

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BÜYÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ VE EVSEL KÖKENLİ YEMEK
ARTIKLARI İLE BESLENEN YERLİ VE KIRMIZI KALİFORNİA
SOLUCANLARINDAN ELDE EDİLEN KATI SOLUCAN
GÜBRESİNDEKİ BAZI BESİN ELEMENTLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI

HAFİZE UMUT

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. VAGİF ATAMOV

II. DANIŞMAN

PROF. DR. TURAN YÜKSEK

TEZ JÜRİLERİ

PROF. DR. TEMEL GÖKTÜRK

DOÇ. DR. HURİYE ARIMAN KARABULUT

DR. ÖĞR. ÜYESİ YUSUF ŞAVŞATLI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

RİZE-2019

Her Hakkı Saklıdır

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BÜYÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ VE EVSEL KÖKENLİ YEMEK
ARTIKLARI İLE BESLENEN YERLİ VE KIRMIZI KALİFORNİA
SOLUCANLARINDAN ELDE EDİLEN KATI SOLUCAN GÜBRESİNDEKİ
BAZI BESİN ELEMENTLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Prof. Dr. Vagıf ATAMOV danışmanlığında, Hafize UMUT tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 27/11/2018 tarihinde Biyoloji Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı Adı Soyadı
Başkan	: Prof. Dr. Vagıf ATAMOV
Üye	: Prof. Dr. Turan YÜKSEK
Üye	: Prof. Dr. Temel GÖKTÜRK
Üye	: Doç. Dr. Huriye ARIMAN KARABULUT
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Yusuf ŞAŞATLI

İmzası

(Handwritten signatures of the jury members)


(Handwritten signature of Ferhat Kalaycı)
Doç. Dr. Ferhat KALAYCI
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

ÖNSÖZ

Büyükbaş Hayvan Gübresi ve Evsel Kökenli Yemek Artıkları İle Beslenen Yerli ve Kırmızı Kalifornia Solucanlarından Elde Edilen Katı Solucan Gübresindeki Bazı Besin Elementlerinin Karşılaştırılmasının araştırıldığı bu çalışma, Recep Tayip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yaptığım çalışmanın her aşamasında destek, bilgi ve birikimlerini benden esirgemeyen çok değerli danışmanlarım sayın Prof. Dr. Vagif ATAMOV ile Prof. Dr. Turan YÜKSEK'e, İstatistik analizlerinde yardımcı olan Prof. Dr. Ali BİLGİN'e hocama, güler yüzüyle her zaman bilgilerini paylaşan Dr. Öğr. Üyesi Şule GÜZEL'e, laboratuvar analizlerinde yardımını esirgemeyen Zuhale KALCIOĞLU'na ve Çalışmaya destek veren, 2 kez solucan ve besleme yemini sağlayan LAZUTİM şirketine teşekkürlerimi bir borç bilirim. Hayatımın her aşamasında yanımda olan, verdiğim kararlarda desteklerini her zaman arkamda hissettiğim maddi ve manevi yanımda olan, bugünlere gelmemde en büyük paya sahip canım aileme ve her zaman yanımda destekçim olan eşim Mehmet ŞENOL'a sonsuz teşekkürler.

Hafize UMUT

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Büyükbaş Hayvan Gübresi ve Evsel Kökenli Yemek Artıkları İle Beslenen Yerli ve Kırmızı Kalifornia Solucanlarından Elde Edilen Katı Solucan Gübresindeki Bazı Besin Elementlerinin Karşılaştırılması” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim. 26/11/2018

Hafize UMUT

Uyarı: *Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.*

ÖZET

BÜYÜKBAŞ HAYVAN GÜBRESİ VE EVSEL KÖKENLİ YEMEK ARTIKLARI İLE BESLENEN YERLİ VE KIRMIZI KALİFORNİA SOLUCANLARINDAN ELDE EDİLEN KATI SOLUCAN GÜBRESİNDEKİ BAZI BESİN ELEMENTLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Hafize UMUT

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Prof. Dr. Vagif ATAMOV

Bu çalışma, ülkemizde büyükbaş hayvan gübresi ve evsel yemek atıklarından Yerli ve Kırmızı Kalifornia solucanları ile katı solucan gübresinin elde edilmesi için yapılan ilk araştırmadır. Çalışmada hem Yerli hem de Kırmızı Kalifornia solucanları için sekiz farklı besi ortamında üç tekrarlı deneme desenleri kurulmuştur. Denemelerin her birine başlangıç ağırlıkları belirlenen besi ortamları ve bu ortamların içine 30'ar adet solucan eklenmiştir. Her hafta deneme kaplarındaki solucanlar sayılmış, ağırlıkları belirlendikten sonra tekrar deneme kaplarına bırakılmıştır. İki aydan sonra solucan gübreleri alınmış ve hava kurusu hale getirildikten sonra analiz edilmiştir. En yüksek solucan sayısı ve ağırlığına % 30 inek gübresi + % 30 yemek atığı + % 30 Çay posası + % 10 Gazete kağıdı D (Kırmızı Kalifornia solucanı) besi ortamında rastlanmıştır. Farklı besi ortamlarından elde edilen solucan gübresindeki en yüksek N, P, K, Zn, Ca, Cu, Fe değerlerine E % 100 inek gübresi (yerli solucan), en yüksek Mn değerine % 40 İnek gübresi + % 40 Yemek atığı + % 20 Çay posası (Kırmızı Kalifornia solucanı), en yüksek Mg miktarına % 100 inek gübresi (Kırmızı Kalifornia solucanı), en yüksek pH'a ise % 40 İnek gübresi + % 40 Yemek atığı + % 20 Çay posası (yerli solucan) besi ortamlarından elde edilen solucan gübrelinde rastlanmıştır. Farklı besi ortamı olarak tercih edilen organik atıkların kompoze süresinin solucan sayısı, ağırlığı ve elde edilen solucan gübresinin bazı besin elementleri açısından etkili olduğu söylenebilmektedir. Bu sebeple organik atıklar, kompoze prosesi ve süresi açısından farklı araştırmaların olması gerektiği düşünülmektedir.

2019, 44 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Solucan gübresi, Eisenia fetida, Vermikompost besin elementleri, Büyükbaş hayvan gübresi, Evsel yemek artığı.

ABSTRACT

THE COMPARISON OF SOME NUTRITION ELEMENTS IN SOLID VERMICOMPOST OBTAINED FROM LOCAL AND RED CALIFORNIA WORMS FEEDING WITH COW DUNG AND DOMESTIC FOOD WASTE

Hafize UMUT

**Recep Tayyip Erdoğan University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology
Master Thesis
Supervisor: Prof. Dr. Vagif ATAMOV**

This study is the first research to obtain solid vermicompost with local and Red California worms from cow dung and domestic food waste in our country. In the study, three repeating trial designs were established in four different growth media for both local and Red California worms. 30 worms assigned initial weights had left in the each container plots. The worms were counted in trial containers in every week, after their weights were determined, they were returned to the containers. After three weeks, vermicompost were removed and analyzed later air drying. The highest number and the heaviest weight of worms were found in the medium of cow dung (30 %) + food waste (30 %) + tea pulp (30 %) + newsprint (10 %) in Red California worm. The highest N, P, K, Zn, Ca, Cu, Fe values were determined in the vermicompost which formed growth media cow dung (100 %) in local worm. The highest Mn and Mg values, and pH were determined in the vermicompost which formed growth media cow dung (40 %) + food waste (40 %) + tea pulp (20 %) in Red California worm, cow dung (100 %) in Red California worm, and cow dung (40 %) + food waste (40 %) + tea pulp (20 %) in local worm, respectively. The effect of composition time of organic waste materials as different medium should be said in the number and weight of worms and certain nutrient elements of vermicompost. Therefore, there is need to new research for organic wastes, composition method and time. Consequently, it is thought that there should be different studies in terms of composite process, time and organic wastes.

2019, 44 pages

Keywords: Vermicompost, Cow dung, Domestic food waste. *Eisenia fetida*

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ	II
ÖZET	III
ABSTRACT	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
TABLolar DİZİNİ	VII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Literatür Özeti	5
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	16
2.1. Materyal	16
2.2. Yöntem	16
2.2.1. Denemelerin Kurulması ve Parsellerde Yapılan İşlemler	16
2.2.2. Laboratuvar Analizleri	23
2.2.3. Verilerin Değerlendirilmesi	25
3. BULGULAR	26
3.1. Besi Ortamlarındaki Yerli ve Kırmızı Kaliforniya Solucan Sayılarında ve Solucan Ağırlıklarında Meydana Gelen Değişimler	26
3.2. Farklı Besi Ortamlarından Elde Edilen Gübrelerdeki Bazı Besin Elementlerinin Değişimi	31
4. TARTIŞMA ve SONUÇ	35
5. ÖNERİLER	37
KAYNAKLAR	39
ÖZGEÇMİŞ	44

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Eisenia Fetida'nın anatomik yapısı.....	15
Şekil 2. Deneme parsellerin kurulumu.....	17
Şekil 3. Deney kapların numaralandırılması.....	19
Şekil 4. Yemek atıklarının çürümeye bırakılması.....	19
Şekil 5. %100 inek gübresi	20
Şekil 6. %100 inek gübresi (Yerli solucan)	20
Şekil 7. Kırmızı kaliforniya solucanı	21
Şekil 8. Vermikompost numunelerinin analize hazırlanması görüntüsü	24
Şekil 9. ICP-OES cihazından bir görüntü	25
Şekil 10. İnek gübresi (% 100) besi ortamının Kırmızı Kaliforniya solucan sayısı (A) ve ağırlıklarının (B) zamana bağlı değişimleri.	28
Şekil 11. İnek gübresi (% 40) + yemek atığı (% 40) + çay posası (% 20) besi ortamının Kırmızı Kaliforniya solucan sayısı (A) ve ağırlıklarının (B) zamana bağlı değişimleri.	28
Şekil 12. İnek gübresi (% 30) + Yemek atığı (% 30) + Çay posası (% 30) + Gazete kağıdı (% 10) olan besi ortamındaki Kırmızı Kaliforniya solucan sayısı (A) ve ağırlıklarının (B) zamana bağlı değişimleri.	29
Şekil 13. İnek gübresi (%100) besi ortamındaki yerli solucan sayısı (A) ve ağırlıklarının (B) zamana bağlı değişimleri.	30
Şekil 14. İnek gübresi (% 40) + Yemek atığı (% 40) + Çay posası (% 20) olan besi ortamındaki yerli solucan sayısı (A) ve ağırlıklarının (B) zaman bağlı değişimleri.....	30
Şekil 15. Farklı besi ortamlarına göre mineral maddelerin ve pH'ın değişimi.....	33
Şekil 16. Farklı besi ortamlarına göre mineral maddelerin ve pH'ın değişim grafiği	34

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1. Geleneksel kompost olan ahır gübresi ve vermikompost içindeki N, P ve K değerlerinin karşılaştırılması (Boran, 2015).....	8
Tablo 2. Geleneksel (aerobik ve anaerobik) kompostlar ile vermikompost içindeki önemli besin elementlerinin karşılaştırılması(Boran, 2015).	8
Tablo 3. Denemelerde kullanılan besi ortamı ve deneme deseni.	16
Tablo 4. Deneme başlangıcında parsellerindeki solucan sayıları, ağırlığı ve verilen yem miktarları	18
Tablo 5. Farklı besi ortamları ve zamana göre solucan ağırlıklarının (gr)değişimi.....	21
Tablo 6. Beslenme zamanlarına göre s. ağırlığı ve s. sayısının istatistiksel olarak değişimi	22
Tablo 7. Deneme başlangıcında parsellerindeki solucan sayıları, ağırlığı ve verilen yem miktarları	23
Tablo 8. Farklı besi ortamlarında yerli ve Kırmızı Kaliforniya solucanlarının sayılarının	26
Tablo 9. Farklı besi ortamlarında yerli ve Kırmızı Kaliforniya solucanlarının (1adet) ağırlıklarının zamana bağlı değişimi	27
Tablo 10. Farklı besi ortamlarından elde edilen yerli ve Kırmızı Kaliforniya solucan gübresindeki bazı besin elementlerinin değişimi	32
Tablo 11. Farklı besi ortamlarına göre mineral madde değişimleri	33
Tablo 12. Farklı besi ortamlarına göre mineral madde değişimleri	34

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

C	Karbon
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
Fe	Demir
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
Mn	Manganez
N	Azot
Na	Sodyum
Ni	Nikel
P	Fosfor
Pb	Kurşun
t/ha	ton/hektar
Zn	Çinko

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Dünyada hızlı sanayileşmenin ve nüfus artışının etkisiyle çevre sorunları önemli bir artış göstermiştir (Aksoy ve Altındişli, 1999). Bilinçsiz ve yoğun bir şekilde tarım ilacı ve gübre kullanımı, yüksek ve kaliteli ürün elde edilmesi için gereklilik olarak düşünülmektedir. Bununla beraber verimin artırılması için bilinçsizce kullanılan tarım ilaçları ve kimyasal gübreler, ekolojik dengeyi bozmakta ve canlı yaşamını tehdit etmektedir (İlter ve Altındişli, 1998; Yolcu ve Daşcı, 2008). Tarımda “Yeşil Devrim” olarak adlandırılan ve 1960-1970 yıllarıyla birlikte artan nüfusun besin ihtiyacının karşılanması için elde edilecek ürün miktarının artırılmasının hedeflenmesiyle ortaya çıkan anlayıştır. Bu anlayışla kimyasal ilaçlar ve gübreleme kullanımı artırılarak, istenilen verim sağlanmıştır. Ancak kimyasal ilaçlar ve gübreler zamanla hem toprağı verimsizleştirmeye hem de canlı sağlığını olumsuz bir şekilde etkilemeye başlamıştır. Bu kapsamda organik tarım uygulamaları yoğunluk kazanmıştır (Aksoy, 2001).

