

Vermikompost Üretimi Üzerine Araştırmalar

Osman Şen

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Biyoloji Anabilim Dalı

Mayıs 2019

Research On Vermicompost Production

Osman Şen

**MASTER OF SCIENCE THESIS**

Department of Biology

May 2019

# Vermikompost Üretimi Üzerine Araştırmalar

Osman Şen

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
Biyoloji Anabilim Dalı  
Zooloji Bilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Prof. Dr. İbrahim Mete Mısırlıoğlu

Mayıs 2019

**ONAY**

Biyoloji Anabilim Dalı YÜKSEK LİSANS öğrencisi Osman ŞEN'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı " Vermikompost Üretimi Üzerine Araştırmalar " başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca oy birliği ile kabul edilmiştir.

**Danışman** : Prof. Dr. İbrahim Mete MISIRLIOĞLU

**İkinci Danışman** : -

**Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:**

**Üye:** Prof. Dr. İbrahim Mete MISIRLIOĞLU

**Üye:** Prof. Dr. İsmühan POTOĞLU ERKARA

**Üye:** Doç. Dr. Nesil ERTORUN

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .....tarih ve  
.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Hürriyet ERŞAHAN  
Enstitü Müdürü

## ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Mete Mısırlıoğlu danışmanlığında hazırlamış olduğum “Vermikompost Üretimi Üzerine Araştırmalar” başlıklı tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 14/05/2019

Osman ŞEN

İmza

## ÖZET

Bu çalışmada epijeik bir tür olan *Eisenia fetida*'nın vermikompost üretiminde etkin kullanılabilirliği ortaya konulmaya çalışılmıştır. Çalışmada yaklaşık 500.000 adet topraksolucanı örneği, yüksekliği 66,5 cm, uzunluğu 750 cm, genişliği 125 cm olan profil demirden imal edilen ve içinde organik atıklarla fermente edilmiş büyükbaş hayvan gübresiyle doldurulmuş yatağa konulmuştur. Yatak, yerden yüksekliği 60.5 cm olan profil ayaklar üzerine konulmuştur. Yatak içindeki pH, sıcaklık, nem, popülasyon yoğunluğu gibi parametreler tür için optimum olacak şekilde kontrol altında tutulmuştur. Seperatörden geçirilmiş ve bitkisel organik atıklarla zenginleştirilmiş büyükbaş hayvan gübresi, fermantasyon sürecinden geçirildikten sonra sürekli akış sistemindeki topraksolucanlarına besin olarak verilmiştir. Daha sonra oluşan gübre makas sistemiyle aşağıdan kesilerek alınmıştır.

Elde edilen gübrenin analizi sonucunda toplam organik madde miktarı % 64.2, toplam humik ve fulvik asit oranı % 42.9, organik azot % 2.7, toplam fosfor % 0.46, toplam potasyum % 0.83, toplam magnezyum % 0.98, toplam demir % 0.43 olarak bulunmuştur. Özellikle toplam organik madde miktarı ile toplam humik ve fulvik asit oranının ülkemizin tarım yapılan topraklarına göre oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Bunun yanında ağır metal analiz sonuçları belirtilen referans değerlerinin altında çıkmıştır.

Çalışma sonunda vermikompost üretiminde *E. fetida* türünün oldukça elverişli olduğu ve farklı uygulamalarla verimin daha fazla artırılabilceği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Vermikompost, vermikültür, *Eisenia fetida*, solucan gübresi.

## SUMMARY

In this study, the efficacy of *Eisenia fetida*, which is an epigeic species, in vermicompost production has been tried to be revealed. In the study, approximately 500.000 earth soil samples were placed on the bed filled with bovine manure, which is made of profile iron with a height of 66.5 cm, length 750 cm, width 125 cm and fermented with organic wastes. The bed was placed on the profile feet with a height of 60.5 cm from the ground. Parameters such as pH, temperature, humidity, population density in the bed are kept under control to be optimal for the species. Bovine manure, which has been separated and enriched with herbal organic wastes, has been given as nutrients to the earthworms in the continuous flow system after the fermentation process. Then the resulting fertilizer was cut from below with the scissor system.

As a result of the analysis of the obtained fertilizer, total organic matter amount was 64.2%, total humic and fulvic acid ratio was 42.9%, organic nitrogen 2.7%, total phosphorus 0.46%, total potassium 0.83%, total magnesium 0.98%, total iron 0.43%. In particular, the total amount of organic matter and total humic and fulvic acid ratio were significantly higher than the agricultural lands of our country. In addition, the results of heavy metal analysis were below the stated reference values.

At the end of the study, it was observed that *E. fetida* species was very suitable for vermicompost production and the yield could be increased with different applications.

**Keywords:** Vermicompost, Vermiculture, *Eisenia fetida*, worm manure.

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tez çalışmam sırasında değerli yardımlarını gördüğüm başta hocam Prof. Dr. İbrahim Mete MISIRLIOĞLU hocama, katkılarından dolayı Murat BELEN, Ali EĞERCİ, Şafak ZEYBEK ve Oğuzcan MOL'a, her zaman desteğini gördüğüm aileme teşekkür ederim.



# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	vi
<b>SUMMARY</b> .....	vii
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	viii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	ix
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	xi
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	xii
<b>1. GİRİŞ VE AMAÇ</b> .....	1
<b>2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI</b> .....	2
2.1. Vermikompost Tanımı.....	2
2.2. Vermikültür Tanımı.....	2
2.3. Vermikompost Uygulama Alanları.....	3
2.4. Vermikompost üretiminde kullanılan solucan türleri.....	4
2.5. <i>E. fetida</i> türünün üreme ve yaşam koşulları .....	4
2.6. Vermikompost üretiminde büyükbaş hayvan gübresi kullanılmasının önemi.....	5
2.7. Vermikompost İşleminde Uygulanan Yöntemler.....	5
2.8. Bitki beslemede Vermikompost kullanımı.....	8
2.9. Fitopatojenlerin kontrolünde Vermikest kullanımı.....	9
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	11
3.1. Materyal.....	11
3.1.1. Topraksolucanı kültürü.....	11
3.1.2. Sürekli Akış Sisteminin Kurulumu.....	11

## İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.1.3. Solucanların Sürekli Akış Sisteminde Kültür Ortamına Alınması.....	14
3.1.4. Kültürdeki birey sayısının belirlenmesi.....	14
3.1.5. Organik atıkların eldesi.....	14
3.1.6. <i>E. fetida</i> için mama hazırlama.....	14
3.1.7. Solucanların beslenme miktarının belirlenmesi.....	15
3.1.8. <i>E. fetida</i> besleme yöntemleri.....	15
3.1.9. Isıtma sisteminin kurulumu.....	16
3.1.10 Gece gündüz tekniğinin uygulanması.....	17
3.1.11. Nem izolasyonunun sağlanması.....	17
3.2.12. Yavru solucan ayırma ve yetiştirme tekniğinin uygulanması.....	17
3.2.13. Solucan üreme veriminin belirlenmesi.....	18
3.2.14. Gübre kesim işlemi.....	18
3.2.15. pH, nem, sıcaklık ve ışık seviyesinin belirlenmesi.....	19
3.2.16. Gübre hasat işlemi.....	19
3.2.17. Gübre analiz sonucu .....	19
3.2.18. Gübrenin verime etkisi.....	19
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>20</b>
4.1. Solucanların üreme ve gelişimi .....	20
4.2. Gübre analiz sonucu.....	21
4.3. Vermikompostun verime etkisi.....	22
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>26</b>
<b>KAYNAKLAR DİZİNİ.....</b>	<b>29</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Vermikompost örneği.....	2
2.2. Vermikültür örneği.....	3
2.3. Yem karma makinesi.....	6
2.4. Reaktör ısıtma ve nemlendirme sistemi.....	7
2.5. Gübre ve solucan eleği.....	7
2.6. Isıl işlem makinesi.....	8
2.7. Farklı konsantrasyonlarda ki vermikompostun domates ve petunyada ki etkileri.....	9
2.8 <i>Phytophthora nicotiana</i> .....	10
3.1. <i>E. fetida</i> .....	11
3.2. Sürekli Akış Sisteminin Yapım Aşaması (a).....	12
3.2. Sürekli Akış Sisteminin Yapım Aşaması (b).....	12
3.2. Sürekli Akış Sisteminin Yapım Aşaması (c).....	13
3.2. Sürekli Akış Sisteminin Yapım Aşaması (d).....	13
3.3. Mama hazırlama süreci.....	15
3.4. Yüzeyi kartonla kapatılan sürekli akış sistemi.....	16
3.5. Isıtma sistemi kurulumu.....	16
3.6. Gece gündüz tekniğinin uygulanması.....	17
3.7. Yavru bireyleri ayırma tekniği .....	18
4.1. Vermikompost içerisinden çıkan kokonlar.....	20
4.2. Kokondan çıkan yavru solucanlar.....	21
4.3 Analiz sonuçları .....	21
4.4. Vermikompost uygulama öncesi .....	23
4.5. Vermikompost uygulama sonrası .....	24
4.6. Orkidelerde vermikompost uygulama öncesi .....	25
4.7. Orkidelerde vermikompost uygulama sonrası .....	25

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simge</u>	<u>Açıklama</u>
watt	Güç birimi
Kw	Kilowatt
L	Litre
m <sup>3</sup>	Metreküp
Kg	Kilogram
°C	Santigrat
Ø	Çap

# 1.GİRİŞ VE AMAÇ

Son zamanlarda artan insan nüfusu ile birlikte giderek artan besin arz talep dengesi zaman içerisinde bozulmaktadır. Arazilerin çoraklaşması, toprakların verimsizleşmesi, tarımsal arazileri tehdit eden sanayinin gelişimine bağlı hava kirliliği zaman içerisinde bu besin arz talep dengesinin karşılanamamasına neden olmaktadır. Bu dengenin sağlanabilmesi adına ziraat faaliyetleri ana bir unsur konumundadır. Ancak ülkemiz tarımında kullanılan pek çok gübre gerek kimyasal olması, gerek yüksek maliyet nedeniyle tarımın kalkınması önünde engel teşkil etmektedir (Eraslan vd., 2009). Bu nedenle tarım sektöründe kullanılan gübrelere nazaran organik, mikroorganizma sayısınca zengin, ekonomik bir gübre ihtiyacı doğmaktadır. Ayrıca son yıllarda kimyasal gübreler yerine daha çok organik gübreleme yöntemleri tercih edilmektedir. Bu yüzden son yıllarda dünyada ve ülkemizde vermikompost kullanımı giderek yaygınlaşmıştır. Gelişmiş ülkelerin tarım alanlarındaki organik madde azalması sorunu, geleneksel organik gübrelerin yanısıra, topraksolucanları ve onlardan elde edilen gübrenin tarımda kullanılması gibi yöntemlerle çözülmeye çalışılmaktadır. Bu yöntemlerle toprakların ve tarım ürünlerinin kimyasal kirlilikten korunması amaçlanmaktadır. Bunun yanında gelişmiş ülkelerin çoğunda, evsel atıkların geri dönüşümünde büyük ölçüde topraksolucanlarından yararlanılır.

Topraksolucanları toprak ekosisteminin en baskın gruplarından birisidir. Toprağın verimini ve ürün kalitesini artırdıklarını gösteren çok sayıda çalışma vardır. Bunu, büyük ölçüde vücutlarından geçen toprak sayesinde yaparlar. Besinleriyle birlikte yuttukları toprak vücutları boyunca bir seri işlemde geçerek işlenir. Dışkılarıyla birlikte dışarı atılan işlenmiş toprak bitkiler için gerekli olan hemen her minerali içerir. (Mısırlıoğlu, 2016, 2017). Bu çalışmada vermikompost üretiminde *Eisenia fetida* türünün ve farklı üretim yöntemlerinin verimi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

## 2.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

### 2.1. Vermikompost Tanımı

Vermikompost, büyükbaş hayvansal dışkıların bitkisel organik atıklarla zenginleştirilerek kompost gübre halinde topraksolucanlarının sindirim sisteminden geçmesi sonucu oluşan gübreye verilen isimdir (Şen vd., 2016; 2017). Şekil 2.1.'de vermikompost örneği görülmektedir.



Şekil 2.1. Vermikompost örneği (Fotoğraf: Osman ŞEN).

### 2.2. Vermikültür Tanımı

Vermikültür kelime anlamı olarak solucan yetiştiriciliği ve solucan gübresi üretimi faaliyetine denmektedir. Kontrollü bir ortamda organik atıkların besleyici humusa dönüştürülmesi için mikroorganizma ve topraksolucanlarından faydalanıldığı bir üretim yöntemidir (Edwards, 1988; Şen vd., 2016; 2017). Şekil 2.2'de vermikültür örneği görülmektedir.



Şekil 2.2. Vermikültür örneği (Fotoğraf: Osman ŞEN).

