



GİRESUN
ÜNİVERSİTESİ



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KAHVERENGİ DENİZ YOSUNU ve ÇİFTLİK GÜBRESİ
KOMBİNASYONLARININ *Eisenia fetida* ORGANİK
GÜBRESİ ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

**Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Köksal DURAN
20152102017**

2019

GİRESUN

T.C.
GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KAHVERENGİ DENİZ YOSUNU ve ÇİFTLİK
GÜBRESİ KOMBİNASYONLARININ *Eisenia fetida*
ORGANİK GÜBRESİ ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Köksal DURAN

Enstitü Anabilim Dalı : BİYOLOJİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mustafa TÜRKMEN

Temmuz 2019

T.C.
GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

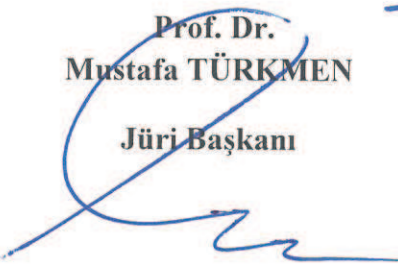
**KAHVERENGİ DENİZ YOSUNU ve ÇİFTLİK
GÜBRESİ KOMBİNASYONLARININ *Eisenia fetida*
ORGANİK GÜBRESİ ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Köksal DURAN

Enstitü Anabilim Dalı : **BİYOLOJİ**

Bu tez 01/07/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr.
Mustafa TÜRKMEN
Jüri Başkanı


Prof. Dr.
Beyhan TAŞ
Üye


Doç. Dr.
Cengiz MUTLU
Üye

Doç. Dr.
Bahadır KOZ
Enstitü Müdürü

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Köksal DURAN

--/--/2019

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi, tecrübe ve desteğini esirgemeyen, benim olduğu gibi tüm öğrencilerinin yoluna ışık tutan çok kıymetli hocam Prof. Dr. Mustafa TÜRKMEN'e tüm emekleri için çok teşekkür ederim. Yine bilgi ve tecrübeleriyle her zaman destek olan değerli hocam Prof. Dr. İhsan AKYURT ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Tamer AKKAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışmayı destekleyen Giresun Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyon Başkanlığına (Proje No: FEN-BAP-A-230218-31) teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
KISALTMALAR LİSTESİ.....	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	V
TABLolar LİSTESİ.....	VI
ÖZET.....	VII
SUMMARY.....	VIII
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
1.1. Genel Bilgiler.....	2
1.1.1. Vermikompostun genel özellikleri	2
1.1.2. Toprak verimliliğinde vermikompostun rolü.....	6
1.1.3. Vermikompostun bitki patojen kontrolü.....	7
1.1.4. Kahverengi deniz yosunu <i>Cystoseira barbata</i>	9
1.1.4.1. Deniz yosununun tarım alanlarında kullanımı.....	10
1.1.5. Hayvan gübresi ve kompostlama.....	12
1.1.6. Vermikompost işleminde kullanılan solucan türleri.....	14
1.1.6.1. Solucanın biyolojisi.....	15
BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	17
2.1. Vermikompost Çalışmaları.....	17

2.2. Kahverengi Deniz Yosunu <i>Cystoseira barbata</i> Çalışmaları.....	18
BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
3.1. Materyal.....	20
3.1.1. Hayvan gübresi ve kompostlama.....	20
3.1.2. Kahverengi deniz yosunu <i>Cystoseira barbata</i>	20
3.1.3. Kırmızı kalifornia solucanı <i>Eisenia fetida</i>	21
3.2. Yöntem.....	23
BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI	25
4.1. Deneme Kaplarının Sıcaklık Ve Nem Oranları.....	25
4.2. Mama ve Vermikompost Gruplarının pH ve elektriksel iletkenlik değerleri.....	26
4.3. Mama ve Vermikompost Gruplarının Bitki Besin Değerleri.....	28
4.3.1. Mama ve vermikompost gruplarının organik madde miktarları.....	29
4.3.2. Mama ve vermikompost gruplarının n miktarları.....	30
4.3.3. Mama ve vermikompost gruplarının C miktarları.....	30
4.3.4. Mama ve vermikompost gruplarının kireç (CaO) miktarları.....	31
4.3.5. Mama ve vermikompost gruplarının K miktarları.....	32
4.3.6. Mama ve vermikompost gruplarının toplam (humik-fülvik) asit miktarları.....	32
4.3.7. Mama ve vermikompost gruplarının toplam P miktarları.....	33
4.3.8. Mama ve vermikompost gruplarının ağır metal düzeyleri.....	34
BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	37
KAYNAKLAR.....	43
ÖZGEÇMİŞ.....	57

KISALTMALAR

HG: Hayvan gübresi

M: Solucan maması

M1: Solucan maması kontrol grubu

M2: Solucan maması ikinci grup (% 5,45 yosun)

M3: Solucan maması nc grup (% 10,90 yosun)

M4: Solucan maması dördüncü grup (% 21,81 yosun)

M5: Solucan maması beşinci grup (% 43,63 yosun)

VC: Vermikompost

V1: Vermikompost kontrol grubu

V2: Vermikompost ikinci grup (% 5,45 yosun)

V3: Vermikompost nc grup (% 10,90 yosun)

V4: Vermikompost dördüncü grup (% 21,81 yosun)

V5: Vermikompost beşinci grup (% 43,63 yosun)

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. <i>E. fetida</i> anatomisi.....	16
Şekil 3.1. Kahverengi Deniz Yosunu <i>Cystoseira barbata</i>	20
Şekil 3.2. Kahverengi Deniz Yosunu toplanan sahil suları.....	21
Şekil 3.3. Kırmızı Kalifornia Solucanı <i>E. fetida</i>	22
Şekil 4.1. Mama Kaplarının Sıcaklık ve Nem Seviyeleri.....	25
Şekil 4.2. Mama ve Vermikompost Gruplarının pH Seviyeleri.....	27
Şekil 4.3. Mama ve Vermikompost Gruplarının EC Seviyeleri.....	28
Şekil 4.4. Mama ve Vermikompost Gruplarının Organik Madde Miktarları.....	29
Şekil 4.5. Mama ve Vermikompost Gruplarının N Miktarları.....	30
Şekil 4.6. Mama ve Vermikompost Gruplarının C Miktarları.....	31
Şekil 4.7. Mama ve Vermikompost Gruplarının Kireç (CaO) Miktarları.....	31
Şekil 4.8. Mama ve Vermikompost Gruplarının K Miktarları.....	32
Şekil 4.9. Mama ve Vermikompost Gruplarının Toplam (Hümk-Fülvik) Asit Miktarları.....	33
Şekil 4.10. Mama ve Vermikompost Gruplarının Toplam P Miktarları.....	33

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Mama gruplarının karışım oranları.....	23
Tablo 3.2. Deneme tesadüfî parselleri.....	24
Tablo 4.1. Mama ve Vermikompost Gruplarının pH ve elektriksel iletkenlik değerleri.....	26
Tablo 4.2. Toprak pH Düzeyi ve Reaksiyonu.....	27
Tablo 4.3. Tuzluluk Sınıfları.....	28
Tablo 4.4. Mama ve Vermikompost Gruplarının Bitki Besin Değerleri.....	29
Tablo 4.5. Mama ve Vermikompost Gruplarının Ağır Metal Düzeyleri (ppm).....	35
Tablo 5.1. Tarım Bakanlığı Organik Gübre Ağır Metal Sınırları.....	41

KAHVERENGİ DENİZ YOSUNU ve ÇİFTLİK GÜBRESİ KOMBİNASYONLARININ *Eisenia fetida* ORGANİK GÜBRESİ ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

ÖZET

Bu çalışmada, kahverengi deniz yosunu (*Cystoseira barbata*) ve sığır gübresi kombinasyonlarının solucan maması olarak kullanılmasıyla, *Eisenia fetida* solucanı gübresinin özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

Cystoseira barbata türü yosunlar Giresun sahillerinden toplanmış, tuzu arındırıldıktan sonra kurutulmuş ve öğütülmüştür. Sığır gübresi büyük baş hayvan yetiştiriciliği yapan mandıralardan temin edilmiş ve üzeri kapatılarak fermente edilmiştir.

Yosun ve hayvan gübresinden elde edilen mama grupları; % 0 (kontrol grubu), %5,45, % 10,90, % 21,81 ve % 43,63 oranlarında yosun içerecek şekilde hazırlanmış ve üçer tekerrür olarak solucanlara verilmiştir. Deneme Giresun Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji laboratuvarlarında tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Elde edilen solucan gübresi (vermikompost) gruplarına bitki besin elementleri ve ağır metal düzeyleri açısından analizler yapılmıştır.