Organik tarım, çevreye ve insana zarar vermeyen, kimyasal hormonlar, tarım ilaçları ve gübrelerin kullanımını yasaklayan ve ekolojik sistemin yeniden kurulmasına yönelik olarak yapılan çalışmalardır. Organik tarımda, kimyasal gübrelemeye alternatif olarak organik gübreleme kullanılmaktadır. Organik gübreleme ile toprağın biyolojik, fiziksel ve kimyasal yapısı iyileşmekte, havalanması sağlanmakta, su tutma kapasitesi artmakta, mikrobiyal aktiviteler hızlanmakta ve toprağı besin elementleri kazandırılmaktadır (URL-1, 2007).

Toprağın organik madde içeriğini artırmak için ilk çalışmalarda aerobik ve termofilik kompostlara yoğunluk verilmiştir. Bu kompost ürünler hem bitkinin beslenmesinde hem de toprakta yer alan bitki patojenlerinin baskılanmasında etkili göreve sahiptir. Dolayısıyla organik tarım uygulamalarında, bu ürünler sıklıkla tercih edilmektedir (Hoitink vd., 1997).

Kompost uygulamaların hızlı bir şekilde yaygın hale gelmesinde, şehirleşmenin de önemli bir etkisi bulunmaktadır. Kompost şehirleşme ile beraber, artarak devam eden atık ve artıkların işlenerek çevre dostu, ekonomik ve sürdürülebilir alternatif bir uygulamasıdır.

Evsel ve endüstriyel atıkların geri kazanımı için solucanlar kullanılarak da kompost elde edilmektedir. Bu kompostun işlem ve ürün olarak aerobik termofilik komposttan daha üstün olduğu görülmüştür. Ayrıca solucandan elde edilen ve vermikompost adı verilen mezofilik kompostun termofilik komposttan daha kısa sürede gerçekleştiği görülmektedir (Dominguez vd., 1997).

Vermikompost ürünler termofilik kompostlarla kıyaslandığında daha ekonomik ve üstün özelliklere sahiptir. Bununla beraber vermikompost son ürünlerinde patojenler yer almadığı için, organik madde olarak kanalizasyon atıkları kullanılsa bile vermikomposta çıplak elle dokunmada bir sorun olmamaktadır (Erşahin, 2007).

Tüm dünyada tarımsal üretimin sürdürülebilirliğine vurgu yapılan ve organik üretim yöntemlerinin teşvikiyle elde edilen yaklaşımların yaygın hale gelmesinde, bazı toprak solucanlarının organik atık ve artıkları hızlı bir şekilde parçalamaları ve yüksek kalitede son ürünler elde ettikleri görülmüştür. Dolayısıyla vermikültür denilen yeni bir tarımsal sektör doğmuştur. Vermikompost organik atığın dönüşümünün kısa sürede gerçekleşmesi ve son ürünün elde edilmesinde belirli solucan türleriyle meydana getirilen biyoteknolojik bir komposttur (Boran, 2015).

Solucanlar sindirim esnasında besinleri, mikroorganizmaları ve kompostu karıştırarak küçük ve işlevsel toprak düzenleyici bir paket yapmaktadır. Meydana gelen bu solucan dışkısı, organik gübre olarak toprağa bırakılmaktadır. Solucanların kullandıkları organik atıkların kompostlaştırılması sonunda ortaya çıkan ürüne vermikompost ismi verilmekle birlikte, vermikompost ürününe genel olarak vermikest (solucan dışkısı) veya kest denilmektedir (Edwards ve Bohlen, 1996).

Son yıllarda organik gübre kullanımında vermikomposta doğru bir yönelme başlamıştır. Bu yönelmenin sebepleri arasında çevre kirliliğinin artması ve atıkların birikerek canlı sağlığını olumsuz olarak etkilemesi yer almaktadır. Evsel ve endüstriyel atıkların solucanlar tarafından parçalanmasıyla vermikompostlama işlemi gerçekleşmekte ve çevrede bulunan kirlilik, çevreye yarar sağlamak amacıyla kazandırılmaktadır.

Dolayısıyla, çevre ve insan sağlığı korunmakla beraber toprak verimliliği de sürdürülebilmektedir (Boran, 2015).

Vermikompostlama, mikroorganizmalar ve solucanlar arasındaki interaksiyon ile organik maddelerin termofilik olmayan biyodegradasyonu ve stabilizasyonunu oluşturmaktadır (Arancon vd., 2003). Böylelikle yüksek gözenekli, ince dokulu, havalandırma ve su tutma kapasitesi iyi ve mikrobiyal aktivitesi yüksek, besin içeriği oldukça iyi olan bir materyal oluşmaktadır (Garg vd., 2006). Ayrıca vermikompost biyolojik, fiziksel ve biyokimyasal özellikleri sebebiyle, çevre için büyük tehditler oluşturabilecek evsel, hastane ve sanayi atıklarının güvenli bir şekilde giderilmesi için de kullanılabilir (Borah vd., 2007).

Günümüzde vermikompost hem ekonomik açıdan en yüksek faydayı sağlayarak tarımdaki sürdürülebilirliğe katkıda bulunan bir yöntem olmakta hem de endüstrinin hızlı bir şekilde gelişmesi ve popülasyonun artmasıyla beraber katı organik atık ve atıkların işlenip yararlı hale getirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Vermikompost tekniğinin bu ekolojik ve ticari önemi sebebiyle dünyada yoğun bir şekilde tercih edilmektedir. Ayrıca vermikompost tarım topraklarının verimini artıran zenginleştirici bir organik maddedir. Bu nedenle sık erozyonun yaşandığı verimsiz araziler, vermikompostun kullanımıyla verimli hale gelebilecektir.

Vermikompostun elde edilmesi için birçok atık ve artıklar kullanılabilir. Bunlar içerisinde büyükbaş, küçükbaş, at, tavşan gibi hayvan artıkları, kanalizasyon içeriği, atıksulardaki katı çöpler, kağıt, bira, mantar endüstrisi gibi endüstriyel atıklar, restoran artıkları, ölü bitkiler gibi birçok organik atık ve artık yer almaktadır (Edwards, 1988). Vermikompost tekniği kullanılarak özellikle Amerika'da kanalizasyon atıkları, İngiltere'de hayvan, bitki ve endüstri atıkları işlenmektedir (Neuhauser vd., 1988).

Vermikültür çalışmalarında kullanılacak teknolojiler alanın büyüklüğü, iş gücü ve atık tipine göre çeşitlilik göstermektedir. Kurulması kolay ve basit bir teknolojiye sahip olan yöntemlerin, teknolojik ve maliyeti yüksek sistemlerden daha çok iş gücü gerektirdiği ve üretim verimlerinin düşük olduğu görülmüştür. Vermiteknolojideki yöntemler arasında basit

yığın sıralardan, kompleks reaktöre kadar birçok çeşitlilik yer almaktadır (Edwards ve Bohlen, 1996).

Solucanların organik artık ve atıkları kompostlaştırması sırasında, kullanılan bu artık ve atıklar ortamda bulunan mikroorganizmalar tarafından fermentasyona uğratılmakta ve sonrasında ise solucanların sindirim sisteminde hızlandırılmış humifikasyon ve detoksifikasyon sürecine maruz kalmaktadır. Organik artık ve atıkların hem standart aerobik ve anaerobik şartlardaki kompostlaması hem de solucanlar tarafından elde edilen kompostlama işlemleri sonrasında toprağa verilmesi ile toprağın biyolojik ve harici bütün özelliklerinin düzenlendiği görülmektedir. Vermikompost, solucanların mikroorganizmalarla birlikte organik maddeleri biyolojik olarak parçalamasıyla elde edilmektedir. Vermikompost içeriğinde nitrat, fosfat, değişen miktarda kalsiyum ve potasyum bulunmaktadır. Ayrıca mikroorganizmalarca salgılanan bitkilerin büyümesini artıran hormonlar da yer almaktadır. Bununla beraber, kompostlardaki veya vermikompostlardaki zararlı mikroorganizmaların bertaraf edilmesi gerekmektedir. Termofilik ortamlarda gerçekleşen kompostlardaki patojen bakteriler; sıcaklık, bu patojenlerle beslenen farklı organizmaların yer alması, patojenlerin ortamda uygun bir şekilde beslenmesini gerçekleştirememesi ve anaerobik ortamın sağlanması ile ortadan kaldırılmaktadır. Termofilik kompostlar karışıkça sıcaklık artmakta ve sıcaklığın artması ise biyolojik parçalanmayı hızlandırarak, patojenlerin daha hızlı bir şekilde imha edilmesine neden olmaktadır. Bununla beraber, vermikompostta ciddi boyutta bir sıcaklık gerçekleşmemektedir. Patojenler, kompostta sıcaklıkla, vermikompostta ise solucanlarla yok edilmektedir. Solucanlar organik atıklarla beraber ortamdaki bakterileri, patojenik mantarları, nematodları ve ot tohumlarını da yemektir. Solucanların sindirim sistemine, bu patojenik ve diğer maddeler zarar vermemekte ve solucanlar bu maddelerin büyük bir kısmını imha etmektedir. Sindirim atıkları tarafından salgılanan maddeler ise ortamda yer alan patojenlerin yapısını bozarak, farklı organizmalarca hızlı bir şekilde tüketilmektedir (Joshi ve Pal Vig, 2010).

Vermikültür endüstrisinde sıklıkla kullanılan solucan türlerini; *Eisenia fetida* (worm), *Eisenia andrei* (red tiger worm), *Lumbricus rubellus* (red worm), *Perionyx excavatus* (Indian blue worm), *Dendrobaena veneta*, *Pheretoma excavatus*, *Eudrilus eugeniae*, *Fletcherodrilus*

spp. ve *Herteroporodrilus* spp. oluşturmaktadır. Bu solucan türlerinden ılıman bölgelere adapte olan *E. fetida*, *E. andrei* ve *D. veneta* ve genellikle sıcak iklim alanlarında görülen *L. rubellus* ve *Perionyx excavatus*'un organik artık ve atıkları indirgeyerek vermikompost çalışmalarında en iyi sonucu verdikleri belirlenmiştir. Ticari olarak en çok tercih edilen solucan türlerini ise *E. fetida*, *E. andrei* ve *L. rubellus* oluşturmaktadır (Edwards ve Bohlen, 1996).

Bu kapsamda, çalışmamızda vermikompost çalışmalarında ticari olarak veya ticari amaç güdülmeden sıklıkla kullanılan Kırmızı Kaliforniya solucanları elde edilmiştir. Bu çalışmanın amacını, büyükbaş hayvan gübresi ve evsel kökenli yemek artıkları ile beslenen yerli ve Kırmızı Kaliforniya solucanlarından elde edilen katı solucan gübresindeki bazı besin elementlerinin karşılaştırılması oluşturmaktadır.

1.2. Literatür Özeti

Toprak solucanları milyonlarca yıldır doğada bulunmaktadır. Bu zaman boyunca yaşamlarını devam ettirebilmek için görevlerini tam anlamıyla yapmışlardır. Bu canlılar, toprağı iyi bir şekilde işlemekte ve yer aldıkları ekosistemde birçok açıdan belirleyici görevlere sahiptir. Solucanlar canlılara, ölü atıkları kullanarak organik ürünler elde etmeye yarayan doğal yol olarak ifade edilmiştir.

Bazı toprak solucanlarının farklı organik atık ve artıkları sindirmeleri sonucunda tarımsal endüstride kullanılan oldukça değerli organik gübre elde edilmektedir. Vermikompost ismi verilen bu kompost ürün, toprak düzenleyicisi olarak kullanılmaktadır (Edwards ve Bohlen, 1996).

Vermikompost'un önemi 1970'lerden sonra anlaşılmış ve hızlı bir şekilde popüler olan vermikompost üretimi Japonya, Küba, ABD, İngiltere, Almanya ve Fransa'da oldukça fazla önem kazanmıştır. Birkaç yılda Amerika'da yaklaşık 90.000 vermikültür çiftliğine ulaşılmış, Kaliforniya'da 20.000 t/yıl vermikompost üretimi gerçekleştirilmiştir. Günümüzde ise Küba en yaygın vermikompost kullanan ülkelerin başında yer almaktadır. Küba'da 2003 yılı verilerinde, yaklaşık bir milyon t/yıl vermikompost üretimi yapıldığı belirtilmiştir (Türkmen, 2016).

Yeryüzündeki bulunan tüm toprak solucanları organik maddeleri kompostlaştırabilme özelliğine sahiptir. Bununla beraber, *E. fetida*, *L. rubellus* gibi bazı türlerin daha çok tercih edildiği bilinmektedir. Bu türlerin diğer toprak solucanları ile kıyaslandığında besinleri daha hızlı tüketmeleri, üremelerinin ve populasyon artış oranlarına daha yüksek olması, farklı iklim ve çevre şartlarına daha kolay bir şekilde adapte olmaları sebebiyle hayatta kalma oranları daha yüksektir. Bu nedenle, bu türler vermikompost çalışmalarında daha fazla tercih edilmektedir (Meyer ve Bouwn, 1997).

Solucanlar hayvansal ve bitkisel kökenli organik atık ve artıklarla beslenmektedir. Hayvansal kökenli organik maddeler içerisinde, kullanım yoğunluğuna göre büyükbaş hayvan dışkısı ilk sırada yer almaktadır. Bunu tavuk, at, hindi, ördek gibi dışkılar izlemektedir. Bitkisel kökenli organik maddeler içerisinde ise evsel atıklar, tarlada kalan artıklar, sebze-meyve kabukları, talaş, kağıt gibi organik maddeler bulunmaktadır.