### 2.3. Vermikompost Uygulama Alanları

Ticari amaç güden vermicültür faaliyetleri iki alanda yoğunlaşmıştır. Birincisi vermicompost işlemi, diğeri ise solucan biyokütle üretimidir (Edwards ve Niederer, 1988). Solucan biyokütle üretimi protein kaynağı olarak tavukçuluk ve balık yetiştiriciliğinde solucanların kullanımı amacıyla yapılmaktadır. Diğertarafan vermistabilizasyon, lağım, atık çamuru veya benzeri diğertatıkların vermicompost işleminden geçirilmesidir. Vermikompost ise organik atık ve atıkları kompostlaştırma işleminin topraksolucanlarına yaptırılmasıdır. Bu işlemde organik artık ve atıklar ortamdaki mikroorganizmalarca fermentasyona uğratılır ve daha sonrasında topraksolucanlarının sindirim sisteminden geçerken hızlandırılmış bir humifikasyon ve detoksifikasyon işlemine tabi tutulur. Vermikompost terimi, solucanların kullanıldığı organik artık ve atıkları kompostlaştırma işlemi sonucunda elde edilen ürün için kullanılmakla beraber, vermicompost ürünü genelde vermikest (solucan dışkısı; gübresi) veya kısaca kest olarak ta adlandırılmaktadır (Edwards ve Bohlen, 1996).

## 2.4. Vermikompost üretiminde kullanılan solucan türleri

Vermikültürün endüstriyel faaliyetlerinde kullanılan ve aerobik kompost veya sığır gübresi yığınlarında sıklıkla rastlanan kompost diğer adıyla gübre üreten solucan türleri şunlardır: *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei*, *Dendrobaena veneta*, *Lumbricus rubellus*, *Perionyx excavatus*. Bunlardan *E. fetida*, *E. andrei*, *D. veneta* türleri ılıman iklim kuşağındaki bölgelere adapte olurken, *L. rubellus* ve *P. excavatus* sıcak tropik iklim alanlarında daha çok sayıda görülür. Bu beş tür, organik atık ve artıkları indirgemek için yapılan vermikompost çalışmalarında en iyi sonuçları veren türlerdir (Edwards ve Bohlen, 1996).

Ülkemiz üreticileri tarafından genellikle *E. fetida* türü beslenmektedir. Bunun temel sebebi farklı toprak yapılarına, sıcaklık, pH, iklim, nem gibi faktörlere geniş tolerans değerlerine sahip olduğu bilinmektedir (Mısırlıoğlu, 2016). Dolayısıyla kültür ortamında canlı yetiştiriciliğinde, yetiştirilen türün her koşula dayanıklı olması beklenmektedir. Bu sebepten dolayı *E. fetida* türü vermikompost ve vermikültür yetiştiriciliğinde en avantajlı tür olarak kullanılmaktadır.

## 2.5. *E. fetida* türünün üreme ve yaşam koşulları

Çamur ve döküntüler içerisine bırakılan kokonun içerisinde döllenme meydana gelir. Zigotun gelişimi kokonun içinde olur ve bir süre sonra genç solucanlar yumurtadan çıkarlar. *E. fetida* da her birey 3-5 gün aralıklarla 2-10 kokon meydana getirir. Bu kokonların her biri 1-8 yumurta içerir ve bunlardan ortalama 2 tanesi gelişir (Mısırlıoğlu, 2011).

Edwards (1988), *E. fetida*, *D. veneta*, *E. eugeniae* ve *P. excavatus*' un hayatta kalma ve büyümeleri için en uygun koşulları ve yaşam döngülerini incelemiş ve bu çalışma sonucunda 4 türün de farklı sıcaklıklara farklı tepkiler verdiklerini görmüştür. Bu çalışmanın sonuçlarına göre *E. fetida* için optimum sıcaklık 25 °C, sıcaklık toleransı 0 °C ile 35 °C arasındadır.



Vermikompost üretiminde kullanılan türlerin optimum nem istek aralığının %50-90 aralığında olduğu bildirilmiştir. *E. fetida* ve *E. andrei* genellikle %50-90 nem aralığında hayatta kalabilirler. Ancak organik atıklarda %80-90 nem oranında daha hızlı büyürler.

Çoğu epijeik tür pH değişimine nispeten toleranslıdır ve 5-9 pH aralığını tolere edebilir. Ancak nötr toprakları tercih ederler. Amonyaka çok hassastırlar ve yüksek seviyelerde amonyak içeren organik atıklarda (örneğin taze kümes hayvanları dışkıları) hayatta kalamazlar. Günde kendi ağırlıklarının %25-35'i kadar besin tüketirler (Mısırlıoğlu, 2017).

## **2.6. Vermikompost üretiminde büyükbaş hayvan gübresi kullanılmasının önemi**

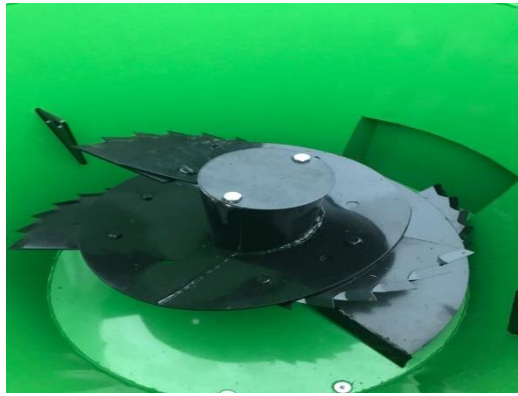
Vermikompost üretiminde kültür ortamında beslenen topraksolucanı türleri için büyükbaş hayvan gübresi kullanılmasının en temel nedeni amonyak miktarının düşük olması ve fermantasyon sürecinin uzun olmasıdır. Fermantasyon sürecinin uzun olması soğuk gübreler arasında yer alan büyükbaş hayvan gübresinin bitkisel organik atıklarla zenginleştirme sürecinde, her zaman bitkisel organik atık temin edilemeyeceğinden dolayı sürecin uzun olması kompostlaştırma aşamasında büyük avantaj sağlamaktadır (Şen vd., 2016; 2017).

## **2.7. Vermikompost İşleminde Uygulanan Yöntemler**

Vermikompost faaliyetlerinde, farklı organik atıklar farklı işlemlerden geçirilerek işlenir. Büyükbaş hayvan gübresi, samanla karıştırılarak ve üre düzeyini azaltmak için seperatör makineleri kullanılarak, sıvı kısmı katı kısımdan ayırarak kullanılabilir. Sığır gübresi bitkisel organik atıklarla zenginleştirilerek yaklaşık 2 gün arayla 15 kez karıştırılarak toplamda 30 gün sonunda solucanlara besin olarak verilebilir. Sığır gübresinin fermantasyon sürecinde gübre sıcaklığı yaklaşık 80 °C ye kadar ulaştığı için bu sıcaklık değerinde bitkisel organik atıklarda rahatlıkla parçalanıp homojen bir kompost hazırlanmaktadır. Ördek, hindi ve tavuk gübreleri yüksek seviyede amonyak içerdikleri ve amonyak solucanlar üzerinde toksik etki 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 atıklar; kağıt artıkları, işlenmiş patates, restoran

ve bahçe artıkları vermistabilizasyon sürecinde solucanlar tarafından kolaylıkla işlenebilir. (Edwards ve Burrows, 1988; Edwards, 1998).