Elde edilen veriler mama ve vermikompost gruplarındaki yosun miktarı arttıkça Zn, Ni, Fe, Pb, Cr, Mn, Mg ve Cu metal seviyelerinin düştüğünü, organik madde, organik karbon, kireç, N, P ve K gibi bitki besleyici maddelerin arttığını göstermiştir. Bu durum sahillerimizde doğal olarak yetişen kahverengi deniz yosunu *Cystoseira barbata*'nın vermikompostun yapısında kullanılabileceğini ifade etmektedir.

Anahtar kelimeler: Vermikompost, Kahverengi Deniz Yosunu (*Cystoseira barbata*), Organik Gübre, *Eisenia fetida*, Ağır Metal, Bitki Besin Takviyesi

THE EFFECT OF BROWN SEAWEED AND CATTLE MANURE COMBINATIONS ON THE PROPERTIES OF *Eisenia fetida*'s ORGANIC FERTILIZER

SUMMARY

In this study, the effect of brown seaweed (*Cystoseira barbata*) and cattle manure combinations as was investigated as a worm food on the properties of *Eisenia fetida* worm manure.

Seaweed *Cystoseira barbata* were collected from the coast of Giresun, desalted and dried and then ground. Cattle manure was obtained from cattle breeding dairy and had covered and fermented.

Food groups; 0% (control group), 5,45%, 10,90%, 21,81% and 43,63% of the algae were prepared and containing three replicates were given to the worms. The experiment was established in Giresun University Faculty of Science and Letters Biology laboratories according to randomized plot design. The vermicompost groups were analyzed in terms of plant nutrients and heavy metal levels.

The obtained data showed that as the amount of algae increased in the formula and vermicompost groups, the metal levels of Zn, Ni, Fe, Pb, Cr, Mn, Mg and Cu decreased and organic nutrients such as organic carbon, lime, N, P and K increased. This means that brown seaweed *Cystoseira barbata*, which grows naturally on our coasts, can be used in the structure of vermicompost.

Keywords: Vermicompost, Brown Seaweed (*Cystoseira barbata*), Organic Fertilizer, *Eisenia fetida*, Heavy Metal, Plant Nutritional Supplement

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Artan dünya nüfusunun besin ihtiyacının karşılanabilmesi için birim alanda elde edilen ürün miktarının artırılması gerekliliği birçok agronomik ve endüstriyel ürünlerin tarımsal alanlarda önemli miktarlarda kullanılmasına yol açmıştır. Ancak pestisit ve kimyasal gübre gibi endüstriyel ürünlerin sıklıkla kullanılması; toprakta ve suda biyoçeşitlilik kaybına, toprak verimliliğinin azalmasına, yeraltı suyu ve yüzey suyu kirliliğine (bitkiler kimyasal gübrelerin sadece % 20 – 30'unu besin olarak kullanabilir, diğer kısım ya buharlaşır ya da yer altı ve yüzey sularına karışır), denizel yaşamın olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Bu gibi nedenlerle, artık dünyada pek çok ülke tarımsal üretimde kimyasalların oluşturduğu olumsuzlukların önüne geçmek, doğayı ve çevreyi tehlikeye atmadan ürün veriminde artış sağlamak için alternatif yollar aramakta ve çözüm önerileri geliştirmeye çalışmaktadır.

Yaklaşık 40 yıldır ABD, Hindistan, Çin, Rusya, Japonya, İngiltere, Fransa, Almanya başta olmak üzere birçok ülkede yoğun bir şekilde kullanılan ve ‘‘vermikompost’’ olarak isimlendirilen *Eisenia fetida* ve *Lumbricus rubellus* türü toprak solucanlarının dışkılarından elde edilen gübreler hem toprak düzenleyici ve bitki besleme gübresi olarak hem de böcek kovucu ve hastalıklara karşı direnç artırıcı olarak kullanılmaktadır.

Vermikompostlama, hem solucanların işlediği humusu hem de yararlı birçok mikroorganizmayı içerdiğinden geleneksel termofilik komposta göre birçok avantajı olan, uygun maliyetli ve çevre dostu bir bitki besin takviyesi ve atık yönetim teknolojisidir. Vermikompostlar mükemmel biyogübre kaynağıdır ve bunların eklenmesi tarımsal toprağın fizyokimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirir. Vermikompostlama, yararlı mikrobiyal toplulukların çeşitliliğini ve popülasyonunu güçlendirir. Bitki büyümesini destekleyen, toprak verimliliğini artıran, bitkinin alabileceği tüm besinlerle takviye edilmiş, patojenler, nematodlar gibi zararlıları

baskılayan mükemmel fizyo-kimyasal ve antagonistik özelliklere sahip vermikompostlar, sürdürülebilir tarım için her derde deva olarak işlev gören organik zenginleştiricilerdir.

1.1. Genel Bilgiler

1.1.1. Vermikompostun Genel özellikleri

Vermikompostlama, organik materyalin solucanlar vasıtasıyla yüksek gözeneklilik, havalandırma, drenaj, su tutma kapasitesi ve zengin mikrobiyal aktiviteler gösteren bir turba gübresine dönüştürüldüğü, termofilik biyolojik bir işlemdir (Edwards, 1998; Atiyeh ve ark., 2000; Arancon ve ark., 2004). Vermikültür çevre dostu atık yönetimi için uygun maliyetli bir araçtır (Banu ve ark., 2001; Asha ve ark., 2008).

Geleneksel kompostlaştırmanın en iyi alternatifi olan vermikompostlama ondan çeşitli şekillerde farklılık gösterir (Gandhi ve ark., 1997). Vermikompostlarda ve kompostlarda bulunan mikrobiyal popülasyonlar arasında belirgin farklılıklar vardır ve bu nedenle mikrobiyolojik faaliyet, vermikompostlama ve kompostlamada oldukça farklıdır (Subler ve ark., 1998). Vermikompostlama, ayrıştırma işlemini 2–5 kez hızlandırır, böylece atıkların değerli biyolojik gübre haline dönüştürülmesini hızlandırır ve termofilik kompostlamaya kıyasla çok daha fazla homojen malzeme üretir (Bhatnagar ve Palta, 1996; Atiyeh ve ark., 2000). Kompostlamanın aktif fazı, yoğun dekompozisyonun gerçekleştiği ve ardından mezofilik olgunlaşma fazının izlediği termofilik bakteri topluluğu ile karakterize olan termofilik evre iken (Lazcano ve ark., 2008; Vivas ve ark., 2009), vermikompost, mezofilik bakteriler ve mantarlarla karakterize olan mezofilik bir süreçtir (Benitez ve ark., 1999).

Vermikompostun oluşum süresi, solucanların türlerine ve yoğunluğuna bağlıdır (Ndegwa ve ark., 2000; Lazcano ve ark., 2008; Aira ve ark., 2011). Bahçecilik kalıntıları (Edwards, 1988); mantar atıkları (Edwards, 1988; Tajbakhsh ve ark., 2008); çiftlik atıkları (Hartenstein ve ark., 1979; Edwards ve ark., 1998; Chan ve Griffiths, 1988; Reeh, 1992); bira atıkları (Butt 1993); ipekçilik atıkları

(Gunathilagraj ve Ravignanam, 1996); belediye kanalizasyon çamuru (Mitchell ve ark., 1980; Dominguez ve ark., 2000); tarımsal artıklar (Bansal ve Kapoor, 2000); yabani otlar (Gajalakshmi ve ark., 2001); sığır gübresi (Gunadi ve ark., 2002); kağıt atıkları gibi endüstriyel çöpler (Butt, 1993; Elvira ve ark., 1995; Gajalakshmi ve ark., 2002); evsel mutfak atıkları (Sinha ve ark. 2002); kentsel kalıntılar ve hayvan atıkları (Edwards ve ark., 1985; Edwards, 1988) gibi çok çeşitli organik atıklar vermicompost olarak değerlendirilebilmektedir (Sharma ve ark., 2005).

Yapılan araştırmalarda solucanların güçlü antimikrobiyal özellikte maddeleri bünyelerinde barındırdıkları ve bu maddelerin solucanların immün sisteminin en önemli unsurları oldukları ifade edilmektedir. Solucanların kendilerini patojen mikroorganizmalardan korumak için kullandığı bu maddelerden yararlanılarak, özellikle kültür bitkilerine büyük zararlar veren ve yoğun kimyasal kullanımına neden olan patojenlerin etkisiz hale getirilebilmesi söz konusu olabilir. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda vermicompostun sıvı formu bitkilerin üzerine püskürtüldüğünde böceklerin bitkilere yaklaşmadığı ve bitkilerin hastalıklara karşı direnç kazandığı tespit edilmiştir (Edwards, 1998; Atiyeh ve ark., 2000; Arancon, 2004).