Solucanlar et ve süt ürünleri, kemik, yağ, tuz gibi atıklarla beslenmemelidir. Çünkü et ve süt ürünlerini ve kemikleri solucanlar çok zor sindirebilmektedir. Bu sebeple solucanlar yeterli bir şekilde besin alamamaktadır. Dolayısıyla solucanların gelişimleri durma aşamasına gelmekte, yavru ve vermikompost üretim hızları yavaşlamaktadır. Solucanlara verilen yağ, deri solunumu yapan solucanın gözenekleri tıkamakta ve solunumu engellemektedir. Tuz ise solucanın çok daha fazla mukus ve sölom salgılamasına sebep olmakta ve kısa süre sonunda solucan bütün sıvısını kaybetme aşamasına gelebilmektedir. Ayrıca inorganik maddelerin solucan için toksik etki gösterip, ölümlerine neden olduğu belirlenmiştir (Edwards, 2004).

Solucanlar için besin olarak verilecek maddelerin fiziksel ve kimyasal yapıları oldukça büyük öneme sahiptir. Çünkü solucanlar bu besin maddeleri içinde hem aylar gibi uzun sürelerce yaşamakta hem de besin ihtiyacını karşılamaktadır. Bu sebeple, solucan yataklarına eklenen besin maddelerinin tuzluluk, pH, nem ve amonyak düzeyi gibi özelliklerine dikkat etmek, solucanların yaşam ortamlarının kalitesini de belirlemektedir. Birçok çalışmada *E. fetida* için uygun besin ve yaşam ortam sıcaklığının 15-24 °C'lerde, pH'nın 5-9 arasında, tuz miktarının 0,5 mg/kg'dan az, nem düzeyinin % 60-90'larda,

amonyak düzeyinin 0,5 mg/g'dan daha düşük ve oksijen açısından zengin olması gerektiğine ulaşılmıştır (Edwards, 2004).

Solucanları optimum şartlarda yaşatılmak, vermikompostun kalite ve verimliliğini artırmaktadır (Neuhauser vd., 1988). Bu sebeple, şartların kontrolünün sağlanabilmesi için kapalı kasalarda veya zeminlerde yığın yapılarak, başarılı bir şekilde ürün alınabilmektedir. Sınırları en fazla 2,4 m olan zemine, kalınlığı 10-15 cm olan besin maddesi eklenerek solucan yatakları oluşturulmaktadır. Bu yatağa, yaklaşık 10.000–15.000 adet/m² solucan yerleştirilmesi uygundur. Solucanlar yatakta hem beslenmekte hem de dışkılarını bırakmaktadır. Birkaç gün içinde ortamdaki besinleri tüketen solucanların, yığın yüksekliğinin 1 m'e çıkana kadar 10 günde bir yaklaşık 10 cm kalınlığında besin eklenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla solucanlar besin ihtiyacı giderilirken solucan gübresinin alt kısımlarda yığın şeklinde biriktiği görülmektedir. Yaklaşık üç ay sonrasında, bu yığınının üstüne tekrar taze besin eklenerek solucanların üst kısımda toplanması sağlanmaktadır. Üst kısım solucanlarla beraber alınarak yeni meydana getirilecek yataklara aktarılmaktadır. Eski yataktaki olgunlaşan vermikompost ise açık havada kurutularak, eleklerden geçirilip kullanım için hazır hale gelmektedir (Edwards, 2004).

Vermikompostun uygulanması toprak kalitesi ve tarım arazisinin verimini artırmaya yardım etmektedir. Vermikompost, azot (N), fosfor (P), potasyum (K), mikroelementler, faydalı mikroorganizmalar, mikorizal mantarlar ile bitki büyümesine düzenleyici ve koruyucu özelliği açısından zengin ve besleyiciliği yüksek organik gübredir. Vermikompostun N, P ve K değeri, solucanların ilk beslendiği organik maddeden 3-4 kat daha fazla olabilmektedir. Ayrıca mikroelementlerin arttığını görülmüştür (Agarwal, 1999). Vermikompost, aynı besinler ile elde edilen diğer kompostlarla kıyaslandığında önemli bir şekilde besin elementleri açısından zengin olduğu görülmüştür (Tablo 1 ve Tablo 2).

Tablo 1. Geleneksel kompost olan ahır gübresi ve vermikompost içindeki N, P ve K değerlerinin karşılaştırılması (Boran, 2015).

Besinler	Ahır Gübresi (%)	Vermikompost (%)
Azot	0,4-1,0	2,5-3,0
Fosfor	0,4-0,8	1,8-2,9
Potasyum	0,8-1,2	1,4-2,0

Vermikompostun yüksek drenaj ve su tutma kapasitesine, poroziteye ve havalandırmaya sahip olması sebebiyle besinlerin tutumunu sağlayan ve emilebilirliği artıran geniş yüzey alanları bulunmaktadır. Bu sebeple, besin elementleri oldukça uzun bir süre ortamda adsorbe olmakta ve mikroorganizmalar için de daha fazla besin temini sağlanmaktadır (Köksal vd., 2017).

Vermikompost ağırlığının yaklaşık 9 katı suyu tutabilmektedir. Solucanlar yaşadıkları ortamı kazıp kompost elde ederek doğal olarak toprağı işlemektedir. Ayrıca vermikompostun bahçe kompostundan iki kat daha fazla oranda makro ve mikro elementlere sahip olduğu belirtilmiştir. Bu elementlerin fazla olması, bitki tohumları ve sera ürünlerinin büyümesine ve daha çok ürünün alınmasına katkı sağlamaktadır. Bazı süs bitkilerinin de vermikompost içinde daha çabuk tohumlandığı görülmüştür (Edwards ve Burrows, 1988).

Tablo 2. Geleneksel (aerobik ve anaerobik) kompostlar ile vermikompost içindeki önemli besin elementlerinin karşılaştırılması (Boran, 2015).

Besinler	Aerobik Kompost (mg/g)	Anaerobik Kompost (mg/g)	Vermikompost (mg/g)
Azot	6,000	5,700	9,500
Fosfor	0,039	0,050	0,317
Potasyum	0,152	0,177	0,176
Demir	15,450	17,240	19,730
Magnezyum	1,680	2,908	4,900
Manganez	0,005	0,006	0,016
Kalsiyum	0,173	0,119	0,276

Solucanların inek, domuz, tavuk ve kaz dışkısını kullanarak elde ettiği vermikompostun mineral içeriği ile ticari kompost karşılaştırılmıştır. Hayvansal atıktan köken alarak elde edilen vermikompostun daha fazla mineral içerdiğine ulaşılmıştır. Buna göre % kuru ağırlık olarak; vermikompostun N (% 2,2-3,0), P (% 0,4-2,9), K (% 1,7- 2,5) ve Ca (% 1,2-9,5) içeriğinin ticari kompostun mineral madde içeriklerinden (N: % 1,8, P: % 0,21, K: % 0,48 ve Ca: % 0,94) daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Edwards, 1988).

Vermikompostların kullandıkları yetiştirme ortamına bağlı olarak kimyasal içerikleri değişiklik göstermektedir. Sığır ve at gübresi karışımı ile beslenen solucanlardan elde edilen vermikompostun oldukça yüksek elementel değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Buna göre; organik C: % 38,8, toplam N: % 2,7, NO₃-N: 1080 mg/kg olarak elde edilmiştir. Belediye atıklarının kullanımıyla elde edilen vermikompostlar ise en düşük elementel değerleri göstermektedir. Buna göre; organik C: % 9,5, toplam N: % 1,0 ve NO₃-N: 503 mg/kg olarak belirlenmiştir (Businelli vd., 1984).

Tomati ve Galli (1995), organik atıklardan vermikompostun elde edilmesini denedikleri çalışmasında, vermikompostu mantarlara ve süs bitkilerine uygulamıştır. Bütün sonuçlarına göre, bitki gelişimindeki değişiklikleri, köklenmeyi, çiçeklenmeyi ve boğum uzanımlarını tek tek gözlemiş ve bütün sonuçlardaki gelişimin esas sebebinin vermikompost bünyesindeki besinlerin içeriği olduğunu bildirmiştir.

Vermikompostların içeriğinde yeterli seviyede makro element ve birçok mineral element yer almaktadır. Vermikompostun tarım topraklarına uygulanması sonrasında mikro element miktarının hayvan gübresi uygulanan topraklardakinden daha fazla artış gösterdiği görülmüştür (Reddy ve Reddy, 1999). Toprağa uygulanan vermikompost, topraktaki azot, fosfor ve potasyum miktarını önemli bir şekilde artırmıştır (Nenthra, vd., 1999; Sreenivas, vd., 2000; Venkatesh, vd., 1998).

Hınıslı (2014), açık tarla şartlarında vermikompost, sığır ve koyun gübrelərini uygulayarak kıvırcık marul üzerindeki gelişim etkisini incelemiştir. Araştırmada 2500 g'lık saksılar gerçekleştirilmiş ve buradaki gübrelerin konsantrasyonları 0, 25, 75, 125 ve 175 g

olacak şekilde ayarlanmıştır. Araştırma sonunda vermikompost uygulanan kıvırcık marulların Ca, Cu ve Zn gibi elementleri bünyelerine daha iyi aldıkları tespit edilmiştir.

Atiyeh vd. (2000), büyükbaş hayvan gübresi ve vermikompost kullanarak marul ve domates tohumlarındaki çimlenme etkisini araştırmıştır. Çalışmanın sonunda, vermikompostun büyükbaş hayvan gübresine kıyasla bitki büyüme gelişimindeki etkisinin daha başarılı olduğu saptanmıştır.

Bhat vd. (2015), büyükbaş hayvan gübresi ve şeker kamışı küspesini farklı oranlarda karıştırarak *Eisenia fetida*'yı beslemiştir. Buna göre her ikisinin de yarı yarıya olduğu oranda en yüksek populasyon ve minimum ölüm gözlenmiştir. Atıkların artan konsantrasyonu önemli bir şekilde solucanların büyümesini ve üremesini etkilemiştir. İlk vermikomposttan olgunlaşan vermikomposta doğru N, P, Na gibi besin elementlerinin arttığı, C:N oranının ise azaldığı görülmüştür. Son üründe Zn, Fe, Mn dışındaki ağır metallerin önemli bir şekilde azaldığı, bunların ise arttığı gözlenmiştir.

Sharma ve Garg (2018), kağıt atıklarını ve çeltik saman atıklarını tüketen *Eisenia fetida*'dan elde edilen vermikompostunu incelemiştir. Hacim artırıcı substrat olarak büyükbaş hayvan gübresini kullanmış ve dokuz farklı oranda besin içeriği hazırlamıştır. İlk komposttan sonra solucanlar laboratuvar şartlarında 105 gün farklı besin içerikleriyle beslenmiştir. Sonuçta, NPK içeriği ve ağır metal içeriği oldukça yüksek bulunmuştur. Bununla beraber, toplam organik C ve C:N oranının düştüğü tespit edilmiştir. Ayrıca, solucanın büyümesi ve üremesinde besinlerin büyük bir öneme sahip olduğu belirlenmiştir. Büyükbaş hayvan gübresine eklenen çeltik saman atığının %50'e çıkartıldığında solucan için uygun bir ortam olmadığı sonucuna da ulaşılmıştır.

Suthar (2009), sebze halinin katı atıklarını hacim kapasitesi yüksek buğday samanı, büyükbaş hayvan gübresi ya da biyogaz çamurunu kullanarak farklı oranlarda besin hazırlamıştır. Elde ettikleri karışımları laboratuvar şartlarında sekiz farklı oranlarda *Eisenia fetida*'ya uygulamıştır. Sonuçta vermikompostta organik C (%12,7–28) ve C:N oranı (%42,4–57,8)'ın azaldığını, toplam N (%50,6–75,8), P (%42,5–110,4), ve K (%36,0–78,4)'un arttığını tespit etmiştir. Atık mineralizasyon ve humuslaşma oranlarının hacim

artırıcı olarak biyogaz çamuru ve büyükbaş hayvan gübresi kullanıldığında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla atık karışımlarının solucanların büyümesini ve üreme oranlarını büyük bir şekilde etkilediği görülmüştür. Ayrıca vermikompostun organik atık gideriminde uygun oranlar belirlendiği ölçüde oldukça iyi bir dönüşüm teknoloji olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sharma (2003), kentsel atıklardan vermikompost elde etmek için Kırmızı Kaliforniya solucanı ve yerli solucan türlerini (*Eisenia fetida* ve *Lempito mauritii*) kullanmıştır. Yaptıkları çalışmada, 42 gün sonra toplam N ve K'nın, toplam organik C kaybının ve C: N oranının *E. fetida*'da daha iyi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Werner (1997), Kaliforniya'da elma bahçesindeki toprak solucanlarını arttırdıklarında, elma bahçesinde yer alan bitki yapraklarının ve farklı atıkların çok hızlı parçalandığını görmüştür. Ayrıca, bu kapsamda toprak verimliliği ve bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementi içeriğinin de arttığını tespit etmiştir.

Alam vd. (2007), patates bitkisine artan dozlarda solucan gübresi uygulayarak, patatesin verim ve verim özelliklerini araştırmıştır. Çalışma sonucuna göre, solucan gübresinin dozunun artırılmasıyla beraber birim alanındaki patates verimi, yaprak alan indeksi, yumru çapı, yumru ağırlığı gibi birçok özelliğin önemli bir şekilde artışı belirlenmiştir.

Jahan vd. (2014), Bangladeş'te artan dozlarda solucan gübresinin karnabahar bitkisi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Farklı dozlarda solucan gübresi 0, 1,5, 3, 4,5 ve 6 ton/ha olarak karnabahar bitkisine verilmiştir. Çalışma sonucunda bu bitkinin boyunun, toplam ağırlığının, koçan veriminin, yaprak sayısının ve meyve boyunun en yüksek değerine 6 ton/ha solucan gübresi uygulanan alanda olduğu tespit edilmiştir.

