
9. **Ceritoglu M., Şahin S. & Erman M. (2019).** Vermikompost Üretim Tekniği ve Üretimde Kullanılan Materyaller.
10. **Demir H., Polat E. & Sönmez İ. (2010).** Ülkemiz için yeni bir organik gübre: solucan gübresi. *Tarım aktüel*, 14, 54-60.
11. **Dickerson G.W. (2004).** Vermicomposting. Cooperative Extension Service. College of Agriculture and Home Economics. New Mexico State University.
12. **Dinç E. (2014).** *Sater (Satoreja Hortensis L.) bitkisinde inorganik ve organik gübre uygulamalarının verim ve bazı kalite unsurlarına etkileri* (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
13. **Edwards C.A., Arancon N.Q., & Sherman R.L. (2010).** *Vermiculture technology: earthworms, organic wastes, and environmental management*. CRC press, pp 1-14.
14. **Durukan H., Saraç H. & Demirbaş A. (2020).** Farklı Dozlarda Vermikompost Uygulamasının Mısır Bitkisinin Verimine ve Besin Elementleri Alımına Etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, Türkiye 13. Ulusal, I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı:45-51.
15. **Edwards C.A. & Bohlen P.J. (1996).** *Biology and ecology of earthworms* (Vol. 3). Springer Science & Business Media.
16. **Edwards C.A. (1995).** Commercial and environmental potential of vermicomposting: A historical overview. *BioCycle*, June, 62-63.
17. **Erşahin Y.Ş. (2007).** Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2007(2), 99-107.
18. **Hernández A., Castillo H., Ojeda D., Arras A., López J. & Sánchez E. (2010).** Effect of vermicompost and compost on lettuce production. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70(4), 583-589.
19. **Hınıslı N. (2014).** *Vermikompost gübresinin kıvrıkcık bitkisinin gelişmesi üzerine etkisinin belirlenmesi ve diğer bazı organik kaynaklı gübrelerle karşılaştırılması* (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
20. **Özen İ., Şimşek Z.C., Özçelik F. & Saraç T. (2019).** Solucan Gübresi Üretim Tesisi İçin Bir Karar Destek Sistemi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 27(2), 85-92.
21. **Jahan F.N., Shahjalal A.T.M., Paul A.K., Mehraj H. & Uddin A.F.M.J. (2014).** Efficacy of vermicompost and conventional compost on growth and yield of cauliflower. *Bangladesh Research Publications Journal*, 10(1), 33-38.
22. **Kayıkcıoğlu H. H., Okur N. & Bayız O. (2016).** Toprak solucanları ile kompostlaştırılmış tütün atıklarının vermicompost olarak değerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1), 89-97.
23. **Doğan K., Sarıoğlu A., Şakar E. & Karanlık S. (2018).** Zeytin Karasuyu, Isıl İşlem Görmüş Solucan Gübresi Ve Çiftlik Gübresi Uygulamalarının Toprak Mikrobiyal Aktivite Değişimlerine Etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 151-159.
24. **Kızılkaya R. & Türkay F.Ş.H. (2014).** Vermicomposting of anaerobically digested sewage sludge with hazelnut husk and cow manure by earthworm *Eisenia foetida*. *Compost Science & Utilization*, 22(2), 68-82.
25. **Küçükçumuk Z., Gültekin M. & Erdal İ. (2014).** Vermikompost ve Mikorizanın Biber Bitkisinin Gelişimi İle Mineral Beslenmesi Üzerine Etkisi. *SDU Journal of the Faculty of Agriculture/SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1).
26. **Mısırlıoğlu M. (2017).** *Topraksolucanları: biyolojileri, ekolojileri, zirai yönleri, Türkiye türleri ve türlerin taksonomik özellikleri*. Nobel.
27. **Nair J., Sekiozoic V. & Anda M. (2006).** Effect of pre-composting on vermicomposting of kitchen waste. *Bioresource Technology*, 97(16), 2091-2095.
28. **Namlı A.T.D. & Boran D.Y. (2015).** *Farklı ısı teknikleri uygulanmış solucan gübresinin kalite parametrelerinin belirlenmesi* (Doctoral dissertation, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı).
29. **Ökmen K.G. & Algur Ö.F. (2000).** Farklı karbon kaynaklarının ve C/N oranlarının mikrobiyal denitrifikasyon üzerine etkileri. *Turk J. Biol*, 24, 533-542.