Vermikompostlamanın pH, elektriksel iletkenlik (EC), C: N oranı ve diğer besinler üzerindeki olumlu etkileri belgelenmiştir. Solucanın aktivitesi gübrede pH ve C: N oranını düşürmüştür (Gandhi ve ark., 1997; Atiyeh ve ark., 2000). Yapılan analizde vermicompostta ana malzeme ile karşılaştırıldığında daha düşük pH, EC, organik karbon (OC) (Nardi ve ark., 1983; Albanell ve ark., 1988; Mitchell, 1997), C: N oranı (Riffaldi ve Levi-Minzi, 1983; Albanell ve ark., 1988) ve daha yüksek miktarlarda azot ve potasyum toplam fosfor ve mikro besin maddeleri (Hashemimajd ve ark. 2004) olduğu görülmüştür. Geleneksel kompostla karşılaştırıldığında vermicompostun pH değerlerinin hafifçe azalması, N ve P mineralizasyonuna, organik materyallerin hümik ve fülvik ara organik asitlere mikrobiyal ayrışmasından ve eşzamanlı olarak CO üretiminden (Elvira ve ark., 1998; Garg ve ark., 2006) kaynaklanabilir (Lazcano ve ark., 2008; Albanell ve ark., 1988; Chan ve Griffiths, 1988; Subler ve ark., 1998). Kullanılan ana materyalin aksine, vermicompostlar daha

yüksek hümik asit maddeleri içerir (Albanell ve ark., 1988). Hümik asit olgun hayvan gübresi, kanalizasyon çamuru veya kağıt fabrikası çamurlarında doğal olarak oluşmakta ancak vermikompostlama, üretim oranını önemli ölçüde artırmaktadır. Bu asitlerin miktarı geleneksel kompostlama ile karşılaştırıldığında % 40-60 oranında artmaktadır. Hümfikasyon sürecindeki artış, organik maddenin parçalanması, boyut küçültülmesi, mikrobiyal aktivitenin solucan bağırsağında artması ve solucanın beslenmesi ve hareketi ile toprağın havalanmasından kaynaklanmaktadır (Dominguez ve Edwards, 2004).

Vermikompost, daha yüksek besin konsantrasyonu içerir, ancak kompostlardan daha fazla tuzluluk üretir. EC, organik değişimin tuzluluğunu gösterir. Kullanılan ana malzeme ile karşılaştırıldığında, vermikompostlar daha az çözünür tuz ve daha büyük katyon değişim kapasitesine sahiptir (Holtzclaw ve Sposito, 1979; Albanell ve ark., 1988). Bu da düşük EC değerlerine yol açar.

C:N oranı, ayrışma derecesinin bir göstergesidir. C:N oranının vermikompostta geleneksel komposta göre anlamlı olarak daha az olması biyooksidasyon işlemi sırasında N kaybının çıkışına göre nispeten daha düşük oranda gerçekleşmesinden kaynaklanmaktadır (Lazcano ve ark., 2008).

Vermikompostta gözlenen toplam fosfor (TP) artışı, solucanların bağırsak epitelindeki mikroorganizmaların oluşturduğu fosfataz aktivitesinden kaynaklanan fosforun mineralizasyonuna ve serbest hale gelmesine bağlıdır (Zhang ve ark., 2000; Garg ve ark., 2006).

Vermikompostlar, Ca^{+2} , Mg^{+2} ve K^{+} gibi besin maddelerinin solucanın sindirim sisteminden geçerken önemli ölçüde bitki kaynaklı formlara dönüştüğü bitki besin takviyeleri ve toprak düzenleyicilerdir (Garg ve ark., 2006; Yasir ve ark., 2009). Ayrıca, vermikompostlar olağanüstü biyolojik özelliklere sahiptir ve geleneksel kompostlarla kıyaslandığında önemli ölçüde daha büyük ve daha çeşitli mikroorganizma popülasyonuna sahiptir (Edwards, 1998). Vermikompost ile zenginleştirilen toprakta, inorganik gübreler veya sığır gübresi uygulanan toprağa

kıyasla daha iyi bitki gelişmesi gözlenmiştir (Kalembasa, 1996; Subler ve ark., 1998).

Vermikompostlamayı gerçekleştiren solucanlar bağırsaklarında barındırdıkları azot tutucu ve ayrıştırıcı mikroorganizmaları dışkıda bulunan besinlerle birlikte bırakırlar (Singleton ve ark., 2003). Bu solucanlar vermikomposta bıraktıkları mikroorganizmalarla topraktaki mikroorganizma sayısını ve biyokütlenin popülasyonunu iyileştirerek (Edwards ve Bohlen, 1996), mikrobiyolojik aktiviteleri uyarır ve hızlandırır (Binet ve ark., 1998). Konvansiyonel kompostun orijinal mikrobiyal topluluğu *Alphaproteobacteria* ve *Bacterioidetes* gibi tipik bakteriyel filogenetik gruplarken vermikompost bol miktarda *Actinobacteria* ve *Gammaproteobacteria* içerir (Vivas ve ark., 2009). Vermikompostta *nitrobacter*, *azotobakter*, *rhizobium*, fosfat çözündürücü ve aktinomiseti içeren toplam 10^{-10} g/ g bakteri bulunmaktadır (Suhane, 2007). Vermikompost bakteriyel topluluğunun moleküler ve kültüre bağlı analizleri, *α -Proteobacteria*, *β -Proteobacteria*, *γ -Proteobacteria*, *Actinobacteria*, *Planctomycetes*, *Firmicutes* ve *Bacteroidetes*'in varlığını göstermiştir (Yasir ve ark., 2009). Birkaç bulgu, solucanla tedavi edilen kompostta aktinomisetler ve bakterilerin toplam canlı sayısında önemli bir artış olduğunu göstermiştir (Parthasarathi ve Ranganathan, 1998; Haritha Devi ve ark., 2009).

Enzimatik aktivite karakterizasyonu ve miktarının, mikroorganizmaların türü ve popülasyonu ile doğrudan bir ilişkisi vardır ve bu enzim aktivitesi organik maddenin ayrıştırılması ve azot dönüşümleri gibi kompostlama işleminin dinamiklerini yansıtır (Tiquia, 2005). Solucan dışkıları daha yüksek selüloz, amilaz, invertaz, proteaz, peroksidaz, üreaz, fosfataz ve dehidrogenaz aktiviteleri içerir (Sharpley ve Syers, 1976; Edwards ve Bohlen, 1996). Dehidrogenaz, oksidatif fosforilasyon prosesine (Trevors, 1984) bağlı hücre içi bir enzimdir ve toprak ve diğer biyolojik ekosistemlerde mikrobiyal aktivitenin bir göstergesidir (Garcia ve ark., 1997). Maksimum enzim aktiviteleri (selüloz, amilaz, invertaz, proteaz ve üreaz) vermikompostlamada 21-35 gün içinde ve konvansiyonel kompostlamada 42-49 günde gözlemlenmiştir. Bunun yanında, vermikompostta mikrobiyal sayılar ve

bunların hücre dışı enzim profilleri, aynı materyal kökenli normal kompostla karşılaştırıldığında daha bol bulunmuştur (Haritha Devi ve ark., 2009). Çeşitli organik atıkların *Pseudomonas*, *Paenibacillus*, *Azoarcus*, *Burkholderia*, *Spiroplasma*, *Acaligenes* ve *Acidobacterium* gibi potansiyel parçalayıcıları, solucanların bağırsak ve dışkılarında görülmektedir (Singleton ve ark., 2003). Solucan bağırsağı ve dışkısının mikrobiyal florası potansiyel olarak aktiftir ve bu solucanlar selüloz, şekerler, kitin, lignin, nişasta ve polilaktik asitler dahil olmak üzere birçok organik maddeyi ve polisakkaritleri sindirebilirler (Aira ve ark., 2007; Vivas ve ark., 2009).