Bai ve Malakouti (2007), Azerbaycan'da, farklı konsantrasyonlarda solucan gübresi uygulamasının kırmızı soğan bitkisinin verimine etkisini incelemiştir. Araştırmada 2, 4 ve 6 ton/ha solucan gübresi soğanlara eklenmiştir. Sonuçta en yüksek doz olan 6 ton/ha solucan

gübresinin eklendiği soğanların en yüksek verime, protein ve askorbik asit içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Adiloğlu vd. (2016), artan konsantrasyonlarda solucan gübresi verilen salata bitkisinin verimini araştırmıştır. Solucan gübresi 0, 400, 800 ve 1200 kg/da olarak uygulanmıştır. Sonuçta, artan solucan gübresinin uygulamasıyla beraber salata bitkisinin verimi, bitki çapı, ağırlığı, yaprak sayısı, yaprak genişliği ve uzunluğunda önemli bir şekilde artışlar belirlenmiştir. Ayrıca, bu uygulamayla bitkinin içeriğindeki Fe ve Mn içeriğinde %5 düzeyinde artış tespit edilmiştir.

Çıtak vd. (2011), vermikompostun ıspanak bitkisinin gelişimine ve toprağın verimliliği üzerine etkisini araştırmıştır. Açık tarla şartlarında ıspanak bitkisine 100 ve 200 kg/da dozlarda vermikompost uygulanmıştır. Vermikompost konsantrasyonu 200 kg/da uygulanan ıspanak bitkisinin Fe içeriğinin ve topraktaki Ca içeriğinin en iyi sonuç olduğu tespit edilmiştir.

Küçükyumruk vd. (2014), biber bitkisine farklı konsantrasyonlarda vermikompost uygulamış ve biberin gelişimi ile mineral beslenmesi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bibere uygulanan vermikompost konsantrasyonları 0, 1 ve 2 g/saksı olarak seçilmiştir. Sonuçta, biber bitkisinin besin element içeriklerinin, kuru ve yaş ağırlıklarının olumlu anlamda daha etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 2 g/saksı vermikompost verilen biber bitkisinin daha çok geliştiği ve besin element alımının arttığı saptanmıştır.

Vermikompost uygulanan topraklarda, vermikompostu tamamlayıcı miktarda inorganik gübreler eklenerek, domates bitkisi üretilmiştir. Araştırma sonucunda vermikomposta inorganik gübre eklenen topraklardaki toplam N, ortofosfat, mikrobiyal biyokütle miktarı ve dehidrogenaz enzim aktivitesinin sadece inorganik gübre uygulaması yapılanlara kıyasla daha iyi olduğu belirlenmiştir (Arancon vd., 2003).

Tutar (2013), vermikompostun simbiyotik bir bakteri olan Rhizobium ve asimbiyotik mikroorganizmalar içerisinde yer alan azot fiksasyonunu gerçekleştiren bir bakteri olan Azotobakter ve mikoriza fungusları bulundurduğunu belirtmiştir. Vermikompost

içerisindeki bu mikroorganizmaların bazı patojenleri etkisiz hale getirdiğini saptamıştır. Solucanların salgı maddelerinde birçok farklı enzim, aminoasit, vitamin ve büyüme hormonu yer almaktadır. Bu salgı maddelerinin solucanın dışkısına karışmasıyla, bitkiler çok daha hızlı bir şekilde gelişecek ve çevre koşullarına karşı daha fazla direnç kazanacaktır.

Kale vd. (1992), vermikompost uygulanmış topraklardaki azotu fikse eden bakterilerin, mikorizal fungusların ve aktinomisetlerin sayılarında artış olduğunu belirlemiştir. Bu sebeple toprağın içeriğindeki azot miktarının arttığını belirtmiştir.

Devi vd. (2009), vermikompostlarda bakteri ve aktinomiset sayısını önemli bir şekilde arttığını bildirmiştir. Bu şekilde mikrobiyal popülasyonun artması, solucanın sindirim sisteminin mikroorganizma gelişimi için optimum şartları sağlamasından kaynaklanmaktadır. Solucanların zengin organik atıklarla beslenmesi, mikroorganizmalar için de substrat kaynağı olmaktadır (Tiwari vd., 1989). Solucanın sindirim sistemindeki, hareket ettiği yerlerdeki ve toprak kümelerindeki mikrobiyal çeşitlilik, sayı ve aktivitesinin farklılığı, topraktaki bakteriyel komüniteden farklı olduğunu göstermektedir (Toyota ve Kimura, 2000).

Solucan bağırsağı ve vermikestin mikrobiyal florasının çeşitliliği ve yapısı organik maddeleri, selüloz, kitin, lignin ve nişasta gibi pek çok polisakkaridi sindirebilecek özelliğe sahiptir (Vivas vd., 2009).

Vermikompost bünyesinde amilaz, selülaz, kitinaz, lipaz gibi birçok enzim bulunmaktadır. Bu enzimlerin salgılandıktan sonra dahi topraktaki organik maddelerin parçalanması görevlerini devam ettirdikleri görülmüştür. Vermikompostun optimum miktarının belirlenmesi ile yapılan denemelerde, toprakta bulunan üreaz, arilsülfataz, fosfomonoesteraz ve fosfodiesteraz enzimlerinin ciddi oranda arttığı belirlenmiştir (Tiwari vd., 1989).

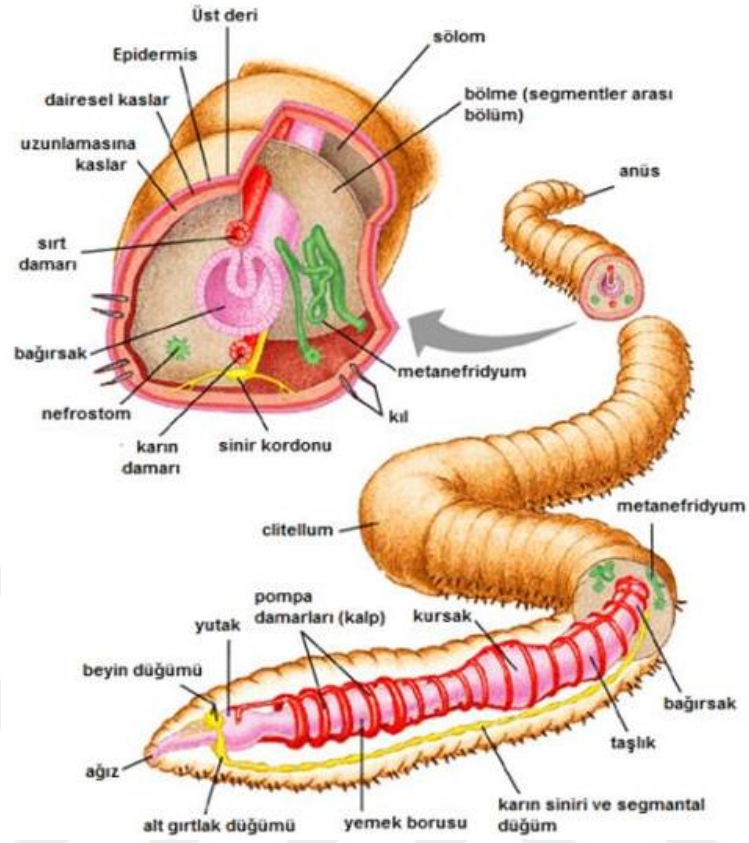
Maksimum enzim aktiviteleri vermikompostlamada 21-35 gün, geleneksel kompostlamada ise 42-49 gün aktif haldedir. Ayrıca, büyükbaş hayvan gübresi, yarfıstığı kabuğu, meyve posası ve sebze atığının karışımıyla meydana getirilen vermikomposttaki

mikroorganizma sayısının ve ekstraselüler enzimlerin, aynı atıkların kullanımıyla elde edilen normal kompostla karşılaştırıldığında daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Devi vd., 2009).

Toprak solucanlarının beslenmesinde ölü bitki dokusundan meydana gelen organik maddeler oluşturmaktadır (Curry ve Schmidt, 2007). Beslenmeleri ağızdan gerçekleştirerek aldıkları besinleri sindirdikten sonra, vücut dışına atıklar meydana getirmektedir (Mısırlıoğlu, 2011).

Yutaktan sindirim sisteminin diğer kısımlarına iletilmektedir. Besinler kursakta tutulmakta ve taşlık bölgesinde mekanik olarak parçalanmaktadır. Yemek borusu üzerindeki segmentlerde çift kese yer almakta ve sindirilen besinlerin vücudun diğer kısımlarına iletilmesi kolaylaşmaktadır. Bezler kanda bulunan asit-baz dengesi için oldukça önemlidir. Solucanların bağırsağı düz bir doğrultuda bulunmakta duvarları geniş ve incedir, kenarlarında besinlerin emilimini arttırmaya yarayan çıkıntılar ve dorsalinde tiflois ismi verilen bir girinti bulunmaktadır. Sindirim sistemindeki anüse bağlanarak sindirilen besinlerin organik kısmı emilme işlemi gerçekleşmekte fakat mineral kısmı anüsten dışarıya atılmaktadır (Tutar, 2012). Solucanların bağırsak florasında fazla miktarda bakteri bulduklarını tespit edilmiştir. Doğal ve verimli toprakta bakteri sayısı $1,7 \times 10^8$, toprak solucanlarının bağırsaklarında ise $2,1 \times 10^9$ adet bulunmaktadır. (Pedersen ve Hendriksen, 1993).

Toprak solucanları ile yapılan çalışmalarda genellikle Kırmızı Kalifornia Solucanı olarak bilinen *E. fetida* kullanılmıştır. Solucanın büyüme oranı düzenli olarak artış göstermektedir (Sivasankari, 2016). Şekil 1’de *E. fetida*’nın anatomik yapısı verilmiştir.



Şekil 1. *Eisenia fetida*'nın anatomik yapısı

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Denemelerde kullanılan çay atıkları ve yemek atıkları Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi öğrenci- personel yemekhanesinden sağlanmıştır. Denemelerde kullanılan yemek atıkları ve çay posası kapaklı özel kaplarda 3 ay süreyle çürütülerek kompoze hale getirilmeye çalışılmıştır. İnek gübresi ve Kırmızı Kalifornia Solucanları LAZUTİM Ticaret Şirketi tarafından temin edilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Denemelerin Kurulması ve Parsellerde Yapılan İşlemler

Araştırma, 40 cm en x 40 cm boy x 20 cm derinliğe sahip kasalarda tesadüf parselleri deneme desenine uygun ve üçer tekrarlı olarak yürütülmüştür (Tablo 2, Şekil 3). Deneme deseninden genel bir görünüm Şekil 4’te, denemelerde kullanılan besi ortamlarından bazıları ise Şekil 5, 6, 7’de gösterilmiştir.

Tablo 3. Denemelerde kullanılan besi ortamı ve deneme deseni.

Den. No	Denemelerde Kullanılacak Besi Ortamları	Tekrar Sayısı		
Kırmızı Kalifornia Solucan Türü				
1	İnek Gübresi (% 100)	A1	A2	A3
2	İnek Gübresi (% 50)+ evsel Yemek atığı (%50)	B1	B2	B3
3	İnek Gübresi (% 40)+ evsel Yemek atığı (% 40)+ demlenmiş Çay Atığı (%20)	C1	C2	C3
4	İnek Gübresi (% 30)+ evsel Yemek atığı (% 30)+ demlenmiş Çay Atığı (%30)+ gazete Kağıdı (%10)	D1	D2	D3
Yerli Solucan Türü				
Tekrar Sayısı				
5	İnek Gübresi (% 100)	E1	E2	E3
6	İnek Gübresi (% 50)+ evsel Yemek atığı (%50)	F1	F2	F3
7	İnek Gübresi (% 40)+ evsel Yemek atığı (% 40)+ demlenmiş Çay Atığı (%20)	G1	G2	G3
8	İnek Gübresi (% 30)+ evsel yemek atığı (% 30)+ demlenmiş Çay Atığı (%30)+ gazete Kağıdı (%10)	H1	H2	H3
Toplam Örnek Sayısı		8	8	8



Şekil 2. Deneme parsellerin kurulumu

Tablo 4. Deneme başlangıcında parsellerindeki solucan sayıları, ağırlığı ve verilen yem miktarları

Deneme No	Deneme Yemi	Kırmızı Kalifornia Solucan sayısı(adet)	Kırmızı Kalifornia Solucan Ağırlığı (g)	Kırmızı Kalifornia Yemin Ağırlığı (Yem + Su)(g)
A1		30	21	4
A2		30	30	4
A3	% 100 İnek Gübresi	30	22	3
Ortalama		30	24,33	3,67
Standart Sapma		0,00	4,93	0,58
C1		30	20	5
C2	%40 İnek Gübresi+%40	30	14	3
C3	Evsel yemek atığı+%20 Demlenmiş çay atığı	30	25	2
Ortalama		30	19,67	3,33
Standart Sapma		0,00	5,51	1,53
D1	%30 İnek gübresi+%30 evsel yemek atığı+%30 demlenmiş çay atığı+%10 gazete kâğıdı	30	14	13
D2		30	2	3
D3		30	24	23
Ortalama		30	13,33	13,00
Standart Sapma		0,00	11,02	10,00
Deneme No	Deneme Yemi	Yerli Solucan sayısı(adet)	Yerli Solucan Ağırlığı (g)	Yerli Yemin Ağırlığı (Yem + Su)(g)
E1		30	13	2
E2		30	6	1
E3	% 100 İnek Gübresi	30	6	2
Ortalama		30	8,33	1,67
Standart Sapma		0	4,04	0,58
G1		30	7	4
G2	%40 İnek Gübresi+%40Evsel yemek atığı + %20 Demlenmiş çay atığı	30	9	6
G3		30	11	5
Ortalama		30	9,00	5,00
Standart Sapma		0,00	2,00	1,00



Şekil 3. Deney kaplarının numaralandırılması



Şekil 4. Yemek atıklarının çürümeye bırakılması



Şekil 5. %100 inek gübresi



Şekil 6. %100 inek gübresi (Yerli solucan)



Şekil 7. Kırmızı kaliforniya solucanı

Tablo 5. Farklı besi ortamları ve zamana göre solucan ağırlıklarının (gr) değişimi