Vermiteknolojide kullanılan belli başlı ekipmanlar bulunmaktadır. Bu ekipmanların içinde bulunan yem karma makinesi solucanlar için hazırlanmış olan kompostu su ile birlikte karıştırarak kompost içinde büyük parçaları çok küçük tanelere parçalayarak, suyun kompost içerisinde homojen bir şekilde karışmasını sağlamaktadır. Şekil 2.3.'te yem karma makinesi görülmektedir.



Şekil 2.3. Yem karma makinesi (Fotoğraf: Osman ŞEN).

Solucanlar sıcaklıktaki değişimlere oldukça karmaşık tepkiler verirler. Ayrıca organik atıkların nem içeriğiyle solucanların büyüme hızı arasında güçlü bir ilişki vardır (Mısırlıoğlu, 2017). Bu yüzden solucan gübresi üretiminde optimum sıcaklık değerlerini korumak adına ısıtma sistemlerine gereksinim duyulmaktadır. Bu ısıtma sistemleri hava sıcaklığından daha çok reaktör iç sıcaklığını sağlama amacıyla kurulmaktadır. Bu sebeple optimum nem aralıklarını sağlamak adına reaktörlere nem sistemleri dahil edilmektedir. Şekil 2.4.'te reaktör ısıtma ve nemlendirme sistemi görülmektedir.



Şekil 2.4. Reaktör ısıtma ve nemlendirme sistemi (Fotoğraf: Osman ŞEN )

Türkiye Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı yönetmeliğinde, reaktörlerden alınan solucan gübresinin, maksimum 10 mm partikül boyutu olması istenmektedir (Türkiye Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Yönetmeliği, 2018). Dolayısıyla reaktörlerden alınan gübrenin yabancı maddelerden ayırtmak adına maksimum 10 mm gözeneklerden elenmesi gerekmektedir. Şekil 2.5.'te gübre ve solucan eleği görülmektedir.



Şekil 2.5. Gübre ve solucan eleği (Fotoğraf: Osman ŞEN )

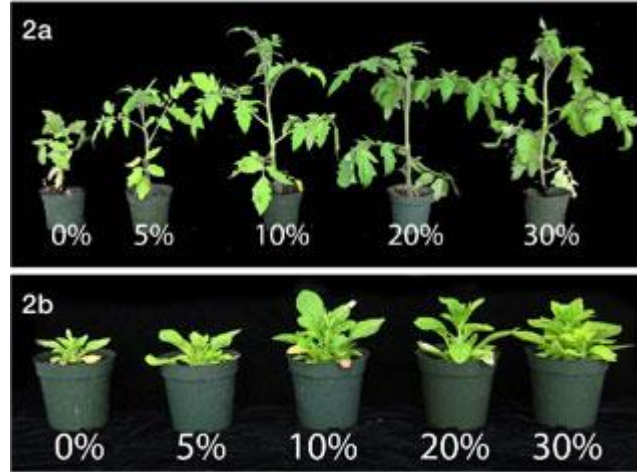
Isıl işlem makinesi, ülkemiz tarım bakanlığı tarafından zararlı patojenlerden solucan gübresini ayırtmak için 70 °C ye ulaşmış fırınlarda 1 saat boyunca solucan gübresinin bekletilmesini istemektedir (Türkiye Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Yönetmeliği, 2018). Şekil 2.6.'da ısıl işlem makinesi görülmektedir.



Şekilde 2.6. Isıl işlem makinesi (Aygen Mühendislik)

## 2.8. Bitki beslemede Vermikompost kullanımı

Vermikompost bitki besleme etkisi ilk kez Fosgate ve Babb (1972) tarafından ortaya konmuştur. Araştırmacılar, sığır gübresinden elde edilen kestin “özel sera çiçek karışımına” eşdeğer 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 ve arkadaşları çoğu organik atıkta yeterli seviyede besin olduğu ve vermikompost sürecinde çok az N kaybı olduğu görüşünü savunmaktadır (Edwards vd., 1985). Şekil 2. 7.'de farklı konsantrasyonlardaki vermikompostun uygulamaları görülmektedir.



Şekil 2.7. Farklı konsantrasyonlardaki vermikompostun domates ve petunyadaki etkileri (<https://www.growertalks.com/Article/?articleid=20606>, 2014)

## 2.9. Fitopatojenlerin kontrolünde Vermikest kullanımı

Toprak kökenli bitki hastalıklarını vermikest ile baskılama kapasitesinin saksı denemelerinde, kestın *Rhizoctonia*, *Fusarium* (Şimşek-Erşahin, 2007), *Pythium* ve *Verticillium* (Edwards ve Arancon, 2004) gibi toprak kökenli patojenlerin neden olduğu hastalıkları etkili şekilde kontrol edebildiğini ortaya koymuştur. Karşılaştırmalı çalışmalarda, vermikestin mikrobiyal aktivite seviyesinin termofilik komposta göre çok yüksek olması durumu (Hoitink ve Boehm, 1999), vermikestin toprak kökenli bitki çürüme etmenleri üzerindeki hastalık baskılama potansiyelini arttıran birincil etmen olduğu düşünülmektedir (Edwards ve Arancon, 2004). *Fusarium spp.* ile yapılan bir çalışmada (Szczec, 1999) hastalık oluşumu veya hastalığın şiddetini baskılama etkisinin diğer patojenlerde olduğu gibi biyotik orjinli olduğu ifade edilmiştir. Bu çalışmada büyükbaş hayvan gübresinden üretilen vermikestin, *Phytophthora nicotiana* üzerindeki baskılama etkisinin fungitoksik değil fungistatik olduğu düşünülmektedir. *Rhizoctonia spp.* hastalıkları üzerinde yapılan çalışmalarda, benzer seviyede hastalık baskılama etkisinin oluşması için *Pythium spp.* ve *Phytophthora spp.*'ye göre daha yüksek (%40 hacim) miktarda vermikest kullanımı gerektiği bildirilmiştir (Szczec ve Smoliska, 2001). Şekilde 2.8.'de *Phytophthora nicotiana* etmeni görülmektedir.



Şekil 2.8. *Phytophthora nicotiana* (Cornell University, 2015)

## 3.MATERYAL VE YÖNTEM

### 3.1. Materyal

#### 3.1.1. Topraksolucanı kültürü

Çalışmada kullanılan *Eisenia fetida* türüne ait topraksolucanı örnekleri Soloverm Organik Gübre ve Bitki Besleme Ürünleri firmasından temin edilmiştir. Şekil 3.1.'de *E. fetida* görülmektedir.