1.1.2. Toprak Verimliliğinde Vermikompostun Rolü

Vermikompostlar, mikro ve makro elementleri, vitaminleri, enzimleri ve hormonları nedeniyle bitkilerin büyümesini ve verimliliğini önemli ölçüde etkileyebilir (Kale ve ark., 1992; Kalembasa, 1996; Edwards, 1998; Sinha ve ark., 2009). Vermikompostlar, bitkinin alabileceği formlarda nitratlar, değiştirilebilir fosfor, çözünebilir potasyum, kalsiyum ve magnezyum gibi besin maddeleri içerir (Orozco ve ark., 1996; Edwards, 1998) ve güçlü mikrobiyal aktivite sağlayan özel bir yapıya sahiptirler (Shi-wei ve Fu-zhen, 1991). Solucan sindirim kanalından atılan mukus, çeşitli mikrobiyal popülasyonlar arasındaki antagonizmayı ve rekabeti stimüle ederek, bazı antibiyotiklerin ve hormon benzeri biyokimyasalların üretimini ve bitki büyümesini hızlandırır (Edwards ve Bohlen, 1996). Ayrıca mukus, suda çözünen fitohormonal elementleri (Edwards ve Arancon, 2004) ve bitki besin maddelerini yüksek seviyelerde barındıran stabilize edilmiş hümik maddeleri oluşturan organik maddenin ayrışmasını hızlandırır ve artırır (Atiyeh ve ark., 2000). Toprağa vermikompost eklenmesi, toprak yapısını, doğurganlığı, bitki gelişimini artırır ve toprak kaynaklı bitki patojenlerinin neden olduğu hastalıkları baskılayarak ürün verimini artırır (Chaoui ve ark., 2002; Scheuerell ve ark., 2005; Singh ve ark., 2008).

Vermikompostların (Chan ve Griffiths, 1988; Arancon ve ark., 2004), sebze bitkileri (Edwards ve Burrows, 1988; Wilson ve Carlile, 1989; Subler ve ark. 1998; Atiyeh ve ark., 2000), sera ve tarla koşulları altında süs bitkileri ve çiçekli bitkiler (Edwards ve

Burrows, 1988; Atiyeh ve ark., 2000) gibi çok çeşitli tarla bitkileri üzerindeki etkileri belgelenmiştir. Vermikompostlar, düşük maliyetli, mükemmel besin durumları ve fizyokimyasal karakterleri nedeniyle alternatif saksı ortamı olarak kullanılır. Vermikompostlarla toprak değiştirildikten sonra kaydedilen bitki büyümesinde kayda değer gelişmeler, vermikompostların fiziko-kimyasal ve biyolojik özelliklerine bağlanmıştır.

Vermikompost ilavesi, toprak pH'sı, mikrobiyal popülasyon ve toprak enzim aktivitelerini olumlu yönde etkilemektedir (Maheswarappa ve ark., 1999) ve ayrıca olası çevresel kontaminasyona neden olan suda çözünen kimyasalın oranını da azaltmaktadır (Mitchell ve Edwards, 1997). Vermikompost ilavesi, topraktaki 50-500 µm arasında değişen partikül boşluğunu artırır, bu da toprakta gelişmiş hava-su ilişkisi ile sonuçlanır ve bitki büyümesini olumlu yönde etkiler (Marinari ve ark., 2000). Yapılan bir çalışmada ahududunun büyümesi üzerindeki çeşitli organik ve inorganik değişikliklerin değerlendirilmesi, vermikompostun, faydalı tamponlama kabiliyetine sahip olduğunu ve fitotoksositeye neden olabilecek fazla besin maddelerinin neden olduğu hasarı iyileştirdiğini kanıtlamaktadır (Subler ve ark., 1998). Böylelikle, vermikompost bir toprak düzenleyicisi (Albanell ve ark., 1988) ve yavaş salımlı bir gübre (Atiyeh ve ark., 2000) olarak değerlendirilir. Fitotoksik olan ağır metaller vermikompostlama sırasında hümik asitler ve diğer polimerize organik fraksiyonlar içeren kompleksler oluşturur, bu da bitkilerde ağır metallerin daha düşük oranda bulunmasına neden olur (Dominguez ve Edwards, 2004). Vermikompost ilave edilmiş toprakta, mineral gübrelerle muamele edilmiş topraktan daha az ağır metal veya nitrat içeriği olan daha kaliteli meyve ve sebzeler üretmiştir (Kolodziej ve Kostecka, 1994).

1.1.3. Vermikompostun Bitki Patojen Kontrolü

Düşük organik madde ve mikrobiyal aktiviteye sahip topraklar bitki kök hastalıklarına yol açar (Stone ve ark., 2004) ve organik gübrelerin eklenmesi bitki hastalıklarını etkili bir şekilde baskılayabilir (Raguchander ve ark., 1998; Blok ve ark. 2000; Lazarovits ve ark., 2000). Araştırmacılar, termofilik kompostun (Hoitink

ve ark., 1997; Goldstein, 1998; Pitt ve ark., 1998) geniş bir yelpazedeki fitopatojenler, *Rhizoctonia* (Kuter ve ark., 1983), *Phytophthora* (Hoitink ve Kuter, 1986) üzerindeki hastalık baskılayıcı özelliklerini bildirmişlerdir. Vermikompost uygulandığı toprakta mikrobiyal popülasyonu ve çeşitliliği arttırdığı için mikrobiyal antagonizm, *Plasmidiophora brassicae* ve *Gaeumannomyces graminis* (Pitt ve ark., 1998) ve *Fusarium* (Kannangowa ve ark., 2000; Cotxarrera ve ark., 2002) hastalık baskısının olası nedenlerinden biri olabilir. Geleneksel termofilik kompostlar sadece seçilmiş mikropları desteklerken, termofilik olmayan vermikompostlar zengin mikrobiyal çeşitlilik ve aktivite kaynaklarıdır ve çok çeşitli antagonistik bakterileri barındırırlar, böylece toprak kaynaklı fitopatojenik mantarların neden olduğu hastalıkların baskılanmasına yardımcı olan etkin biyo-kontrol maddeleri olarak işlev görürler (Chaoui ve ark., 2002; Scheuerell ve ark., 2005; Singh ve ark., 2008).

Vermikomposta karışan solucan yüzeyindeki mukus, *Rhizoctonia*'nın neden olduğu tahılların kök hastalıklarını azaltır (Doube ve ark., 1994). Büyüme ortamındaki vermikompost ilavesi *R. solani*, *P. drechsleri* ve *F. oxysporum*'un neden olduğu tütün beyaz sineği ve mantar hastalıklarını azaltmıştır (Rodriguez ve ark., 2000). Bahçe bitkileri yatak ortamlarında düşük oranlarda (% 10-30) vermikompost uygulanması *Pythium* ve *Rhizoctonia*'nın önemli ölçüde bastırılmasıyla sonuçlanmıştır (Edwards ve ark., 2004). Araştırma bulguları, lahana köklerinin bir kil ve vermikompost karışımı içine daldırılmasıyla *P. brassicae*'nin neden olduğu verim düşüşünün engellediğini göstermiştir (Szcech ve ark., 1993). Vermikompost uygulaması yapılan patates bitkilerinde *P. infestans*'un neden olduğu mantar hastalığı, inorganik gübre uygulanan bitkilerden çok daha az gözlenmiştir (Kostecka ve ark., 1996). Vermikompostun sulu ekstreleri, *B. cineria*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Corticium rolfsii*, *R. solani* ve *F. oxysporum*'un miselyum büyümesini baskılamış (Nakasone ve ark., 1999), etkin külleme kontrolünü sağlamış ve tarla koşullarında bezelyede (*Pisum sativum*), *Erysiphe cichoracearum* ve *E. pisi*'nin neden olduğu balsam (*Impatiens balsamina*) gelişimini baskılamıştır (Singh ve ark., 2003).

1.1.4. Kahverengi Deniz Yosunu *Cystoseira barbata* C. Agardh (1820)

170 cm uzunluğa ulaşabilen *Cystoseira barbata* (sınıf; Phaeophyceae, ordo; Fucales, familia; Cystoseiraceae) (Agardh, 1820) *Phaeophyta* cinsinin en büyük türlerinden biridir. Suyun saflığı için gösterge olan *C. barbata*, biyo-gözlemlerde, ekolojik durumun ve ötrofikasyonun belirlenmesine yardımcı olan indekslerin hesaplanmasında kullanılır ve hakim olduğu su yüksek kalitededir (Orfandis, 2001).

Hem sanayi hem de tarım için ekonomik değeri yüksek olan (Petrova-Karadzova, 1975) *C. barbata* yüksek aljinik asit içeriği nedeniyle araştırma konusu olmuştur (Dimitrova-Konaklieva, 2000). Çeşitli endüstrilerde hammadde olarak kullanılan aljinik asit ve tuzları yosunlar tarafından üretilen değerli ürünlerdir (Petrova-Karadzova, 1967). Aljinik asit *C. barbata*'nın hücresel duvarlarında kalsiyum ve magnezyum aljinat olarak bulunur (Bashford ve ark, 1950).