Solucan Çeşidi	Tekerrür	Deneme Yemi	1.hafta	4.hafta	8.hafta
Kırmızı Kalifornia Solucanı	A1		8,12	11,56	2,00
	A2	% 100 İnek Gübresi	9,11	20,34	1,80
	A3		7,61	11,42	1,50
	C1	%40 İnek Gübresi+%40	6,73	11,00	1,42
	C2	Evsel yemek atığı +%20	8,39	8,47	1,00
	C3	Demlenmiş çay atığı	7,82	15,00	1,53
	D1	%30 İnek gübresi+%30	6,46	9,17	9,26
	D2	evsel yemek atığı +%30	7,31	0,48	1,06
	D3	demlenmiş çay atığı+%10	6,03	12,28	12,37
Yerli Solucan	E1		11,38	8,10	0,75
	E2	% 100 İnek Gübresi	12,94	4,06	0,85
	E3		9,53	1,16	0,72
	G1	%40 İnek Gübresi+%4Evsel	7,82	5,00	1,00
	G2	yemek atığı +%20	9,57	5,91	2,00
	G3	Demlenmiş çay atığı	6,33	5,33	1,75

Tablo 6. Beslenme zamanlarına göre s. ağırlığı ve s. sayısının istatistiksel olarak değişimi

Haftalar		Solucan Ağırlığı	Solucan Sayısı
1	Ortalama	8,34	30
	N	15	15
	Std. Sapma	1,92	0,00
	Std. Hata	0,50	0,00
4	Ortalama	8,62	14,93
	N	15	15
	Std. Sapma	5,27	8,32
	Std. Hata	1,36	2,15
8	Ortalama	15	5,33
	N	2,60	15
	Std. Sapma	3,41	5,64
	Std. Hata	0,88	1,46
F- Değeri		68,869	12,063
		0,000	0,000
Önem seviyesi		(8-4)***	(8-4)***
		(4-1) ***	(4-1) ***
		(8-1)***	(8-1)***

***: $P \leq 0.001$ seviyesinde önemli

İlgili besi ortamlarının her birine ağırlıkları belirlenmiş 30 adet Kırmızı Kalifornia ve Yerli solucanı yerleştirilmiştir. Her gün günde 3 kez olmak üzere nem ölçümleri yapılarak besi ortamındaki nem değerleri araştırma süresince % 50±5 seviyesinde tutulmuştur. Araştırmada 30 Nisan, 30 Mayıs ve 26 Haziran'da her bir deneme parselindeki solucanların sayımı yapılmış ve belirlendikten sonra yeniden besi ortamlarına yerleştirilmiştir. İşlem sonucunda deneme parsellerindeki kaplarda oluşan solucan gübresinden yeter miktarda örnekler alınmış ve bazı analizlerin (nem, yanma kaybı, pH, EC, Toplam N, P, K, Ca, Fe, Mn, Zn ve Cu) yapılması için Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü

Müdürlüğü Laboratuvarında analiz edilmiştir.

Tablo 7. Deneme başlangıcında parsellerindeki solucan sayıları, ağırlığı ve verilen yem miktarları

Deneme No	Deneme Yemi	Kırmızı	Kırmızı	Kırmızı
		Kalifornia	Kalifornia	Kalifornia
		Solucan	Solucan	Yemin
		sayısı(adet)	Ağırlığı (g)	Ağırlığı
				(Yem + Su)(g)
A1		30	8,12	890
A2	% 100 İnek Gübresi	30	9,11	890
A3		30	7,61	890
Ortalama		30	8,28	890
Standart Sapma		0	0,76	0
C1	%40İnekGübresi+%40	30	7,94	890
C2	Evsel yemek atığı+%20	30	4,9	708
C3	Demlenmiş çay atığı	30	4,92	708
Ortalama		30	5,92	768,67
Standart Sapma		0	1,75	105,08
D1	%30 İnek gübresi+%30	30	6,46	804
D2	evsel yemek	30	7,31	804
D3	atığı+%30demlenmiş			
	çay atığı+%10 gazete			
	kâğıdı	30	6,03	804
Ortalama		30	6,6	804
Standart Sapma		0	0,65	0
Deneme No	Deneme Yemi	Yerli	Yerli	Yerli Yemin
		Solucan	Solucan	Ağırlığı
		sayısı(adet)	Ağırlığı (g)	(Yem + Su)(g)
E1		30	11,38	876
E2		30	12,94	876
E3	% 100 İnek Gübresi	30	9,53	876
Ortalama		30	11,28	876
Standart Sapma		0	1,71	0
G1	%40 İnek	30	7,82	876
G2	Gübresi+%40Evsel	30	9,57	876
G3	yemek atığı + %20	30	6,33	876
Ortalama	Demlenmiş çay atığı	30	7,91	876
Standart Sapma		0	1,62	0

2.2.2. Laboratuvar Analizleri

Vermikompost analizinde her bir vermikompost numunelerinden 1'er gram tartılmıştır

(Şekil 2). Tartılan numuneler teflon kaplara alınarak üzerine 2,35 ml % 65 lik HNO₃ ve 7 ml % 30' luk HCl eklenmiştir. Daha sonra teflon kapların kapakları kapatılarak 2 dakika bekletilmiş ve süre sonunda ilgili numuneler Berghof marka speed wave (mikrodalga) cihazına yerleştirilerek uygun programda çalıştırılmıştır. Mikrodalga fırında yaş yakma işlemi tamamlanan numuneler sıvı ortama aktarılmış ve üzerine saf su ilave edilerek 100 ml'ye tamamlanmıştır. Elde edilen çözelti falkon tüplere konularak Pelkin Elmer Marka, Optima 7000 DV Model, ICP-OES cihazında (Şekil 3) ve milyonda bir hassasiyetle (ppm düzeyinde) ağır metal değerleri okunmuştur. Elde edilen sonuçlara sulandırma faktörü uygulanmıştır.



Şekil 8. Vermikompost numunelerinin analize hazırlanması görüntüsü



Şekil 9. ICP-OES cihazından bir görüntü

Azot Analizi, Kjeldal yöntemine göre AOAC 990.03 TS 8337 ISO 11261 metotlarına göre, pH analizi, AOAC 981.12 TS EN 159332'e göre, kuru madde analizi AOAC 932.12'ye göre yapılmıştır.

2.2.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Farklı niteliklerdeki kompost materyalin, solucanın çoğalmasına, solucan biyokütle değişimine, gübre kalitesine (gübredeki bazı besin elementlerine) etkisi varyans analizi ile test edilmiştir. Farklı besin ortamlarında solucan sayısının ve ağırlığının zamana göre değişimi regresyon denklemleri ile ortaya konulmaya çalışılmıştır. Besi ortamlarına göre solucan sayısı ve biyokütle ile elde edilen gübredeki bazı besin elementlerinin karşılaştırılmasında Duncan testi kullanılmıştır. Veriler SPSS-23 paket programında değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Besi Ortamlarındaki Yerli ve Kırmızı Kaliforniya Solucan Sayılarında ve Solucan Ağırlıklarında Meydana Gelen Değişimler

Çalışmada 4 adet besi ortamı İki farklı solucan türü kullanılmıştır. Bu besi ortamları % 100 inek Gübresi (A), % 50 inek Gübresi % 50 yemek atığı (B), % 40 inek Gübresi + % 40 yemek atığı + % 20 çay posası (C), % 30 inek Gübresi + % 30 yemek atığı + % 30 çay posası + % 10 gazete kağıdı (D), % 100 inek Gübresi (E), % 50 inek Gübresi % 50 yemek atığı (F), % 40 inek Gübresi + % 40 Yemek atığı + % 20 çay posası (G), % 30 inek gübresi + % 30 yemek atığı + % 30 çay posası + % 10 Gazete kağıdı (H)'ndan oluşmaktadır. Bütün besi ortamlarında nem ve sıcaklık gibi diğer tüm koşullar sabit tutulmuştur. Yemek atıklarının % 50 olduğu B ve F besi ortamlarında solucanların yaşamadığı görülmüştür. Ayrıca yerli solucanların H besi ortamında da yaşamadığı belirlenmiştir. A, C, D, E, G besi ortamlarındaki solucan sayıları ve ağırlıkları saptanmıştır. Üç tekerrürlü yapılan çalışma 8 hafta sürdürülmüş, her ay solucanların sayımı ve ağırlıklarının ölçümü yapılmıştır.

Tablo 5 ve Tablo 6'da solucan sayıları (adet) ve solucan ağırlıklarının (gr) zamana göre değişimi verilmiştir.

Tablo 8. Farklı besi ortamlarında yerli ve Kırmızı Kaliforniya solucanlarının sayılarının

Solucan çeşidi	Deneme Yemi	1.hafta	4.hafta	8.hafta
Kırmızı Kaliforniya Solucanı	A % 100 İnek Gübresi	30	24,333	3,666
	C %40 İnek Gübresi+%40 Eysel yemek atığı +%20 Demlenmiş çay atığı	30	19,667	3,333
	D %30 İnek gübresi+%30 evsel yemek atığı +%30 demlenmiş çay atığı+%10 gazete kâğıdı	30	13,333	13
Yerli Solucan	E % 100 İnek Gübresi	30	8,333	1,666
	G %40 İnek Gübresi+%40Eysel yemek atığı +%20 Demlenmiş çay atığı	30	9	5

Tablo 9. Farklı besi ortamlarında yerli ve Kırmızı Kaliforniya solucanlarının (1 adet) ağırlıklarının zamana bağlı değişimi

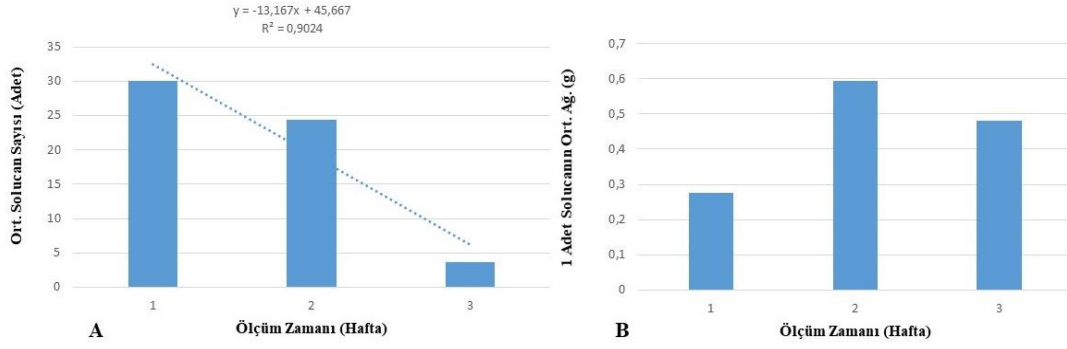
Solucan Çeşidi	Deneme Yemi	1. hafta	4. hafta	8. hafta
Kırmızı Kaliforniya Solucanı	A % 100 İnek Gübresi	0,276	0,593	0,482
	C %40 İnek Gübresi+%40 Eysel yemek atığı +%20 Demlenmiş çay atığı	0,255	0,584	0,395
	D %30 İnek gübresi+%30 evsel yemek atığı +%30 demlenmiş çay atığı+%10 gazete kâğıdı	0,220	0,548	0,582
Yerli Solucan	E % 100 İnek Gübresi	0,376	0,533	0,464
	G %40 İnek Gübresi+%4Eysel yemek atığı +%20 Demlenmiş çay atığı	0,264	0,601	0,317

Besi ortamındaki (% 100 İnek Gübresi) Kırmızı Kaliforniya Solucanındaki ölçümler, 1. Hafta (başlangıç ölçümü), 4. Hafta ve 8. Haftalarda yapılmıştır. Başlangıçtaki solucan sayısı 4. ve 8. Haftalarda azalma göstermiştir. Solucan sayısında zamanla meydana gelen değişim:

$$R^2 = 0,9024 \text{ ile } Y = -13,167x + 45,667 \text{ şeklindedir.}$$

Formülde zaman (X) bağımsız değişken, solucan sayısı (Y) bağımlı değişkeni olarak ifade edilmektedir. X başka bir değişkenden etkilenmemektedir. Bununla beraber Y'nin değişme sebebi değişken olarak düşünülmektedir. Bu sebeple, Y değişkeni X'e bağlı olarak değişebilmektedir. Bu ilişkiye "Doğrusal Regresyon Modeli" ile denilmektedir. Regresyon katsayısı ise r^2 olarak gösterilmektedir. Bu değer hesaplanırken, noktaların yakınlığı dikkate alınmaktadır. Noktalar birbirlerine ne kadar yakın olursa r^2 değeri 1'e yakın olmaktadır.

1 adet Kırmızı Kaliforniya solucanının ortalama ağırlığı 4. Haftada iki katından daha fazla artış,

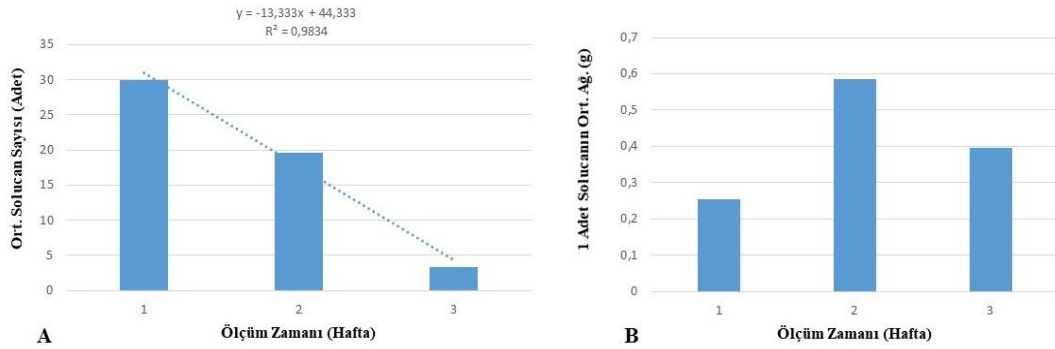


Şekil 10. İnek gübresi (% 100) besi ortamının Kırmızı Kaliforniya solucan sayısı (A) ve ağırlıklarının (B) zamana bağlı değişimleri.