Şekil 3.1. *E. fetida* (Fotoğraf: Osman ŞEN).

#### 3.1.2. Sürekli Akış Sisteminin Kurulumu

Çalışmada yaklaşık 500.000 adet topraksolucanı örneği, yüksekliği 66,5 cm, uzunluğu 750 cm, genişliği 125 cm olan profil demirden imal edilen ve içinde organik atıklarla fermente edilmiş büyükbaş hayvan gübresiyle doldurulmuş yatağa konulmuştur. Yatak, yerden yüksekliği 60.5 cm olan profil ayaklar üzerine konulmuştur. Sürekli akış sisteminin yan yüzeyleri 18 mm plywood ile kaplanmıştır. Solucanların yaşayacağı kısmın tabanı 750 cm boyunda ve 125 cm eninde 10 cm aralıklarla inşaat demirleri kaynatılıp üzeri kartonlarla örtülmüştür. Sürekli akış sisteminde gübreyi kesecek olan bıçak sistemi 5 mm' lik saçtan imal edilmiştir. Gübrenin kesilmesinde rol oynayan motor, 0.75 kW gücünde olup çift redüktörlüdür. Pano için, ileri geri kontrol panosu, acil stop panosu ve

otomatik stop mekanizması panoya bağlı imal edilmiştir. Bıçak sistemini sürekli akış sisteminde ileri ve geri hareket ettirecek olan zincir sistemi 12b1 et kalınlığında  $\frac{3}{4}$  inç tek sıra olarak dizayn edilmiştir. Transmisyon mili  $\text{Ø}30$  luk olarak imal edilmiştir. Gerdirme yuvaları zincirleri gerdirmek için tasarlanmıştır. şekil 3.2.'de sürekli akış sisteminin yapılış süreci görölmektedir.



şekil 3.2. Sürekli akış sisteminin yapım aşaması (a)

Yukarıdaki görselde sürekli akış sistemi tabanının imalat süreci görölmektedir.



şekil 3.2. Sürekli akış sisteminin yapım aşaması (b)

Yukarıdaki görselde sürekli akış sisteminin yan yüzeylerinin imalat süreci görölmektedir.





Şekil 3.2. Sürekli akış sisteminin yapım aşaması (c)

Yukarıdaki görselde sürekli akış sistemi içerisinde bıçak sisteminin imalat süreci görülmektedir.



Şekil 3.2. Sürekli akış sisteminin yapım aşaması (d)

Yukarıdaki görselde sürekli akış sistemi içerisinde besleme yatağının kompostla doldurulması görülmektedir.

### **3.1.3. Solucanların Sürekli Akış Sisteminde Kültür Ortamına Alınması**

Sürekli akış sisteminin iç kısmı karton ile kaplanmıştır. Daha sonrasında gübre ile birlikte solucanlar sisteme aktarılmıştır.

### **3.1.4. Kültürdeki birey sayısının belirlenmesi**

$1 \text{ m}^2$  deki solucan miktarı x toplam kültür alanı, şeklinde belirlenmiştir.

### **3.1.5. Organik atıkların eldesi**

Organik atık olarak pazar ve sebze-meyve halindeki marul, ıspanak, salatalık, patates gibi atıl haldeki ürünler kullanılmıştır.

### **3.1.6. *E. fetida* için mama hazırlama**

Kompost hazırlama sürecinde büyükbaş hayvan gübresi içerisine yabancı organizma karışmaması adına kompost beton zemin üzerinde hazırlanmıştır. 22 ton büyükbaş hayvan gübresi içerisine 3 ton bitkisel organik atık eklenerek kepçe yardımıyla 2 gün arayla 1 ay boyunca 15 kez karıştırılmıştır. Bu süreç içerisinde hazırlanan kompostun fermantasyon hızını artırmak amaçlı 4 günde bir yüzeyden su verilmiştir. 1 ayın sonunda hazırlanan kompost, günlük solucanların tüketim miktarına göre yem karma makinesine eklenip su ile karıştırılmıştır. Nem miktarı solucanlar için uygun koşullara geldiğinde yem karma makinesinde homojen karıştırılmış olan mama solucanlara verilmek üzere hazır hale getirilmiştir. Şekil 3.3.'te mama hazırlama süreci görülmektedir.



Şekil 3.3. Mama hazırlama süreci (Fotoğraf: Osman ŞEN)

### 3.1.7. Solucanların beslenme miktarının belirlenmesi

$m^3$ ' te 50.000 solucan stoklanmıştır. Bu miktar için 20 kg mama verilmesi belirlenmiştir.

### 3.1.8. *E. fetida* besleme yöntemleri

*E. fetida* epijeik bir tür olduğu için hazırlanan mama sürekli akış sisteminin yüzeyinde 1-2 cm olacak şekilde verilmiştir. Yem verildikten sonra yemin tüketiminin hızlı ve yemlenme miktarını artırma amaçlı yüzey kartonla kapatılmıştır. Kartonla kapatılan yüzey şekil 3.4.' te görülmektedir.



Şekil 3.4. Yüzeyi kartonla kapatılan sürekli akış sistemi (Fotoğraf: Osman ŞEN)

### 3.1.9. Isıtma sisteminin kurulumu

Isıtma sistemi, sürekli akış sistemi yüzeyinin 15 cm altından 7,5 m uzunluğunda Ø25 5 hat şeklinde yapılmıştır. Kalorifer kazanı tesisatı bağlanarak, sürekli akış sistemi içerisinde bulunan termostat 25 °C ye ulaştığında ısıtma sistemi otomatik olarak durmaktadır. Şekil 3.5.' da ısıtma sisteminin kurulumu görülmektedir.



Şekil 3.5. Isıtma sisteminin kurulumu (Fotoğraf: Osman ŞEN)

### 3.1.10. Gece-gündüz tekniğinin uygulanması

Doğal ortamda solucanlar üzerinde bulunan fotoreseptörler sayesinde gündüz gübre içinde yaşarken geceleri gübre yüzeyine yemlenmek için çıkmaktadır. Bu uzun gün periyodunu kısa periyotlar haline çevirip gübre verimini artırma amacıyla 9,375 m<sup>2</sup> lik sürekli akış sisteminin yüzeyinden 1,5 m yükseklikte ve 3,75 m aralıkla 20 watt 2 adet led ampül koyulmuştur. Aydınlatma periyotları 2 saat aydınlık ve 6 saat karanlık olmak üzere tasarlanmıştır. Şekil 3.6.' da gece-gündüz tekniğinin uygulanması görülmektedir.