Kahverengi algler 265 cins ve 1500 - 2000 arası türe sahip olup büyük bir çoğunluğu denizel ve kıyılardaki kayalara bağlanarak yaşar. Ancak yaşama alanları sadece kayalar değil aynı zamanda epizoik olarak çeşitli mollusk türleri üzerinde, epifitik olarak da diğer algler üzerinde ya da deniz çayırılarının (*Zostera* spp., *Posidonia oceanica*) kök ve yaprakları üzerinde gelişirler. Soğuk denizlerin algleridirler ancak *Pleurocladia*, *Lithoderma* ve *Bodanella* genusları tatlı sularda yaşarlar, bazı grupları ise özellikle ılık denizlerde yaşarlar (Çakı, 2009). Tek çekirdekli hücrelerinin çeperleri selüloz ve pektinden oluşmuştur. Hücre duvarlarının içteki tabakası selülozdan dıştaki tabaka ise ticari değeri önemli olan aljinik asit ve fukoidan'dan oluşmuştur. Kloroplastlarına feoplast adı verilir. Pigmentleri klorofil a ve c, yeşil rengi örten karoten, ksantofil (violaksantin, neoksantin, flavoksantin) ve esmer rengi veren fukoksantindir. Fukoksantin derin sulara girebilen kısa dalga boyundaki ışığı absorbe eder ve alglerin fotosentez yapabilmesini sağlar. Kahverengi alglerde asimile ürünü dekstrin yapısında bir polisakkarit olan laminarin, alkol özelliğindeki mannit, yağlar ve tanik maddelerden fukosandır. Ayrıca önemli miktarda ticari iyot kaynağıdır (Çakı, 2009; Altuner, 2010). Phaeophyceae üyelerinin bütün türleri çok hücrelidir. Tallusun yapısı ve morfoloji çeşitli olup tür tayininde de kullanılmaktadır.

Birkaç mm'lik mikroskobik algler (*Streblonema*, *Myrionema* ve *Ascocyclus* gibi) olduğu gibi 1,5 metreyi aşan uzunlukta olan türlerde vardır. Dallı-filamentli, pseudoparankimatik (haplostik) ve parankimatik (polistik) olmak üzere üç tipte olan tallusları genellikle makroskobik büyüklüktedir ve tek yıllık veya çok yıllık olabilmektedir. Üremeleri vejetatif, eşeyli ve eşeysiz olmak üzere üç şekilde gerçekleşir. Eşeyli üremede izogamet, anizogamet ve oogamet biçiminde oluşabilen gametler plurilokular gametangiyumda üretilir. Sporlarla gerçekleşen eşeysiz üremede, sporların çimlenmesiyle direkt bir tallus formu gelişir. Spor üreten sporangiyumlar ya plurilokular ya da unilokular tiptedir. Sporangiyumların yapısı, şekli, hücre sapı, boyutları, konumu ve seri sayısı tür tanımlanmasında kullanılmaktadır (Çakı, 2009; Altuner, 2010).

Algler su ortamının birincil üretici canlılarıdır. Yapılarındaki pigmentleri sayesinde karbondioksit ve suyu ışığın etkisi ile karbonhidratlara çevirirler, böylece su ortamındaki besin değerinin ve çözülmüş oksijen oranının artmasını sağlarlar. Sonuçta kendi gelişimlerini sağlayarak besin zincirinin ilk halkasını oluştururlar. Bu şekilde üretime olan katkıları ve üst basamaktaki canlılarla olan ilişkileri açısından önem taşımaktadırlar.

1.1.4.1. Deniz Yosununun Tarım Alanlarında Kullanımı

Deniz yosunu ekstraktlarının tarımda kullanılması, kuvvetli kök gelişmesini sağlayarak, bitkilerin topraktan daha fazla besin maddesi ve su almalarını, bitkilerde klorofil oluşumunu hızlandırarak yeşil aksamın artmasını, dolayısıyla daha fazla karbonhidrat, protein vb. maddelerin yapılmasını, bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı daha dirençli olmalarını, bitkileri don, kuraklık, yetersiz güneş, aşırı su, aşırı sıcak ve aşırı soğuk gibi çevresel streslere dayanımını sağlar. Toprakta bitki tarafından alınamayan özellikle mikro elementleri jelat formuna sokarak bitkinin en yüksek oranda almasını sağlar ve bunları bitkide dengeli hale getirir. Yosun gübresi kullanımı, meyve ağaçlarında dallanmayı ve meyve tutumunu arttırırken çiçek ve meyve dökümünü azaltır. Bitkilerde % 30'a kadar verim artışı sağlarken ürünlerin raf ömrünü uzatır. Nematod ve virüs kaynaklı zararların önüne geçer. Topraktaki makro

ve mikro besin elementlerinin dengeli ve uzun süreli alınmasını sağlayarak ürün kalitesini ve verimi yükseltir.

Deniz alg ürünleri toprakta uzun müddet kaldıkları zaman doğal şartlarda kolayca parçalanarak bol miktarda azot (N) ve kalsiyum (Ca) ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca iz element olan magnezyum (Mg), mangan (Mn), bor (B), demir (Fe), çinko (Zn), bakır (Cu) ve kobalt (Co) da ihtiva etmektedirler. Deniz alglerinin bütün bu etkileri, içerisinde bulunan makro ve mikro elementler (N, Ca, Mg, Mn, B, Br, I, Zn, Cu, Co), bitki büyüme düzenleyicileri (oksinler, sitokininler, gibberellinler, absisik asit) ve betainler gibi bileşiklerden kaynaklanmaktadır.

Deniz yosunlarının bilinen en eski kullanım sahası gübre olup en çok uzak doğuda kullanılmıştır. Avrupa'da 12. yüzyılda Fransa, İrlanda, İngiltere gibi kıyıları geniş ülkelerde algler gübre olarak geniş çapta değerlendirilmektedir. Fransa, deniz alglerinden yararlanmaya yaklaşık olarak 17. yüzyılda başlamıştır. İngiltere'de 1720 yılından itibaren denizel alg toplanmaya başlanmış ve bu yüzyılın sonlarında İskoçya'da yıllık alg üretiminin 20.000 ton kuru alg ağırlığına eriştiği bildirilmektedir. Bu değeri ise yaş alg değeri ile kıyasladığımızda yaklaşık olarak 400.000 ton gibi miktardan söz edilmektedir (Abetz , 1980).

Teknolojinin henüz gelişmediği yıllarda fırtınaların koparıp sürüklediği yosunlar sahillerde büyük yığınlar oluşturmakta ve bu bölgelerde yaşayan halk tarafından sadece çok az bir miktarı gübre olarak kullanılmaktaydı. Zamanla sentetik (kimyasal) gübre endüstrisinin gelişmesiyle yosunların gübre olarak kullanılmasında hızlı bir azalma olmuştur. Kimyasal gübrelerin ucuz ve besin elementleri yönünden dengeli olması çiftçileri suni gübre kullanmaya yönlendirmiştir. Fakat uzun süre kimyasal gübre kullanımının, toprağın ekolojik dengesinde ve yapısında bozulmaya neden olduğu görülünce, deniz yosunları yeniden önem kazanmıştır. Bazı ülkelerde dalgaların sahile sürüklediği yosunlar yetersiz kaldığı için yosun üretimi büyük bir önem kazanmış, deniz yosunları yaş, kuru ve sıvı şeklinde yeniden gübre olarak geniş kullanım alanına kavuşmuştur.