İnek gübresi (% 40) + yemek atığı (% 40) + çay posası (% 20) olan besi ortamında Kırmızı Kaliforniya solucan sayısı zamana bağlı olarak 4. ve 8. Haftalarda düşüş göstermiştir. Buna göre, Kırmızı Kaliforniya solucan sayısında zamanla meydana gelen değişim:

$$Y = -13,333x + 44,333 \text{ ile } R^2 = 0,9834 \text{ şeklindedir (Y: Solucan Sayısı, x: Zaman).}$$

Bu besi ortamındaki 1 adet Kırmızı Kaliforniya solucanının ortalama ağırlığı 4. Haftada % 100'den fazla artış, 8. Haftada ise 4. Haftadaki ağırlığının yaklaşık % 32'i kadar azalma göstermiştir (Şekil 5).



Şekil 11. İnek gübresi (% 40) + yemek atığı (% 40) + çay posası (% 20) besi ortamının Kırmızı Kaliforniya solucan sayısı (A) ve ağırlıklarının (B) zamana bağlı değişimleri.

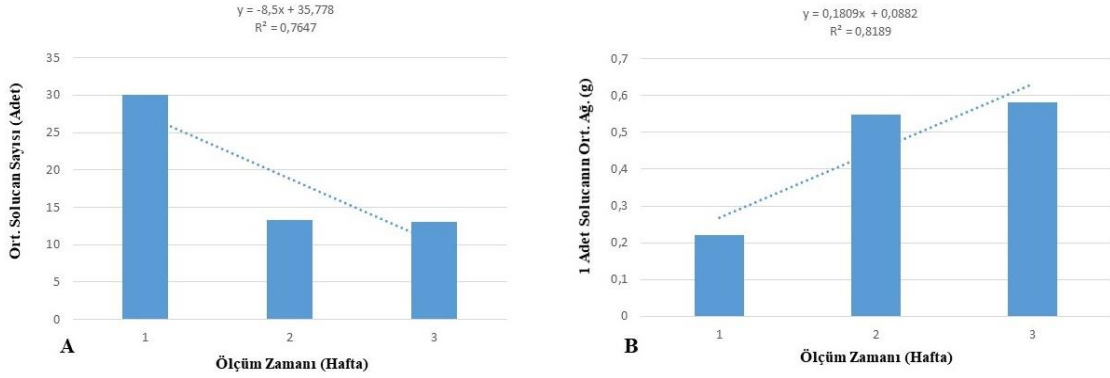
Besi ortamı İnek gübresi (% 30) + Yemek atığı (% 30) + Çay posası (% 30) + Gazete kağıdı (% 10) olan kaplardaki Kırmızı Kaliforniya solucan sayısı başlangıçla kıyaslandığında 4. Haftada % 55,5, 8. Haftada ise % 56,67 oranda azalma göstermiştir.

Solucan sayısında zamanla meydana gelen değişim:

$R^2 = 0,7647$ ile $Y = -8,5x + 35,778$ şeklindedir. Formülde Y: Solucan Sayısı, x: Zaman (hafta sayısıdır).

1 adet Kırmızı Kaliforniya solucanının ortalama ağırlığı 4. Haftada yaklaşık 2,5 kat, 8. Haftada ise 2,64 kat artış göstererek, doğrusal bir şekilde ilerlemiştir (Şekil 6). Kırmızı Kaliforniya solucan ağırlığında zamanla meydana gelen değişim:

$R^2 = 0,8109$ ile $Y = 0,1809x + 0,0882$ şeklindedir.

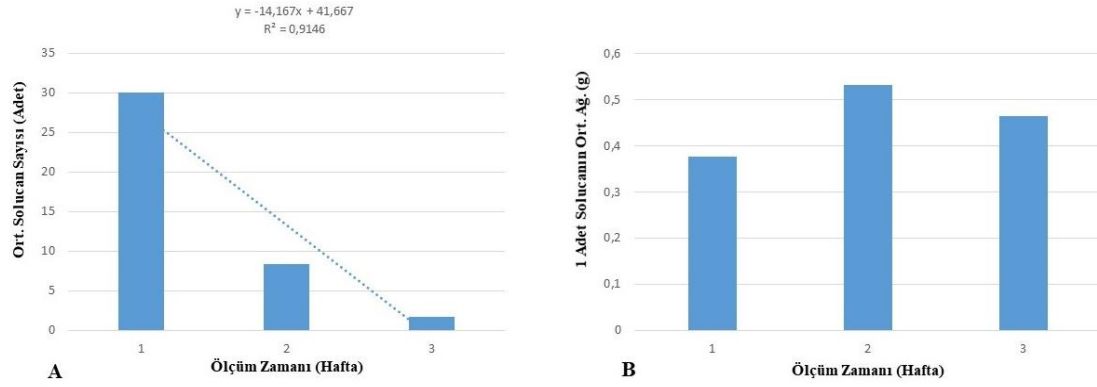


Şekil 12. İnek gübresi (% 30) + Yemek atığı (% 30) + Çay posası (% 30) + Gazete kağıdı (% 10) olan besi ortamındaki Kırmızı Kaliforniya solucan sayısı (A) ve ağırlıklarının (B) zamana bağlı değişimleri.

İnek gübresi (%100) olan besi ortamında yerli solucan sayısı zamana bağlı olarak 2. ve 3. Haftalarda azalma göstermiştir. Buna göre, yerli solucanların 3. Hafta sonunda neredeyse tamamının hayatını kaybettiği gözlenmiştir. Yerli solucan sayısında zamanla meydana gelen değişim:

$Y = -14,167x + 41,667$ ile $R^2 = 0,9146$ şeklindedir (Y: Solucan Sayısı, x: Zaman).

Bu besi ortamındaki 1 adet yerli solucanın ortalama ağırlığının başlangıç ağırlığıyla karşılaştırıldığında 2. Haftada yaklaşık % 40, 3. Haftada % 23 artış gösterdiği görülmüştür (Şekil 7).

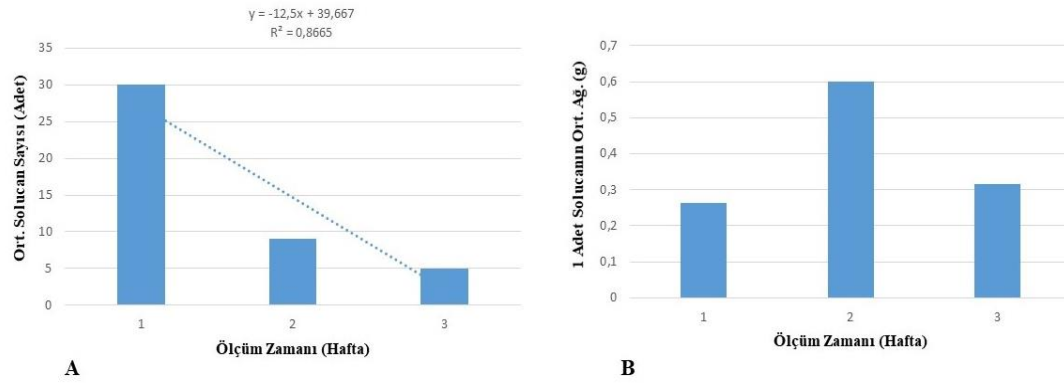


Şekil 13. İnek gübresi (%100) besi ortamındaki yerli solucan sayısı (A) ve ağırlıklarının (B) zamana bağlı değişimleri.

Besi ortamı İnek gübresi (% 40) + Yemek atığı (% 40) + Çay posası (% 20) olan kaplardaki yerli solucan sayısında başlangıçtaki ile karşılaştırıldığında 4. Haftada % 70, 8. Haftada ise % 83,4 oranında azalma görülmüştür. Yerli solucan sayısında zamanla meydana gelen değişim:

$R^2 = 0,8665$ ile $Y = -12,5x + 39,667$ şeklindedir. Formülde Y: Solucan Sayısı, x: Zaman (hafta sayısıdır).

Bu besi ortamındaki 1 adet yerli solucanın ortalama ağırlığı 1. Hafta ile karşılaştırıldığında 4. Haftada 2,28 kat, 8. Haftada 1,2 kat artış göstermiştir (Şekil 8).



Şekil 14. İnek gübresi (% 40) + Yemek atığı (% 40) + Çay posası (% 20) olan besi ortamındaki yerli solucan sayısı (A) ve ağırlıklarının (B) zaman bağlı değişimleri.

3.2. Farklı Besi Ortamlarından Elde Edilen Gübrelerdeki Bazı Besin Elementlerinin Değişimi

Farklı besli ortamlarından elde edilen gübrelerdeki en yüksek azot (N) miktarına % 2.016 ile E (%100 inek gübresi (yerli solucan))besi ortamında, en düşük azot miktarına ise G (%40 inek gübresi+%40 yemek atığı+%20 çay posası (yerli solucan) besli ortamında tespit edilmiştir (Tablo7). Besi ortamlarına göre (G-C)***, (G-E)***, (G-A)***, (D-C)***, (D-A)***, (D-E)***, (C-A)***, (C-E)*** arasında ($P \leq 0.001$) önem seviyesinde önemli fark olduğu belirlenmiştir. Besi ortamlarından elde edilen en yüksek Fosfor (P) miktarına 3300,00 mg/kg ile E (%100 inek gübresi (yerli solucan) besli ortamında rastlanırken, besli ortamlarına göre (D-A)**, (%100 inek gübresi (yerli solucan) (D-G**), (D-E)**, (G-E)**,(A-E)**,(C-E)** arasında ($P \leq 0.01$) seviyesinde önemli fark olduğu belirlenmiştir. Potasyum(K) miktarları bakımından 15903,333 mg/kg ile ile E (%100 inek gübresi (yerli solucan)) besli ortamında rastlanmış olup, (D-C)***, (D-A)***, (D-E)***, (G-C)***, (G-A)***, (G-E)***, (C-A)*** (C-E)*** arasında ($P \leq 0.001$) önem seviyesinde önemli fark olduğu belirlenmiştir (Tablo 7).

Çinko (Zn) miktarları bakımından yüksek çinko miktarı 68,96mg/kg ile ile E (%100 inek gübresi (yerli solucan) besli ortamında rastlanmış olup, (D-G**), (D-C**), (D-A)**, (D-E)**, (G-C)** (G-A)**, (G-E)**, (C-A)**, (C-E)** ($P \leq 0.01$)seviyesinde önemli fark olduğu belirlenmiştir (Tablo 7).

En yüksek kalsiyum (Ca) miktarına 4904,87 mg/kg ile E (%100 inek gübresi (yerli solucan)) belirlenmiş olup, (C-D*), (D-A*), (D-E)*, (G-C)*, (G-A)*, (G-E)*, (C-A)*, (C-E)*, (A-E)*, besli ortamları arasındaki farkın ($P \leq 0.05$) seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 7). Bakır (Cu) miktarları bakımından en fazla bakır 17,73 mg/Kg değeri ile E (%100 inek gübresi (yerli solucan)) ortamında tespit edilmiştir. (D-C)***, (D-A)***, (D-E)***, (G-C)***, (G-A)***, (G-E)*** besli ortamlarının arasında ($P \leq 0.001$) önem seviyesinde önemli fark olduğu belirlenmiştir. Demir (Fe) değerleri bakımından , (D-G**), (D-C**), (D-A)**, (D-E)**, (G-C)**, (G-E)**, (G-A)** arasında ($P \leq 0.01$) seviyesinde önemli fark olduğu belirlenmiştir. Besi ortamlarında Manganez (Mn) değerleri arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Magnezyum (Mg) miktarları bakımından ise , (D-G**), (D-E**), (D-C)**, (D-A**) ($P \leq 0.01$) seviyesinde önemli fark olduğu belirlenmiştir. En

yüksek pH değerine 7,810 mg/kg le G (%40 inek gübresi+%40 yemek atığı+%20 çay posası (yerli solucan) besi ortamında tespit edilmiştir. pH değerleri bakımından (C-A)*, (C-D)*, (C-G)*, (E-A)*, (E-D)*, (E-G)*, (D-G)* arasında ($P \leq 0.05$) seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 7).