Şekil 3.6. Gece gündüz tekniğinin uygulanması (Fotoğraf: Osman ŞEN)

### 3.1.11. Nem izolasyonunun sağlanması

Sürekli akış sistemi yüzeyine nem izolasyonunun sağlanması için yüzey boyunca kartonla kapatılmıştır.

### 3.1.12. Yavru solucan ayırma ve yetiştirme tekniğinin uygulanması

Ergin bireylerin geçemeyip yavru bireylerin geçebileceği 1.000 mikron elek solucan tankının en üst kısmına serilerek, üzeri yemlenmiştir. 1.000 mikrondan geçemeyen

büyük solucanlar eleğin altında kalırken yavru bireylerin eleğin üstünde ki yeme ulaşması sağlanmıştır. Böylelikle yavru bireylerin ortamdan ayrılması sağlanmıştır. Şekil 3.7. de yavru bireyleri ayırma tekniği görülmektedir.



Şekil 3.7. Yavru bireyleri ayırma tekniği (Fotoğraf: Osman ŞEN)

### 3.1.13. Solucan üreme veriminin belirlenmesi

Sürekli akış sistemindeki kültür ortamından alınan 1.500 solucandan 2 hafta içerisinde yaklaşık 2.000 adet kokon üretilmiştir. Bunun sonucunda çıkan yavrular sayılamayacak popülasyon yoğunluğunda olduğundan dolayı 100 adet yavru birey sayılarak farklı bir tanka alınmıştır. Mavi ışık altında, %80 nemde, 22 °C' de ve öğütülmüş bitkisel protein kaynaklı (buğday, arpa, mısır, yulaf) ürünler kullanılarak yavru birey gelişimi gözlemlenmiştir.

### 3.1.14. Gübre kesim işlemi

Sürekli akış sisteminin alt kısmında bulunan çift redüktörlü 0,75 kW'lık motor zincir ve bıçaklara bağlanarak kesim işlemi sağlanmıştır. Kesimden sonra yatak içindeki kompost seviyesi tekrar 66.5 cm ye tamamlanmıştır.

### **3.1.15. pH, nem, sıcaklık ve ışık seviyesinin belirlenmesi**

Sistemdeki pH, nem, sıcaklık ve ışık seviyesi analog ölçer ile belirlenmiştir. Sürekli olarak pH 7-7,5 , sıcaklık 20-22 °C, nem %78-80 civarında tutulmuştur.

### **3.1.16. Gübre hasat işlemi**

Sürekli akış sistemi kontrol panosu üzerinde bulunan ileri geri tuşlarıyla alt bölmede yer alan bıçak sistemi sayesinde gübre kesim işlemi gerçekleştirilmiştir.

### **3.1.17. Gübre analiz sonucu**

Üretilen gübreden alınan gübre örneği, özel gıda ve zirai laboratuvarına gönderilip analiz sonucu alınmıştır.

### **3.1.18. Gübrenin verime etkisi**

Gübre veriminin kalitatif etkisini gözlemek için üretilen gübre marul serasında ve ev içerisindeki orkide saksılarında denenmiştir.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Solucanların üreme ve gelişimi

Çalışmada mavi ışık altında , %80 nemde, 22 °C' de ve öğütülmüş bitkisel protein kaynaklı (buğday, arpa, mısır, yulaf) ürünler kullanılarak yavru birey gelişimi gözlemlenmiştir. Uygulanan teknikler sonucu 100 adet yavru bireyden 59 adedi 2 hafta içerisinde 2-4 cm boya ulaştığı görülmüştür. Şekil 4.1. ve Şekil 4.2. de vermikompost içerisinde çıkan kokon ve gelişimleri görülmektedir.



Şekil 4.1.Vermikompost içerisinde çıkan kokonlar (Fotoğraf: Osman ŞEN)





Şekil 4.2. Kokondan çıkan yavru solucanlar (Fotoğraf: Osman ŞEN)

#### 4.2. Gübre analiz sonucu

Gübre analizi, özel Agriolaben gıda ve ziraat analiz laboratuvarına yaptırılmıştır. Analiz sonucu şekil 4.3.' te görülmektedir.

agriOLABEN		agriOLABEN GIDA VE ZİRAİ LABORATUVAR HİZMETLERİ SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.		Zeytinlik Mah. Altınyol Arsa Koop. 7754 Sk. No:21 Altınova / ANKARA	
			No: 0437-T		
			GB-18-2533		
			08.10.18		
GÜBRE ANALİZ RAPORU / FERTILIZER ANALYSIS REPORT					
Analiz Parametreleri (Analysis Parameters)	Birim (Unit)	Metodlar (Methods)	Analiz sonucu w/w (Analysis results)	Ölçüm belirsizliği (Measure uncertainty)	
*pH (22 °C)	--	GPGDY Mad 7.4-TS 836(1.10)	<b>7,0</b>		
Ec (22 °C)	dS/m	1:10	<b>3,2</b>		
*Org. Mat. (70 °C- 550°C)	(%)	In- house method- "SOP/GB-19 Rev. No: 05-TS 9103	<b>64,2</b>		
Organic Carbon	(%)	Walkley-Black	<b>38,09</b>		
C/N	(%)		<b>12,4</b>		
Total (humic+fulvic) (Rc:0,45)	(%)	TS 5869 ISO 5073	<b>42,9</b>		
Organic Nitrogen	(%)	Kjeldahl	<b>2,7</b>		
Total Nitrogen (N)	(%)	Bremner 1965	<b>3,06</b>		
Total Phosphorous (P)	(%)	Kaçar-Kütük 2009 wet incineration -ICP OES	<b>0,46</b>		
Total Potassium (K)	(%)	ICP-OES	<b>0,83</b>		
Total Magnesium (Mg)	(%)	ICP-OES	<b>0,98</b>		
Total Iron (Fe)	(%)	ICP-OES	<b>0,43</b>		
AĞIR METAL ANALİZ RAPORU/ HEAVY METAL ANALYSIS REPORT					
Analiz Parametreleri (Analysis Parameters)	Birim (Unit)	Max Yönetmelik Kriterleri (Max Criteria)	Metodlar (Methods)	Analiz sonucu (Analysis results)	
Cadmium (Cd)	mg / kg	3	TS EN 13650	<b>0,78</b>	
Copper (Cu)	mg / kg	450	TS EN 13650	<b>64,4</b>	
Nickel (Ni)	mg / kg	120	TS EN 13650	<b>28,3</b>	
Lead (Pb)	mg / kg	150	TS EN 13650	<b>4,05</b>	
Zinc (Zn)	mg / kg	1100	TS EN 13650	<b>218,8</b>	
Mercury (Hg)	mg / kg	5	EPA 3052	<b>&lt;0,01<sup>RL</sup></b>	
Chrome (Cr)	mg / kg	350	TS EN 13650	<b>15,2</b>	
Tin (Sn)	mg / kg	10	TS EN 13650	<b>0,92</b>	
P.S: Analysis results are reported on dry substance.					