Dünyada alglerle (yosunlarla) ilgili uluslararası konferanslar düzenlenerek algal biyoteknoloji (algal biyomas, algal biyoyakıtlar, algal biyobileşik, algal sıvı gübreler ve alg kültürü) konularında araştırma yapan bilim insanlarının buluşturulmasına çalışılmaktadır. Bu konferanslarda alglerden organik gübre üretiminin önemli bir yere sahip olduğu gözlenmektedir. Özellikle sıvı alg gübresi üretim teknikleri ve gübrelerin içerikleri konularında önemli araştırmalar yapılmaktadır. Sıvı alg gübrelerinde alginik asitler, amino asitler, bitki büyüme regülatörleri, vitaminler, nükleotidler, hümitik asitler ile mikro ve makro bitki besin elementleri bulunmaktadır. Dünyada alg endüstrisi ve algal biyoteknolojide bu kadar hızlı bir gelişme yaşanırken, üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizde bu konuda yapılan araştırma sayısı yok denecek kadar azdır. Özellikle algal biyoteknoloji alanında hemen hiçbir çalışma bulunmamaktadır. Bütün sınırın yaklaşık % 75'i deniz olan ve farklı deniz suyuna, farklı su özelliklerine sahip olan ülkemiz sahil şeridi çok büyük bir biyolojik çeşitlilik içermektedir. Deniz suyunda çözünmüş birçok elementi direkt olarak tüm yüzeyleri ile alma avantajları sayesinde algler, mineral madde alımının yalnız kök sistemiyle sınırlandığı kara bitkilerine kıyasla üstün sayılabilmektedirler. Bu nedenle uzun yıllar alglerin kimyasal içerikleri, bünyelerinde biriktirdikleri gerek yararlı gerekse zararlı bileşimler araştırılmış, hem tıp, eczacılık ve kozmetikte hem de gıda sanayinde faydalanılma olanakları keşfedilmiştir.

1.1.5. Hayvan Gübresi ve Kompostlama

Ahır gübresi, büyük ve küçükbaş hayvanların dışkıları ile ahırlarda hayvanların altına serilen yataklıktan oluşur. Ahır gübresi, bir yandan toprağın yapısını olumlu yönde etkilerken, diğer yandan bitkiler için gerekli besin elementlerini sağlayarak ürün miktarı üzerine olumlu etki yapar. Bu etkileri şu şekilde sıralayabiliriz (Soyergin, 2003):

-Toprağın su tutma kapasitesini artırır.

-Suyun toprak yüzeyinde bağımsızca akmasına, buharlaşmasına ve tarıma elverişli toprakların taşınıp götürülmesine engel olur.

-Toprağın kolay tava gelmesini sağlar.

-Toprak ısını bitki gelişmesi için uygun duruma getirir.

-Toprakların pH'sı üzerinde etkili olmaktadır.

-Ahır gübresi, organik yapısı nedeniyle toprak havalanmasına olumlu etki yapar. Öte yandan ahır gübresinin toprakta parçalanması sonucu oluşan karbondioksit ve organik asitler, bitki besin elementlerini bitkiler için yararlı şekle sokarlar.

-Ahır gübresiyle toprağa fazla miktarda mikroorganizma verilir. Böylece toprakta biyolojik değişimlerin hızı artar.

Kompostlama organik maddelerin aerobik veya anaerobik koşullarda mikroorganizmalar vasıtası ile karalı hale getirildiği bir işlemdir. Kompostlamada organik maddeler harcanırken, mikroorganizmalar oksijeni tüketirler. Aktif kompostlama esnasında fazla miktarda ısı ve karbondioksit (CO₂) üretilir ve su buharı havaya karışır. Karbondioksit ve su kayıpları birincil maddelerin ağırlığının yaklaşık yarısına eşittir. Kompostlama böylece ham maddeleri değerli toprak şartlandırıcısına dönüştürürken onların hem hacmini hem de ağırlığını azaltır. Kompostlama mikroorganizmaların büyümesi için uygun koşullar sağlandığında ve bu koşullar muhafaza edildiğinde çok hızlı gerçekleşir .

Kompostlama için en önemli şartlar;

- Uygun karbon ve azot (C:N) oranı da dahil olmak üzere, mikrobiyal aktivite ve büyüme için gereken besin maddelerini sağlamak için organik maddelerin karıştırılması,

- Aerobik mikroorganizmalar için yeterli oksijen,

- Havalandırmayı engellemeden biyolojik aktiviteyi sağlayan yeterli nem içeriği,

- Kuvvetli mikrobiyal aktiviteyi sağlayan termofilik sıcaklıklar

1.1.6. Vermikompost İşleminde Kullanılan Solucan Türleri

Vermikültür endüstrisi faaliyetlerinde kullanılan solucan türleri şunlardır: *Eisenia* (tiger worm), *Eisenia andrei* (red tiger worm), *Dendrobaena veneta*, *Lumbricus rubellus* (red worm), *Perionyx excavatus* (Indian blue worm), *Eudrilus eugeniae* (African nightcrawler).

Fletcherodrilus spp., *Heteroporodrilus* spp., *Pheretima excavatus*, *E. fetida*, *E. andrei*, *D. veneta* türleri ılıman iklim kuşağındaki bölgelere iyi adapte olurken, *L. rubellus* ve *P. excavatus* sıcak tropik iklim alanlarında daha fazla görülür. Bu beş tür, organik artıkları indirmek için yapılan vermikompost çalışmalarında en iyi sonuçları veren türlerdir (Edwards ve Bohlen, 1996). Yukarıda sayılan türler içinde, ticari amaçla kurulan vermikompost işletmelerinde en fazla tercih edilen tür *Eisenia* spp. ve ikinci olarak da *Lumbricus rubellus*'tur (Dickerson, 2004). *Eisenia* spp'nin en fazla tercih edilen tür olmasının sebepleri;

- Hızlı besin tüketmekte ve daha yüksek üreme ve popülasyon artış oranlarına sahiptirler.
- Adaptasyon yetenekleri yüksektir.
- Uygun çevre koşulları ve kolay ulaşılan yeterli miktarda besin kaynağı mevcut ise popülasyon artışı çok hızlı olmaktadır.
- Dünya çapında dağılım gösterirler ve çoğu organik atıklarda doğal olarak kolonize olabilirler.
- Sıcaklığa toleranslıdır ve nem içeriği yüksek tüm organik atıklarda yaşayabilirler.

Bu sebeplerden dolayı *Eisenia* spp, özellikle ılıman iklim kuşağındaki coğrafyalarda olmak üzere tüm dünyada ticari olan veya olmayan vermikompost işletmelerinde en fazla tercih edilen ve en fazla kültürü yapılan solucan türüdür (Edwards ve Bohlen, 1996).

Bu solucanlar organik maddenin parçalanması ve içerdiği besin maddelerinin serbest bırakılması konusunda uzmanlaşmıştır ve bitki gelişimi ve besin değeri bakımından zengin materyaller içeren toprak değişikliklerini sağlarlar (Edwards ve Bohlen,

1996). Bunun yanı sıra bu solucanlar atık su çamurları, bira atıkları, bahçecilik kalıntıları, ölü bitkilerle domuzlardan, sığırlardan, koyunlardan, keçilerden, atlardan ve tavşanlardan elde edilen dışkıların geri dönüşümünü sağlarlar (Edwards ve Neuhauser, 1988).

Solucanlar, substratı parçaladıkları, mikrobiyal aktiviteyi ve biyodegradasyon potansiyellerini büyük ölçüde değiştirdikleri için vermikompost sürecinin hayati önem taşıyan unsurlarıdır (Fracchia ve ark., 2006; Lazcano ve ark., 2008). Solucanların bağırsak sistemindeki çeşitli enzimler, bağırsak mukusu ve antibiyotikler, organik makromoleküllerin parçalanmasında önemli bir rol oynamaktadır (Gandhi ve ark., 1997).

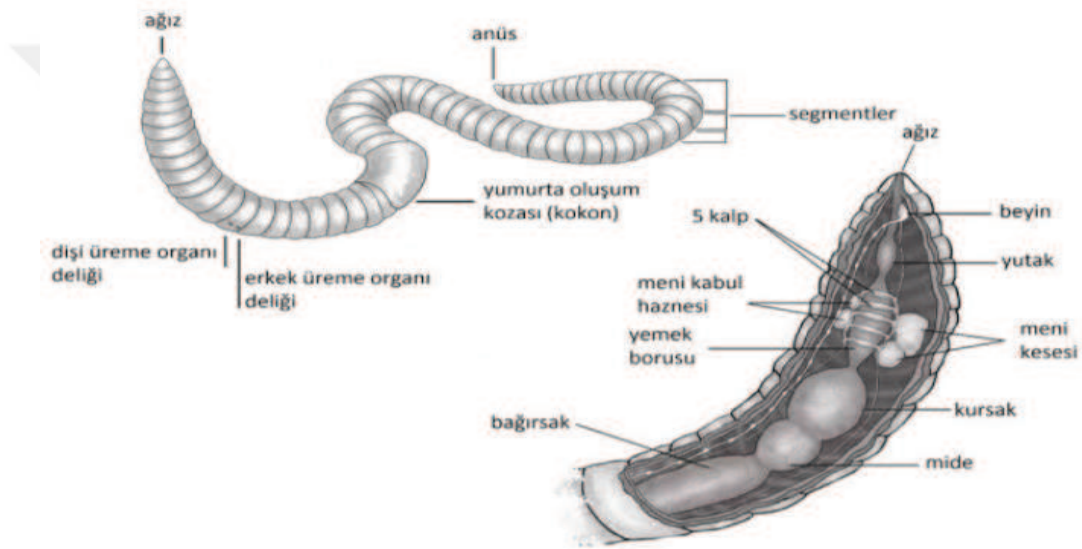
Kırmızı Kalifornia solucanları, toprağın yapısını, besleyiciliğini, verimliliğini iyileştiren dolayısıyla bitkinin sağlıklı ve hızlı büyümesini sağlayan, toprak makrofaunasına ait bir grup canlıdır (Buckerfield, 1998). Sığır, küçükbaş ve kümes hayvanı dışkıları, kanalizasyon çamuru, evsel ve endüstriyel gıda atıkları, kentsel ve tarım alanlarındaki bitki atıkları gibi organik atıkları işleyerek organik gübreye dönüştüren, kompost solucanı olarak ta bilinen *E. fetida* bir organik ayrıştırıcıdır (Venter ve Reinecke, 1988; Hartenstein ve Bisesi, 1989).