Tablo 10. Farklı besi ortamlarından elde edilen yerli ve Kırmızı Kaliforniya solucan gübresindeki bazı besin elementlerinin değişimi

Faktörler		N	P	K	Zn	Ca	Cu	Fe	Mn	Mğ	Ph
A1 (K. K. Solucan)	Ortalama	1,8033	2366,666	13566,666	67,7833	4889,754	16,3000	7321,836	314,966	2068,695	7,530
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Std. Sapma	0,4509	503,322	2400,694	3,2129	19,896	1,2500	841,492	22,334	15,928	0,272
C3 (K. K. Solucan)	Ortalama	1,6333	2466,667	10566,666	54,5667	4707,744	11,4167	6332,324	411,466	2058,338	7,376
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Std. Sapma	0,2003	513,160	1209,683	6,3032	138,715	1,0251	2024,048	84,327	23,672	0,138
D4 (K. K. Solucan)	Ortalama	1,4033	1433,333	6633,333	35,7667	4563,163	8,6177	3784,733	344,633	1817,987	7,553
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Std. Sapma	0,1101	450,924	585,946	1,8843	94,6044	1,3012	420,744	42,507	210,685	0,151
E5 (Yerli Solucan)	Ortalama	2,0167	3300,000	15903,333	68,9667	4904,876	17,7333	7648,447	312,716	2059,186	7,410
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Std. Sapma	0,4509	264,575	689,951	13,8845	119,117	1,1750	1346,948	52,920	46,884	0,062
G7 (Yerli Solucan)	Ortalama	1,2867	1733,333	7500,000	42,7333	4686,816	8,8000	4489,316	298,700	2006,643	7,810
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Std. Sapma	0,13013	208,1666	608,276	10,1075	100,613	0,7858	406,599	41,601	58,595	0,030
F		17,853	9,434	27,625	9,400	5,918	42,671	6,318	2,14	3,303	3,614
Önem seviyesi		0,000	0,002	0,000	0,002	0,010	0,000	0,008	0,150	0,057	0,045
		(G7-C3)***	(D4-A1)**	(D4-C3)***	(D4-G7)**	(D4-C3)*	(D4-C3)***	(D4-G7)**		(D4-G7)**	(C3-A1)*
		(G7-E5)***	(D4-C3)**	(D4-A1)***	(D4-C3)**	(D4-A1)*	(D4-A1)***	(D4-C3)**		(D4-E5)**	(C3-D4)*
		(G7-A1)***	(D4-G7)**	(D4-E5)***	(D4-A1)**	(D4-E5)*	(D4-E5)***	(D4-A1)**		(D4-C3)**	(C3-G7)*
		(D4-C3)***	(D4-E5)**	(G7-C3)***	(D4-E5)**	(G7-C3)*	(G7-C3)***	(D4-E5)**		(D4-A1)**	(E5-A1)*
		(D4-A1)***	(G7-E5)**	(G7-A1)***	(G7-C3)**	(G7-A1)*	(G7-A1)***	(G7-C3)**	N.S.		(E5-D4)*
		(D4-E5)***	(A1-E5)**	(G7-C5)***	(G7-A1)**	(G7-E5)*	(G7-E5)***	(G7-A1)**			(E5-G7)*
		(C3-A1)***	(C3-E5)**	(C3-A1)***	(G7-E5)**	(C3-A1)*		(G7-E5)**			(A1-D4)*
		(A3-E5)***		(C3-E5)***	(C3-A1)***	(C3-E5)*					(A1-G7)*
					(C3-E5)**	(A1-E5)*					(D4-G7)*

A1.% 100 İnek Gübresi (K.K.Solucanı)

C3. %40 inek gubresi+%40 yemek atığı+%20 çay posası(kırmızı kaliforniya solucanı)

D4. %30 çay posası+%30 yemek atığı+%30 inek gubresi+%10 gazete kağıdı

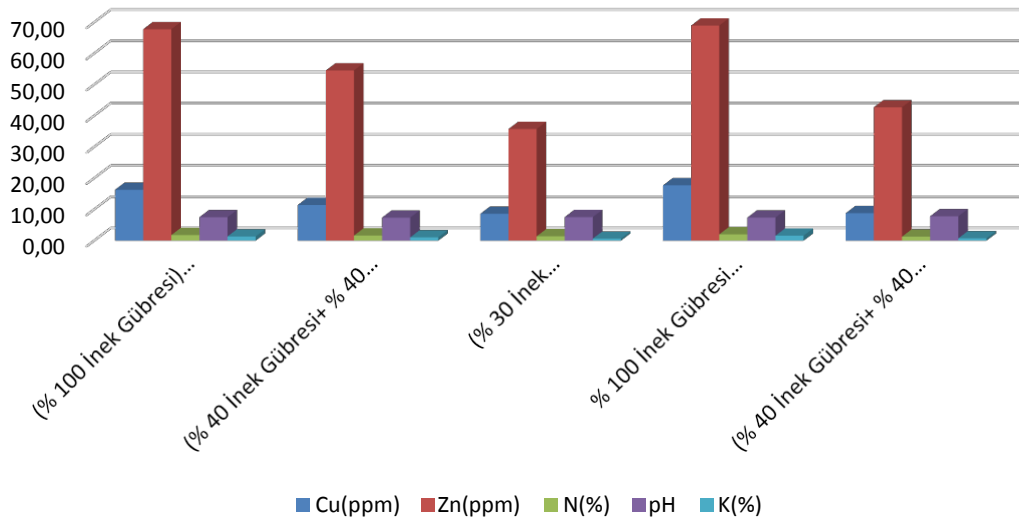
E5.%100 inek gubresi (yerli solucan)

G7. %40 inek gubresi+%40 yemek atığı+%20 çay posası (yerli solucan)

*: $P \leq 0.05$ seviyesinde önemli, **: $P \leq 0.01$ seviyesinde önemli, ***: $P \leq 0.001$ seviyesinde önemli, N.S: Önemli

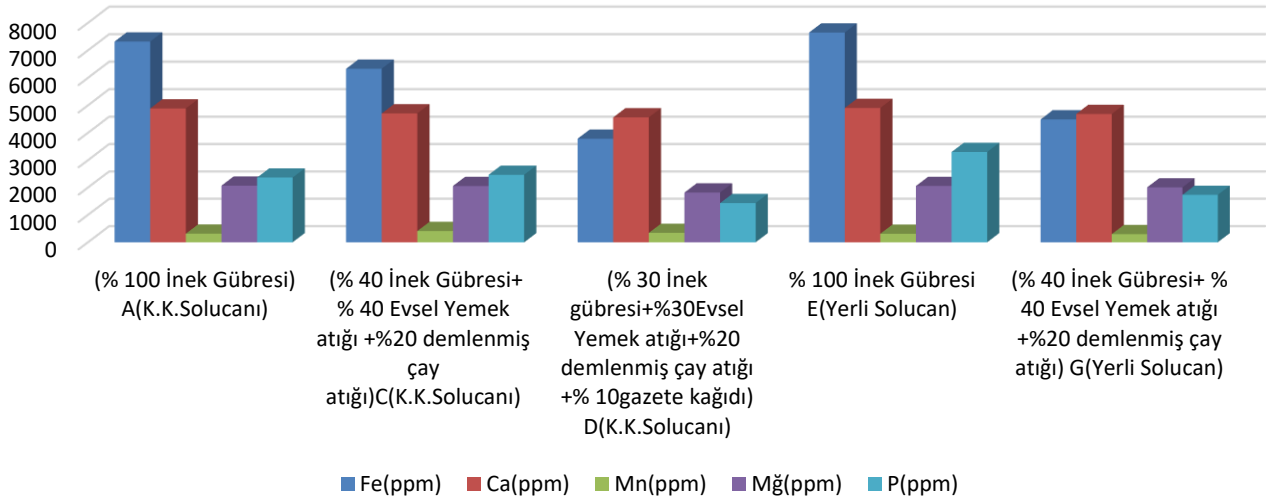
Tablo 11. Farklı besi ortamlarına göre mineral madde değişimleri

Mineraller	(% 100 İnek Gübresi) A (K. K. Solucanı)	(% 40 İnek Gübresi+ % 40 Evsel Yemek atığı +%20 demlenmiş çay atığı) C (K. K. Solucanı)	(% 30 İnek gübresi+%30Evsel Yemek atığı+%20 demlenmiş çay atığı +%10gazete kağıdı) D (K. K. Solucanı)	% 100 İnek Gübresi E (Yerli Solucan)	(% 40 İnek Gübresi+ % 40 Evsel Yemek atığı +%20 demlenmiş çay atığı) G (Yerli Solucan)
Cu(ppm)	16,30	11,42	8,62	17,73	8,80
Zn(ppm)	67,78	54,57	35,77	68,97	42,73
N(%)	1,80	1,63	1,40	2,02	1,29
pH	7,53	7,38	7,55	7,41	7,81
K(%)	1,36	1,06	0,66	1,59	0,75



Tablo 12. Farklı besi ortamlarına göre mineral madde değişimleri

Mineraller	(% 100 İnek Gübresi) A (K. K. Solucanı)	(% 40 İnek Gübresi+ % 40 Eysel Yemek atığı +%20 demlenmiş çay atığı) C (K. K. Solucanı)	(% 30 İnek gübresi+%30Eysel Yemek atığı+%20 demlenmiş çay atığı +%10gazete kağıdı) D (K. K. Solucanı)	% 100 İnek Gübresi E (Yerli Solucanı)	(% 40 İnek Gübresi+ % 40 Eysel Yemek atığı +%20 demlenmiş çay atığı) G (Yerli Solucanı)
Fe(ppm)	7321,84	6332,32	3784,73	7648,45	4489,32
Ca(ppm)	4889,75	4707,74	4563,16	4904,88	4686,82
Mn(ppm)	314,97	411,47	344,63	312,72	298,70
Mğ(ppm)	2068,69	2058,34	1817,99	2059,19	2006,64
P(ppm)	2366,67	2466,67	1433,33	3300,00	1733,33



Şekil 16. Farklı besi ortamlarına göre mineral maddelerin ve pH'ın değişim grafiği

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışma üç tekerrürlü olarak 4 adet besi ortamı iki farklı solucan türü besi ortamında, yerli ve Kırmızı Kalifornia solucanları ile ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Bu besi ortamlarından % 50 oranında yemek atığı bulunan ortamlarda Yerli ve Kırmızı Kalifornia solucanların hayatlarını devam ettiremedikleri görülmüştür. Dolayısıyla, bu besi ortamında bulunan yüksek oranda yemek atıklarının kısmen veya tamamıyla kompoze olmamış olmasının, solucan büyümesi için elverişli bir ortam olmadığı saptanmıştır. Sherman (2003), tam kompoze olmamış besi ortamları bünyesindeki yüksek azot ve mineral maddelerin solucan ölümlerine neden olabileceğini belirtmiştir. Ayrıca artan pH ve ilk defa yüksek oranda parçalanabilir karbonhidratların da solucanların yaşamını etkilediği ifade edilmiştir. Gübre üretimi için diğer çalışmalar Kırmızı Kaliforniya solucanı ile yapılırken yerli solucan çalışmalarda yapılmamıştır.

Suthar (2008), mahsül atığı ve sığır gübresi içeren besi ortamında solucanların büyüme oranlarının ve biyokütlelerinin oldukça fazla olduğuna ulaşmış ve bu besi ortamında en düşük moralitenin olduğunu belirlemiştir. En yüksek moraliteye darı samanı ve koyun gübresi besi ortamında rastlamıştır. Çalışmamızda besi ortamlarının hemen hemen hepsinde Yerli ve Kırmızı Kalifornia solucanlarının sayılarında haftalara göre oldukça fazla azalma görülürken, % 30 inek gübresi + % 30 yemek atığı + % 30 çay posası + % 10 gazete kağıdı besi ortamında 2. ve 3. Haftalardaki solucan sayılarının neredeyse aynı miktarda olduğu görülmüştür. Solucan ağırlıklarının genel olarak 2. Haftada hızla arttığı, sonrasında düştüğü tespit edilmiştir. Bununla beraber % 30 inek gübresi + % 30 yemek atığı + % 30 çay posası + % 10 gazete kağıdı besi ortamında Kırmızı Kalifornia solucanların ortalama ağırlıklarının artışının devam ettiği belirlenmiştir. Dolayısıyla solucan sayısı ve biyokütlesinde pozitif bir ilişki olduğu düşünülebilmektedir. Literatürde de sığır gübresinde daha fazla solucan ürediği ve biyokütlenin arttığı ile ilgili çalışmalar yer almaktadır (Shanmugasundaram vd., 2013).

Bu çalışmada, farklı besi ortamları kullanılarak, Yerli ve Kırmızı Kaliforniya solucan gübrelere bazın bazı besin elementlerindeki değişimi incelenmiştir. Buna göre en yüksek N, P, K, Zn, Ca, Cu, Fe miktarlarına % 100 inek gübresi (yerli solucan) besi

ortamında ulaşılmıştır. Farklı besi ortamlarındaki Mn miktarlarında çok fazla değişiklik olmamasına rağmen, en yüksek Mn değerine % 40 inek gübresi + % 40 yemek atığı + % 20 çay posası (Kırmızı Kalifornia solucanı) besi ortamında rastlanmıştır. En yüksek Mg miktarı % 100 inek gübresi (Kırmızı Kalifornia solucanı), en yüksek pH ise % 40 inek gübresi + % 40 yemek atığı + % 20 çay posası (yerli solucan) besi ortamlarında saptanmıştır. Huang vd. (2004), N zenginliğinin mineralizasyondaki atıkların amonyum ve nitratın dönüşümüne bağlı olarak değiştiği bildirmişlerdir. Soobhany vd. (2015), evsel katı atıkları kullanarak elde ettikleri vermikomposta N, P, K, Ca, Mg ve Na miktarlarının yüksek miktarda arttığını belirlemişlerdir. Bunun sebebinin solucanların bağırsak enzimlerinin bakteriyel ve fekal aktivitesi nedeniyle muhtemel olduğunu ifade etmişlerdir.

Nath vd. (2009), farklı kombinasyonlarda hayvan, tarım ve mutfak atıklarını kullanarak elde ettikleri vermikompostlarda toplam organik karbon, C/N oranı, iletkenlik ve pH'da önemli bir azalma olduğuna ulaşmışlardır. N, P, K, Ca miktarlarında ise ciddi bir artış olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sebeple, farklı organik kaynaklar kullanılarak son ürünlerdeki bitki besin seviyelerinin artması, bu atıkların sürdürülebilir arazi restorasyon uygulamaları için değerli bir biyolojik gübre olacağını göstermiştir. Çalışmamızda da farklı kombinasyonlarda besi ortamları kullanılarak elde edilen solucan gübrelerinde bitkilerin kullanabileceği besin seviyelerinin artması literatürle uyum göstermektedir.

Çalışmanın sonucunda; ortalama değerlere göre en yüksek solucan sayısına D (% 30 inek gübresi + % 30 yemek atığı + % 30 çay posası + % 10 gazete kağıdı: Kırmızı Kalifornia solucanı) besi ortamında, en düşük solucan sayısına ise E (% 100 inek gübresi: yerli solucan) besi ortamında rastlanılmıştır.

5. ÖNERİLER

En yüksek ortalama solucan ağırlığına D besi ortamında, en düşük ortalama solucan ağırlığına ise G (% 40 inek gübresi + % 40 yemek atığı + % 20 çay posası: yerli solucan) besi ortamında rastlanılmıştır.