30. **Rostami R., Nabaey A. & Akbar E. (2009).** Survey of Optimal Temperature and Moisture for Worms Growth and Operating Vermicompost Production of Food Wastes. *Iranian Journal of Health and Environment*, 1(2), 105-112.
31. **Rostami R., Nabaey A., Eslami A., & Najafi S.H. (2010).** Survey of optimal conditions for worm's growth and vermicompost production of prepared food wastes.

32. **Sinha R.K. (2009)**. The concept of sustainable agriculture: an issue of food safety & security for people, economic prosperity for the farmers and ecological security for the nations. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 5(S), 1-4.
33. **Tchobanoglous G., Theisen H., & Vigil S. (1993)**. *Integrated solid waste management: Engineering principles and management Issues*. McGraw-Hill.
34. **Tutar U. (2013)**. Toprak solucanlarından elde edilen vermikompostun bazı bitki patojenleri üzerindeki antimikrobiyal aktivitelerinin araştırılması. *Cumhuriyet Science Journal*, 34(2), 1-12.
35. **Türüt K. (2019)**. Demlenmiş çay atığı ve evsel yemek atıkları ile beslenen kırmızı kalifornia solucanından elde edilen katı solucan gübresindeki bazı besin elementlerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 45s.
36. **Uluğ Z. (2018)**. Solucan Gübresi ve Mikoriza Kullanımının Fasulye ve Soğanda Bitki Gelişimi ve Verim Üzerine Etkileri, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 60s.
37. **URL-1 (2020)**. <http://apelasyon.com/Yazi/332-vermikompostun-tarimda-kullanim-olanaklari>
38. **URL-2 (2020)**. <http://www.kirmizikaliforniyasolucani.org/solucan-gubresi-uretimi/>
39. **URL-3 (2020)**. https://tr.wikipedia.org/wiki/Solucan_g%C3%BCbresi
40. **URL-4 (2020)**. <https://kocaeli.tarimorman.gov.tr/Belgeler/diger/Solucan%20G%C3%BCbresi%20Bilgileri.pdf>
41. **URL- 5 (2015)**. https://www.researchgate.net/profile/Hayrettin_Okut/publication/335025628_Tarimsal_verilerin_degerlendirilmesinde_kullanilan_veri_madenciligi_teknikleri/links/5d4b169f92851cd046a6f387/Tarimsal-verilerin-degerlendirilmesinde-kullanilan-veri-madenciligi-teknikleri.pdf#page=280.
42. **URL-6 (2020)**. <https://alchetron.com/Eisenia-andrei>
43. **URL-7 (2020)**. <https://www.agefotostock.com/age/en/Stock-Images/Rights-Managed/MEV-10855799>
44. **URL-8 (2020)**. https://www.discoverlife.org/mp/20p?see=I_MWS80340&res=640
45. **URL-9 (2020)**. https://www.researchgate.net/figure/Dendrobaena-veneta-Rosa-1886-habitus-male-dorsal-view-scale-line-05-cm_fig1_320991629
46. **URL-10 (2020)**. https://www.123rf.com/photo_122401687_african-night-crawler-eudrilus-eugeniae-earthworms-isolated-on-white-background-.html
47. **URL-11 (2020)**. <https://alchetron.com/Perionyx-excavatus>
48. **Yaviç Ş., Demir, S. & Boyno G. (2020)**. Solucan Gübresi (Vermikompost)'nin Domates (*Solanum lycopersicum*)'te *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary'un Neden Olduğu Kök Çürüklüğü Hastalığına Etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25(1), 13-20.
49. **Yıldırım E. (2019)**. Sıvı Solucan Gübresinin Raf Ömrünün Uzatılması, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı.
50. **Yıldız, M., Gürkan, M. O., Turgut, C., Kaya, Ü., & Ünal, G.** Tarımsal Savaşmada Kullanılan Pestisitlerin Yol Açtığı Çevre Sorunları.
51. **Yılmaz O., Doğuş İ. & Yılmaz Z. S. (2017)**. Kırmızı Solucan Gübresi Kimyevi Gübreye Alternatif Olabilir mi?
52. **Yourtchi M.S., Hadi M.H.S. & Darzi M.T. (2013)**. Effect of nitrogen fertilizer and vermicompost on vegetative growth, yield and NPK uptake by tuber of potato (Agria CV.). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(18), 2033-2040.