Şekil 4.3. Elde edilen gübrenin analiz sonuçları

Yapılan analiz sonucu gübremizin organik madde miktarı %64,2 çıkmıştır. Tarım yapılan topraklarımızda organik madde içeriği yaklaşık %1-2'dir. Bu sonuç gübre içeriğindeki organik madde miktarının dikkate değer bir sonuç olduğunu göstermektedir. Toplam humik ve fulvik asit oranı %42,9 çıkmıştır. Bu oran tarım yapılan topraklarımızdaki toplam humik ve fulvik asit miktarı (%1-5) düşünüldüğünde dikkate değer bir sonuçtur. Ağır metal analiz sonuçları belirtilen referans değerlerinin oldukça altında çıkmıştır.

### **4.3. Vermikompostun verime etkisi**

Elde edilen gübrenin kalitatif etkisini gözlemek için Çanakkale Lapseki ilçesindeki marul serasına 300 kg vermikompost uygulaması yapılmıştır. Ayrıca 4,5 litre saksı içerisindeki orkidelere 20 gr vermikompost uygulaması yapılmıştır. Vermikompostun verime etkisinin gözle görülür sonuçları marullar için şekil 4.4. ve 4.5.' te, orkideler için şekil 4.6. ve 4.7.' de verilmiştir.



Şekil 4.4. Vermikompost uygulama öncesi (Fotoğraf: Murat BELEN).



Şekil 4.5. Vermikompost uygulama sonrası (Fotoğraf: Murat BELEN).



Şekil 4.6. Orkidelerde vermikompost uygulama öncesi (Fotoğraf: Murat BELEN).



Şekil 4.7. Orkidelerde vermikompost uygulama sonrası (Fotoğraf: Murat BELEN).

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde vermikompost üretiminde genellikle *E. fetida* türü kullanılmaktadır. *E. fetida* toprak yapılarına, sıcaklık, pH, iklim, nem gibi faktörlere geniş tolerans değerlerine sahip olduğu bilinmektedir (Mısırlıoğlu, 2016). Dolayısıyla kültür ortamında canlı yetiştiriciliğinde, yetiştirilen türün her koşula dayanıklı olması beklenmektedir. Vermikompost üretiminde solucanların istenen gelişimi sağlayabilmesi için 20-25 °C sıcaklığa ihtiyaç vardır. Buradaki sıcaklıktan kasıt yaşadığı kompostun iç sıcaklığıdır. Bu değerlerden uzaklaşıldıkça solucanların beslenme ve üremesi sekteye uğramaktadır ya da solucanlar ortamı terketmeye başlayacaktır. Bu sebeplerle vermikompost üretiminde yetiştirilecek solucan türlerinin değişken sıcaklık, değişken pH, farklı toprak yapılarına adaptasyon yeteneğinin yüksek olması, değişken nem koşullarına dayanıklı olması gerekir. *E. fetida* türü bu özellikleri göstermektedir. Ayrıca *E. fetida* beslenme yönünden her türlü besine kolayca adapte olabilmektedir. 50.000 solucan sayılarak toplam ağırlıkları ölçülerek, ortalama bir bireyin ağırlığının 0,7 gr olduğu görülmüştür. Yapılan bu çalışmada yem karma makinasında hazırlanan kompostun, su ile birlikte karıştırıldığında solucanlar tarafından daha rahat ve daha fazla tüketildiği gözlemlenmiştir. 6 saat karanlık 2 saat aydınlık periyotlarını takip eden gece gündüz tekniği süreci uygulandığında, 50.000 adet *E. fetida*'nın günlük yem tüketim miktarı 20 kg olarak gözlemlenmiştir. Yem karma ve gece gündüz tekniği kullanılmadan yapılan gözlemlerde ise 10 kg yem tüketimi olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumda kullanılan makine ve ekipman ve besleme yöntemleri ile *E. fetida*'nın daha fazla yem tükettiği gözlemlenmiştir.

*E. fetida* 3-5 gün arayla 2-10 kokon üretir. Bu kokonlardan herbirinin içerisinde 1-8 yumurta bulunur ve bunlardan ortalama 2 tanesi gelişir. (Mısırlıoğlu, 2011; Mısırlıoğlu vd., 2017). Yapılan çalışmada sürekli akış sistemindeki kültür ortamından alınan 1.500 solucandan 2 hafta içerisinde yaklaşık 2.000 adet kokon üretilmiştir. Bunun sonucunda çıkan yavrular sayılamayacak popülasyon yoğunluğunda olduğundan dolayı 100 adet yavru birey sayılarak farklı bir tanka alınmıştır. Mavi ışık altında, % 80 nemde, 22 °C' de ve öğütülmüş bitkisel protein kaynaklı (buğday, arpa, mısır, yulaf) ürünler kullanılarak yavru birey gelişimi gözlemlenmiştir. Bu gözlem sonucuna göre yavru birey gelişiminin %59 olduğu görülmüştür.

Günümüz ve geleceğin sorunlarından olan kaliteli besin ihtiyacı, artan nüfus ile birlikte önemini her geçen gün daha da artırmaktadır. Bu sorun dünya genelinde; tarım arazilerinin nüfusa göre yetersizliği, küresel ısınma ile birlikte var olan verimli toprakların azalması, bitki gelişimi için kullanılan kimyasal maddelerin dünyamızı olumsuz yönde etkilemesi, küreselleşme ile yeni ihtiyaçları karşılamada yaşanan zorluklar, bilinçsiz su tüketimi ile var olan temiz su kaynaklarını kirletme ya da kurutma, kent nüfusunun tarım alanlarındaki nüfusa göre giderek artması, olarak görülmektedir (FAO, 2018). Vermikompost ise bu sorunlara çözüm olarak geleneksel tarımdaki kimyasal gübrenin önüne geçmesi, üründe erkencilik, verim miktarının artışı, daha kaliteli organik ürün elde edilmesi, çevreye zararlı olmaması, geleneksel tarımda kullanılan gübrelere göre daha az alanda daha yüksek ürün elde edilmesi gibi avantajlar sağlar. Bu avantajlar sayesinde vermikompost üretim sistemlerinin, dünya üzerinde yaygınlaşması ve gelecekteki önemli üretim modellerini oluşturabileceği öngörülmektedir. Dünyada bu konuda çok sayıda üretim modeli uygulaması ve araştırması var iken ülkemizde vermikompost üretim sistemleri özellikle akademik çevrelerin ilgisini çekmekte ve yeni bir araştırma konusu olarak görülmektedir.