Farklı besi ortamlarından elde edilen solucan gübrelerindeki en yüksek N, P, K, Zn, Ca, Cu, Fe miktarlarına E besi ortamında ulaşılmıştır. En yüksek Mn değerine C (% 40 inek gübresi + % 40 yemek atığı + % 20 çay posası: Kırmızı Kalifornia solucanı) besi ortamında rastlanmıştır. En yüksek Mg miktarına A (% 100 inek gübresi: Kırmızı Kalifornia solucanı), en yüksek pH'a ise G besi ortamlarında ulaşılmıştır.

Solucan gübresinin elde edilmesi için, büyümeyi destekleyen Ca, K, Mg, Na, Fe, Zn, Cu gibi elementlerin ve yüksek protein ve karbonhidrat içeriğinin yer aldığı atıkların tercihi, solucan biyokütlesinin artmasını desteklemektedir. Bununla beraber, degradasyon prosesinde CO₂, NO₂, NH₄, organik asitler ve diğer ara ürünler gibi toksik maddelerin üretilmesi, solucanların atık karışımlarında ölmelerine neden olmaktadır. Bu sebeple solucan biyokütlesinin oluşumunda ve vermikompostun elde edilmesinde atıkların içerikleri ve konsantrasyonu büyük bir önem oluşturmaktadır. Ayrıca kompoze işlemi ve süresinin de önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, bu alandaki boşlukların doldurulması için kompost aşamasında optimum süre ve ideal kompostlama işleminin tespiti, gübrenin kalitesini artırmış olacaktır. Bu konulardaki çalışmaların farklı çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Uygun atık içeriğinin meydana getirilmesi, ideal kompostlama işleminin tespiti ve optimum sürenin belirlenerek vermikompostun elde edilmesiyle, hem atıklar bertaraf edilmiş olacak hem de maliyeti düşük tarımsal ihtiyaç için oldukça önemli bir gübre elde edilerek ülke ekonomisine katkı sağlanacaktır.

Solucan gübresinin üretiminde N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Cu gibi elementlerin artması ve yüksek karbonhidrat ve protein içeriğinin yer aldığı atıkların tercih edilmesi solucan biyokütlesini arttıracaktır. Ancak organik asitler, CO₂, NO₂ gibi toksik maddelerin üretimi solucanların ölmelerine sebep olabilmektedir (Sherman, 2003). Kompoze işlemi

ve süresi de solucanların hayatta kalabilmeleri için oldukça önemlidir. Bu sebeple, uygun atıkların oluşturulması ve ideal kompostlama işlemi sonucunda yüksek miktarda NPK içeren vermikompost elde edilecektir. Dolayısıyla vermikompost tarımsal açıdan toprak düzenleyici olacak ve bitki gelişimi için engel teşkil etmeyecektir. Böylelikle, inorganik gübrelerin kullanımı azalacak, sürdürülebilir kalkınma sağlanacak, arazi bozulma sorunları giderilecek ve ülke ekonomisine katkı sağlanacaktır.



KAYNAKLAR

- Adiloğlu, A., Açıkgöz, F.E., Adiloğlu, S. ve Solmaz, Y., 2016.** Artan miktarlarda akuakültür atığı uygulamasının salata (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) bitkisinin bazı makro ve mikro bitki besin elementi içerikleri üzerine etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(02), 96-101.
- Aksoy, U., 2001.** Ekolojik tarım: Genel bir bakış. Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu, Antalya, 14-16 Kasım, 256-265.
- Aksoy, U. ve Altındışli, A., 1999.** Dünya’da ve Türkiye’de Ekolojik Tarım Ürünleri Üretimi, İhracatı ve Geliştirme Olanakları. İstanbul Ticaret Odası, yayın no: 70, ISBN-975-512-415-2, 125 s, 25-45.
- Alam, M.N., Jahan, M.S., Ali, M.K., Ashraf, M.A. and 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.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J., Lee, S. and Welch, C., 2003.** Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. Pedobiologia, 47, 731- 735.
- Atiyeh, R., Edwards, C., Subtler, S. and Metzger, J., 2000.** Effect of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. Pedo Biologia, 44, 579- 590.
- Bai, B.A. and 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.
- Bhat, S.A., Singh, J. and Vig, A.P., 2015.** Potential utilization of bagasse as feed material for earthworm *Eisenia fetida* and production of vermicompost. Springerplus, 4(1), 1-9.
- Borah, M.C., Mahanta, P., Kakoty, S.K., Saha, U.K. and Sahasrabudhe, A.D., 2007.** Study of quality parameters in vermicomposting. Indian Journal of Biotechnology, 6, 410–413.
- Boran, D., 2015.** Farklı Isıl Teknikleri Uygulanmış Solucan Gübresinin Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 84 s., 8-20.
- Businelli, M., Perucci, P., Patumi, M. and Giusquiani, P.L., 1984.** Chemical composition and enzymatic activity of worm casts. Plant and Soil, 80, 417-422.

- Curry, J.P. and Schmidt, O., 2007.** The feeding ecology of earthworms—A Review. *Pedobiologia*, 50(6), 463-477.
- Çıtak, S. Sönmez, S., Koçak, F. and Yaşın, S., 2011.** Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28(1), 56-69.
- Devi, S.H., Vijayalakshmi, K., Jyotsna, K.P., Shaheen, S.K., Jyothi, K. and Rani, M.S., 2009.** Comparative assessment in enzyme activities and microbial populations during normal and vermicomposting. *Journal of Environmental Biology*, 30, 1013–1017.
- Dominguez, J., Edwards, C.A. and Subler, S., 1997.** A comparison of vermicomposting and composting. *Biocycle*, 38, 57–59.
- Edwards, C.A., 1988.** Breakdown of animal, vegetable and industrial organic wastes by earthworms. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 24, 21- 31.
- Edwards, C.A., 2004.** *Earthworm Ecology*. Second edition, CRC Press, 456 pp., 230-245.
- Edwards, C.A., and Bohlen, P.J., 1996.** *Biology and Ecology of Earthworms*. 3rd. edition, 978-0-412-56160-3, 438 pp., 196-212.
- Erşahin, Y.Ş., 2007.** Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2), 99-107.
- Garg, P., Gupta, A., Satya, S., 2006.** Vermicomposting of different types of waste using *Eisenia foetida*: A comparative study. *Bioresource technology*, 97(3), 391-395.
- Hınıslı, N., 2014.** Vermikompost Gübresinin Kıvrırcık Bitkisinin Gelişmesi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi ve Diğer Bazı Organik Kaynaklı Gübrelerle Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye, 50 s., 30.
- Hoitink, H.J., Harry, A.J. and Zhang, W., 1997.** Making compost to suppress plant disease. *BioCycle*, 38(4), 40.
- Huang, G.F., Wong, J.W., Wu, Q.T. and Nagar, B.B., 2004.** Effect of C/N on composting of pig manure with sawdust. *Waste Management*, 24(8), 805–813.
- Jahan, F.N., Shahjalal, A.T.M., Paul, A.K., Mehraj, H. and 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.

- Joshi, R. and Pal Vig, A., 2010.** Effect of vermicompost on growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicum esculentum* L). African Journal of Basic & Applied Sciences, 2(3), 117-123.
- Kale, R.D., Mallesh, B.C., Kubra, B. and Bagyaraj, D.J., 1992.** Influence of vermicompost application on the available macronutrients and selected microbial populations in a paddy field. Soil Biology and Biochemistry, 24, 1317-1320.
- Köksal, S.B., Aksu, G. ve Altay, H., 2017.** Vermikompostun bazı toprak özellikleri ve pazı bitkisinde verim üzerine etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(2), 123-128.
- Küçükyumruk, Z., Gültekin, M. and Erdal, İ., 2014.** Vermikompost ve mikorizanın biber bitkisinin gelişimi ile mineral beslenmesi üzerine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(1), 51-58.
- Meyer, W.J. and Bouwman, H., 1997.** Anisopary in compost earthworm reproductive strategies (Oligocheata). Soil Biology and Biochemistry, 29(3), 731-735.
- Mısırlıoğlu, M., 2011.** Toprak Solucanları Biyolojileri, Ekolojileri ve Türkiye Türleri. Nobel yayınları, yayın no: 1636, 1 Baskı, ISBN: 9786053954477, 104 s, 30-40.
- Nath, G., Singh, K., Singh, D.K., 2009.** Chemical analysis of vermicomposts/vermiwash of different combinations of animal, agro and kitchen wastes. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(4), 3672-3676.
- Nenthra, N.N., Jayaprasad, K.V. and Kale, R.D., 1999.** China aster (*Callistephus chinensis* (L.) Ness) cultivation using vermicomposts as organic amendment. Crop Research Hisar, 17, 209-215.
- Neuhauser, E.F, Loehr, R.C. and Malecki, M.R., 1988.** The Potential of Earthworms for Managing Sewage Sludge. Earthworms and Waste Management. SPB Academic Publishing, ISBN: 90-5103-017-7, Edwards, C.A., Neuhauser, E.F. (Eds.), 9-20.
- Pedersen J.C. and Hendriksen N.B., 1993.** Effect of passage through the intestinal tract of detritivore earthworms (*Lumbricus* spp.) on the number of selected gram negative and total bacteria. Biology and Fertility of Soils, 16(3), 227-232.
- Reddy, B.G. and Reddy, M.S., 1999.** Effect of integrated nutrient management on soil available micronutrients in maize-soybean cropping system. Journal of Research Angra, 27(3), 24-28.

- Shanmugasundaram, R., Jeyalakshmi, T., Saravanan, M., Mohan, S.S., Goparaju, A. and Murthy, P.B., 2013.** Influence of some biological wastes and their combination on growth and reproduction potential of earthworm, *Eisenia fetida* and their effect on plant growth. *International Journal of Environment and Waste Management*, 11(4), 387-398.
- Sharma, K. and Garg, V.K., 2018.** Comparative analysis of vermicompost quality produced from rice straw and paper waste employing earthworm *Eisenia fetida* (Sav.). *Bioresource Technology*, 250, 708-715.
- Sharma, S., 2003.** Municipal solid waste management through vermicomposting employing exotic and local species of earthworms. *Bioresource Technology*, 90, 169-173.
- Sherman, R., 2003.** Raising Earthworms Successfully. North Carolina Cooperative Extension Service Publication Number: EBAE 103-83, 126 pp., 25-35.
- Sivasankari, B., 2016.** Study on life cycle of earthworm *Eisenia foetida*. *International Research Journal of Natural and Applied Sciences*, 3(5), 83-93.
- Soobhany, N., Mohee, R. and Garg, V.K., 2015.** Recovery of nutrient from Municipal Solid Waste by composting and vermicomposting using earthworm *Eudrilus eugeniae*. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 3(4), 2931-2942.
- Sreenivas, C., Muralidhar, S. and Rao, M.S., 2000.** Vermicompost, a viable component of IPNSS in nitrogen nutrition of ridge gourd. *Annals of Agricultural Research*, 21(1), 108–113.
- Suthar, S., 2008.** Bioconversion of post-harvest crop residues and cattle shed manure into value-added products using earthworm *Eudrilus eugeniae* Kinberg. *Ecological Engineering*, 32(3), 206-214.
- Suthar, S., 2009.** Vermicomposting of vegetable-market solid waste using *Eisenia fetida*: Impact of bulking material on earthworm growth and decomposition rate. *Ecological Engineering*, 35(5), 914-920.
- Tiwari, S.C., Tiwari, B.K. and Mishra, R.R., 1989.** Microbial populations, enzyme activities and nitrogen, phosphorous, potassium enrichment in earthworm casts and in the surrounding soil of pineapple plantation. *Biology and Fertility of Soils*, 8, 178–182.
- Tomati, U. and Galli, E., 1995.** Earthworms, soil fertility and plant productivity. *Acta Zoologica Fennica*, 196, 11-14.
- Toyota, K. and Kimura, M., 2000.** Microbial community indigenous to the earthworm *Eisenia foetida*. *Biology and Fertility of Soils*, 31, 187–190.

- Tutar, U., 2012.** *Eisenia fetida* Türü Toprak Solucanlarından Elde Edilen Farklı Ekstraktların Bitki Patojenleri Üzerindeki Antibakteriyel ve Antifungal Aktivitelerinin Araştırılması. Doktora Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tokat, Türkiye, 112 s., 26.
- Tutar, U., 2013.** Toprak solucanlarından elde edilen vermikompostun bazı bitki patojenleri üzerindeki antimikrobiyal aktivitelerinin araştırılması. Cumhuriyet Science Journal, 34(2), 1-12.
- Türkmen, M.A., 2016.** Çevre odaklı üretim ve tarımsal girişimcilik bağlamında: Vermikültür. Journal of Life Economics, 3(2), 1-18.
- URL-1, 2007.** <http://www.zmo.org.tr/etkinlikler/6tk05/016uygunaksoy.pdf> (11 Aralık 2007).
- Venkatesh, V., Patil, P.B., Patil, C.V. and Giraddi, R.S., 1998.** Effect of in situ vermiculture and vermicomposts on availability and plant concentration of major nutrients in grapes. Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 11, 117-121.
- Vivas, A., Moreno, B., Garcia-Rodriguez, S. and Benitez, E., 2009.** Assessing the impact of composting and vermicomposting on bacterial community size and structure, and functional diversity of an olive-mill waste. Bioresource Technology, 100, 1319-1326.
- Werner, M., 1997.** Earthworm team up with yard trimmings in orchards. Biocycle, 38(6), 64-65.

ÖZGEÇMİŞ

Hafize UMUT, 1991 yılında ÇANKIRI 'da doğdu. İlk ve Orta öğretimimi Ertuğrul Gazi İlköğretim okulunda, Lise eğitimini Kartal Mehmet Akif Ersoy İmam Hatip lisesinde 2009 yılında tamamladı. 2010 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Biyoloji bölümünü kazandı ve öğretimimi başarıyla tamamlayarak 2014 yılında Biyolog unvanıyla mezun oldu. 2015 yılında aynı üniversitenin Eğitim Fakültesinde Pedagojik Formasyon eğitimini başarıyla tamamladı. 2015-2016 Eğitim Öğretim yılının bahar döneminde Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başladı halen aynı programda çalışmalarına devam etmektedir.