Bu solucanlar, uzun vadede toprağın yapısını bozarak zarar veren kimyasal gübrelere alternatif, anthropogenic ve doğaya zarar vermeyen, organik atıkların geri dönüşümünü sağlayan, canlılığı ve ekolojiyi koruyan bir ürün olan vermikompostu üretirler (Bakthvathsalam ve Ramakrishnan, 2004).

1.1.6.1 Solucanın Biyolojisi

E. fetida türü solucanların yetişkinleri yaklaşık 5-7 cm uzunlukta, 3-5 mm çapında ve 500-600 mg biyokütlededir (Venter ve Reinecke, 1988) ve esas olarak çürümüş organik materyal üzerinde yaşamaktadır (Neuhauser ve ark. 1980). Bu solucanlar 29 °C sıcaklık ve yüksek nem seviyesi toleransına sahiptir (Venter ve Reinecke, 1988). *E. fetida*'da klitellum gelişiminin ilk belirtisi ortalama 50 gün sonra ortaya çıkmakta,

55 gün sonra koza üretmeye başlamaktadır. Koza üretim oranı ise ortalama 1,6 koza/solucan/gündür (Viljoen ve Reinecke, 1994). Yeni oluşan kozalar genellikle renksiz iken kısa sürede açık kahverengiye dönüşmektedir (Venter ve Reinecke, 1988). Kozanın uzunluğu 3,2-4,0 mm, çapı 2,0-2,7 mm ve ağırlığı ortalama 12,65 mg'dır. Koza şekli ovaldir ve keskin uçları ucunda lifli uçlarla işaretlenmiştir. *E. fetida*'nın ortalama inkübasyon süresi 23 gün, ortalama kuluçka başarısı % 73, her kuluçkadaki koza sayısı ise ortalama 2,7 dir (Venter ve Reinecke, 1988). Şekil 1.1'de *E. fetida*'nın anatomisi görülmektedir.



Şekil 1.1. *E. fetida* anatomisi

Bu çalışmada, topraktaki bitki besin elementlerini zenginleştiren, mikroflorasını ve mikrofaunasını toprağa geri kazandıran mükemmel bir organik gübre olan vermikompostun yapısında, yine bitki besin elementleri açısından oldukça zengin olan ve en eski kullanım alanı tarım olan kahverengi deniz yosunu *C. barbata*'nın kullanılabilirliği araştırılmıştır.

BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Vermikompost Çalışmaları

Organik bitki besin takviyesi olarak verмикompostların kullanımı, olağanüstü besin durumu ve gelişmiş mikrobiyal ve antagonistik aktivitesi nedeniyle son zamanlarda artmaktadır. Gıda atığı, sığır gübresi, domuz gübresi, vb. gibi farklı ana malzemeden üretilen verмикompost bir besin takviyesi olarak kullanıldığında (Carlile, 1989; Buckerfield ve Webster, 1998; Edwards 1998; Subler ve ark., 1998; Atiyeh ve ark., 2000) fide büyümesi ve gelişimini ve birçok bitkinin verimliliğinin artırılmasını sağlar (Edwards ve Burrows, 1988; Wilson ve Carlile, 1989). Topraksız bitki yetiştirme ortamına vermikest eklenmesi, kadife çiçeği (Atiyeh ve ark., 2001), biber (Arancon ve ark., 2003), çilek (Arancon ve ark., 2004) ve petunya (Chamani ve ark., 2008) gibi çok çeşitli sebze ve süs bitkilerinin çimlenme, büyüme, çiçeklenme ve meyve verimini arttırmıştır (Atiyeh ve ark., 2000). Toprağa 20:1 oranında verмикompost uygulaması, hem tarlada hem de sera koşullarında bitki büyümesinde önemli ve tutarlı bir artışa neden olmuş (Edwards ve ark., 2004) ve böylece bitki büyümesini teşvik edici faktörlerin tohum çimlenmesinde bir rol oynadığına dair önemli bir kanıt sağlamıştır (Edwards ve Burrows, 1988; Edwards, 1998). İncelemeler, oksin, gibberellin, sitokinin, etilen ve absisik asit gibi bitki hormonları ve bitki büyüme düzenleyici maddelerin (PGR) mikroorganizmalar tarafından üretildiğini ortaya koymuştur (Barea ve ark., 1976; Arshad ve Frankenberger, 1993).

Pek çok araştırmacı, oksin, gibberellin, mikrobiyal kökenli sitokininler (Krishnamoorthy ve Vajranabhiah, 1986; Grappelli ve ark., 1987; Tomati ve ark., 1988; Muscolo ve ark., 1999) ve hümit asitler gibi bitki büyüme düzenleyicilerinin verмикompost içinde varlığını belgelemiştir (Masciandaro ve ark., 1997; Atiyeh ve ark., 2002). *Bacillus* ve *Arthrobacter* spp. tarafından üretilen sitokininler topraklarda

fidelerin gücünü arttırmaktadır (Inbal ve Feldman, 1982; Jagnow, 1987). Mikrobiyal olarak üretilen gibberellinler (Mahmoud ve ark., 1984; Arshad ve Frankenberger, 1993), *Azospirillum brasilense* tarafından üretilen oksinler (Barbieri ve ark., 1988) bitki büyümesini ve gelişimini etkilemektedir. Vermikompost kaynaklı hümik maddelerin biyolojik aktiviteleri ile ilgili çalışmalar, büyüme destekleyici hormonal etkiye sahip olduklarını ortaya koymuştur (Dell'Agnola ve Nardi, 1987; Nardi ve ark., 1988; Muscolo ve ark., 1993). Hümik maddelerin biyolojik aktiviteleri üzerine yapılan kapsamlı araştırmalar, aynı zamanda bitki büyüme uyarıcı özelliğe sahip olduklarını göstermiştir (Chen ve Aviad, 1990). Humus içindeki humik ve fulvik asit, organik maddede çözünmeyen mineralleri çözer ve bitkilere kolayca ulaşmasını sağlar ve ayrıca bitkilerin olumsuz koşullarda bile büyümesini teşvik eder (Sinha ve ark., 2010).

Yapılan bir çalışmada verмикompost uygulaması bitki yayılımını (% 10,7), yaprak bölgesini (% 23,1), kuru maddeyi (% 20,7) ve toplam çilek meyvesini (% 32,7) artırmış, meyve malformasyonu (% 11,5-4,0) ve gri küfün meydana gelmesi gibi fizyolojik bozuklukların şiddetini (% 10,4–2,1) önemli ölçüde düşürmüştür (Singh ve ark., 2008). Vermikompost uygulanan bitkiden hasat edilen meyveler daha serttir, daha yüksek toplam çözünebilir madde (TSS), askorbik asit içeriği ve çekici bir renge sahiptir. Tüm bu parametreler doza bağımlı olarak ortaya çıkmış ve en iyi sonuçlar 7,5 t/ha olarak elde edilmiştir (Singh ve ark., 2008). Vermikompost uygulaması kontrolle karşılaştırıldığında maş fasulyesinin (*Vigna radiata*) çimlenme yüzdesinde (% 93) ve veriminde önemli bir artış göstermiştir (Karmegam ve ark., 1999).