Dünya genelinde vermikompost uygulamaları hızla artmaktadır. Böyle olmasında modern tarım uygulamalarıyla birlikte endüstrileşen ve her geçen gün büyüyen gıda sektörünün etkisi fazladır. Ülkemizde ise vermikompost uygulamaları diğer ülkelere göre daha az bilinmektedir. Bunun nedeni ise tarımsal üretimin daha geleneksel metotlarla yapıyor olması, mevsimsel geçişlerle birlikte yetiştirilebilecek olan ürün yelpazesinin genişliği, organik ürün veya iyi tarım uygulama sonucu üretilen ürün talebinin Avrupa ülkeleri ile karşılaştırıldığında daha az olması, üretim metodolojisinin yeni olması ile birlikte yeterli bilgiye sahip olunmaması gibi nedenlere bağlanabilir. Vermikompost uygulamalarının ülkemiz tarım uygulama alanlarında yer edinmesiyle çoraklaşan tarımsal arazilerimizin canlılığı artacaktır. Bu üretim metodolojisi sayesinde vermikompostun içerdiği toprak yarayışlı yüksek mikroflora ile birlikte canlılığını yitirmiş toprak örtüsünün canlandırılması, birim alandan alınan ürün miktarının artırılması, üretimin zamansal olarak planlanabilmesi, yüksek katma değerli ürün elde edilmesi ve yetiştirilmiş insan gücüne katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Şen vd., 2016; 2017).

Özellikle ülkemiz topraklarında organik kirlilik yüksek seviyededir. Aynı zamanda ülkemizin tarımsal arazileri de her geçen gün çoraklaşmaktadır. (FAO, 2018) Bu çoraklaşmanın ve organik kirliliğin önüne geçmek adına kurulacak vermikompost üretim tesisleri büyük önem taşımaktadır.

Bu tesislerde organik atıklar *E. fetida* yetiştirilmesinde, bunun sonucunda elde edilen mikroorganizma yönünden zengin vermikompost ile de çoraklaşan tarımsal arazileri zirai faaliyetlere geri kazandırıp ekonomik katkı sağlamak mümkündür.

Yapılan çalışmada 6,23 m<sup>3</sup> alanda 1 ayda 6.000 kg yem tükettirilerek 5.000 kg solucan gübresi üretilmiştir. Vermikompost üretiminde esas amaç düzenli solucan gübresi üretimi olduğu için, solucanların beslenmelerinin üzerine oldukça düşülmektedir. Bir yetiştirme tankının içerisinde yaklaşık 500.000 adet *E. fetida* yetiştiriciliği yapıldığında, doğru koşullar altında her bireyin 4-5 kokon oluşturduğu, her kokonun ortalama 1-8 yumurta içerdiği bilinmektedir. 50.000 solucan ile yapılan denemelerde günlük ortama 16,5 kg vermikompost alındığı gözlemlenmiştir. 500.000 solucandan ise günlük ortalama 165 kg gübre alınmıştır. Bu bilgi doğrultusunda artan popülasyon ile birlikte üretilen vermikompost miktarı da artacaktır.

Bu çalışmada *E. fetida* türünün vermikompost üretiminde çok kullanışlı bir tür olduğu görülmüştür. Bu tür kullanılarak vermikompost üretimine yönelik çalışmalar yapılması ve bunların zirai ürünlere dönüştürülmesi ülkemiz tarımı için büyük önem arz etmektedir.

Yapılacak bu çalışmalarla Ülkemizde atık durumda olan birçok organik materyal üretimde kullanılacak ve bunun yanı sıra tarım yapılamayan ya da yeterince verim alınamayan arazilerde vermikompost sayesinde üretim yapmak ve verimi yükseltmek mümkün olacaktır. Bu sayede ülkemiz tarımına ve dolayısıyla ülkemiz ekonomisine büyük katkı sağlanmış olacaktır.



## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Cornell University, 2015. Vegetable Pathology – Long Island Horticultural Research and Extension Center
- Edwards, C.A. 1988. 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.
- Eraslan, F., İnal A., Güneş A., Erdal İ., Coşkan A. 2009. Türkiye’de Kimyasal Gübre Üretim ve Tüketim Durumu, Sorunlar, Çözüm Önerileri ve Yenilikler. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Isparta.
- Fosgate, O.T. and Babb, M.R. 1972. Biodegradation Of Animal Wastes By *Lumbricus terrestris*. *J.Dairy Sci.*, 55: 870.
- 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.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- 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.
- Mısırlıoğlu, M. 2011. Topraksolucanları Biyolojileri, Ekolojileri ve Türkiye Türleri, Nobel Akademik Yayıncılık.
- Mısırlıoğlu M. (2016) Solucan Gübresi nedir? TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, Eylül 2016, Sayı: 586, s. 46.
- Mısırlıoğlu, M. 2017. Topraksolucanları – Biyolojileri, Ekolojileri, Zirai Yönleri, Türkiye Türleri ve Türlerin Taksonomik Özellikleri, Nobel Akademik Yayıncılık.
- Mısırlıoğlu M., Şen O., Temel V. (2017) Vermicompost and Vermiculture-03-05 Nisan 2017, International Symposium on Biodiversity and Edible Wild Species (BEWS2017) ANTALYA.
- Sanayi Araştırma ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, 2005.
- Szczecz, M.M. 1999. Suppressiveness 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 brenda* de Haan var. *nicotianae*. *Phytopath-Z*, 149(2), 77-82.
- Şen O., Akçınar O., Mısırlıoğlu M. (2016) Solucan Gübresinin Havuç Bitkisi Gelişimine Olan Etkileri Üzerine Bazı Gözlemler. ULUSAL UYGULAMALI BİYOLOJİK BİLİMLER KONGRESİ-26-29 Aralık 2016, KONYA.
- Şen O., Mısırlıoğlu M., Temel V. (2017) Vermikompost. II. Ulusal Uygulamalı Biyolojik Bilimler Kongresi-09-12 Temmuz 2017, Afyon.
- 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.
- Türkiye Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Yönetmeliği, 2018. Resmi Gazete, Sayı: 30341
- Yüksek, T . (2019). Farklı Tip Yemle Beslemenin Kırmızı Kalifornia (*Eisenia fetida*) Solucanında Solucan Sayısı ve Ağırlığına Etkisinin Belirlenmesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4 (1), 1-6. Retrieved from <http://dergipark.org.tr/jaes/issue/44400/477726>

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

[http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab\\_id=54](http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=54), 2019 (Erişim tarihi: 10.04.2019)

<https://www.growertalks.com/Article/?articleid=20606>, 2019 (Erişim tarihi: 05.04.2019)