2.2. Kahverengi Deniz Yosunu *Cystoseira barbata* Çalışmaları

Domates, patates, karnabahar, hıyar, soya ve yonca yetiştiriciliği yapan ve düzenli olarak deniz yosunu ekstraktı kullanan çiftçiler, ürünlerinde yüksek kalite ve verim artışı sağlamışlardır. Deniz yosun ekstraktlarının şeftali, kiraz, elma, üzüm ve domates bitkilerinde meyve tutumunu artırdığı tespit edilmiştir (Kumbul, 2000).

Yaprağa püskürtme yoluyla uygulanan deniz yosunu sıvı ekstraktları, domates, salatalık, elma ve portakalda hasat süresince oluşabilecek bozulmaları engellemektedir (Blunden, 1991).

Sera yetiştiriciliğinde kullanılan deniz yosunu ekstraktı salatalık bitkisinin kök büyümesini uyarmış ve bitkinin kuru ağırlığını % 50 oranında artırmıştır. Yapılan benzer bir çalışmada yapraktan ve topraktan deniz yosunu ekstraktı uygulanmasıyla lahana bitkisinin sürgün ve kök büyümesinin arttığı ve köklerden daha çok besin elementi aldığı belirlenmiştir (Verkleij, 1992).

Kahverengi alg ekstraktlarının toprağa püskürtme yoluyla uygulanması, toprağın suyu tutmasını ve tohumun uzun süre toprağa bağlanmasını böylece çimlenmede artışı sağlamaktadır (Alwright, 1992). Yapılan bir çalışmada marullarda büyümeye ve besin maddesi içeriğine sıvı yosun ekstraktının etkisi incelenmiş ve ürün miktarının ve yapraklardaki Ca, K, Mg miktarının arttığı kaydedilmiştir (Grouch ve ark., 1990).

Bitki nematodları üzerine deniz yosunu ekstraktlarının etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, *Belonolaimus longicaudatus* nematodunun verdiği zararın önemli ölçüde azaldığı kaydedilmiş (Grouch ve Staden, 1993; Whapham ve ark., 1994), bir diğer çalışmada ise kök ur nematodunun (*Meloidigyne* spp.) zararının azaltıldığı belirtilmiştir (Morgan ve Tarjan, 1980).

Deniz yosunu ekstraktı uygulanan bitkilerde, enfeksiyon oluşum oranının (%4,6), kontrol bitkilerine göre (%22,5) çok daha düşük olduğu belirlenmiş, elma bitkisinde kırmızı örümceğin ilk jenerasyonunun baskılandığı saptanmıştır. Deniz yosunu ekstraktının, çimlenmeyi ve kök gelişimini artırıcı, topraktaki besin elementlerinin bitki tarafından alımını arttıran, kuraklık, stres, hastalık ve zararlılara karşı direnci yüksek, raf ömrü uzun ürünler elde edilmesini sağlayan, bitkinin yaşlanmasını geciktiren etkileri kaydedilmiştir (Hang ve ark., 1995).

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Büyükbaş Hayvan Gübresi

Bu çalışmada büyükbaş hayvan gübresi olarak, Giresun İline bağlı bir köyde sığır yetiştiriciliği yapılan bir ahırdan temin edilen gübre kullanılmıştır. Sığır gübresi beton bir zeminde yığın yapıp üzeri kapatılarak fermentasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

3.1.2. Kahverengi Deniz Yosunu *Cystoseira barbata*



Şekil 3.1. Kahverengi Deniz Yosunu *Cystoseira barbata*

Bu çalışmada kullanılan deniz yosunu (*Cystoseira barbata*) (Şekil 3.1) Giresun ili ve ilçelerinin (Piraziz; 40°57'12"N 38°07'56"E, Bulancak; 40°56'36"N 38°15'02"E, Giresun; 40°54'57"N 38°25'05"E, Tirebolu; 41°00'39"N 38°51'56"E, Eynesil; 41°03'58"N 39°08'26"E) sahillerinden doğal ortamından toplanarak elde edilmiştir (Şekil 3.2).

Cystoseira barbata türü yosunlar tutundukları kayalardan kopartılarak filelere alınmış ve deniz suyunun uzaklaşması beklenmiştir. Laboratuvar ortamına getirilen yosunlar çeşme suyu ile yıkanarak üzerinde kalan diğer yosun türleri, midyeler ve diğer istenmeyen maddelerden arındırılmıştır. Temizlenen bu yosunlar serilerek kurutulmuş ve öğütücü alet yardımıyla toz haline gelene kadar parçalanmıştır.



Şekil 3.2. Kahverengi Deniz Yosunu toplanan sahil suları

3.1.3 Kırmızı Kalifornia Solucanı *Eisenia fetida*

Vermikültür faaliyetlerinde kullanılan solucan türleri; *Eisenia fetida* (tiger worm), *Eisenia andrei* (red tiger worm), *Dendrobaena veneta*, *Lumbricus rubellus* (red worm), *Perionyx excavatus* (Indian blue worm), *Eudrilus eugeniae* (African nightcrawler), f) *Fletcherodrilus* spp, g) *Heteropodrilus* spp, h) *Pheretima excavatus*'dur. *E.*, *E. andrei*, *D. veneta* türleri ılıman iklim kusagındaki bölgelere iyi adapte olurken, *L. rubellus* and *P. excavatus* sıcak tropik iklim alanlarında daha fazla

görülür. Bu beş tür, organik artıkları indirmek için yapılan vermikompost çalışmalarında en iyi sonuçları veren türlerdir (Kale ve ark., 1982; Edwards ve Bohlen, 1996). Bu beş türün monokültür veya polikültür olarak denendigi çalışmalar da bulunmaktadır. Bu türler arasında, ticari amaçla kurulan vermikültür işletmelerinde en fazla tercih edilen tür, *Eisenia* spp. ve ikinci olarak da *Lumbricus rubellus*'tur.



Şekil 3.3. Kırmızı Kalifornia Solucanı *E. fetida*

Bu çalışmada vermikompostlama işleminde kullanılan *E. fetida* türü solucan Giresun ilinde vermikompost üretimi yapan bir üreticiden temin edilmiştir. Solucanlar

beslenme ortamlarıyla birlikte kasalarda laboratuvar ortamına getirilmiş, ortalama ağırlıkları hesaplanmış ve hazırlanan mama kaplarına eşit sayılarda dağıtılmıştır.

3.2. Metot

Bu çalışmada araştırma materyali olarak kahverengi deniz yosunu *Cystoseira barbata* ve sığır gübresi kullanılmıştır. Hazırlanan materyaller aşağıda belirtilen oranlarda karıştırılarak beş ayrı grup olacak şekilde solucanlara mama olarak hazırlanmıştır.

Tablo 3.1. Mama gruplarının karışım oranları

1. grup	5.500 g hayvan gübresi (HG)	Kontrol grubu
2. grup	5.200 g HG + 300 g yosun	% 5,45 yosun
3. grup	4.900 g HG + 600 g yosun	% 10,90 yosun
4. grup	4.300 g HG + 1.200 g yosun	% 21,81 yosun
5. grup	3.100 g HG + 2.400 g yosun	% 43,63 yosun

Hazırlanan mama grupları başlangıç numuneleri alındıktan sonra üçer tekrar halinde kaplara 1500 g olarak dağıtılmıştır.

Kaplara bırakılacak *Eisenia fetida* türü solucanlar bulundukları ortamdan çıkarıldıktan sonra bir adet solucanın ortalama ağırlığı hesaplanmış ve her bir kaba 45 g (ortalama 200 adet) solucan bırakılmıştır.

Solucanın ortalama ağırlığı ve sayısının hesaplanması sonucunda (20 adet solucan 4,77 g, 20 adet solucan 4,49 g, 20 adet solucan 4,19 g, 20 adet solucan 4,33 g, 20 adet solucan 4,76 g) bir solucanın ortalama ağırlığı 0,225 g olarak bulunmuştur.

Deneme kapları laboratuvar ortamında deneme tesadüfi parselleri düzenine göre (Tablo 3.2.) yerleştirilmiş ve solucanlar mamayı tüketene kadar her iki günde bir sıcaklık ve nem kontrolleri yapılmıştır.

Tablo 3.2 Deneme tesadüfi parselleri

2-c	4-c	2-a	3-b	5-c
1-b	5-b	2-b	5-a	3-a
1-c	4-a	1-a	3-c	4-b

Deneme kurulduktan bir ay sonra solucanların mamayı tükettiği gözlemlenmiş ve deneme sonlandırılmıştır. Kaplarda bulunan vermikompost numuneleri solucanlar ayıklandıktan sonra ayrı ayrı kurutulmuş, elenmiş ve yapılacak analizler için hazırlanmıştır.

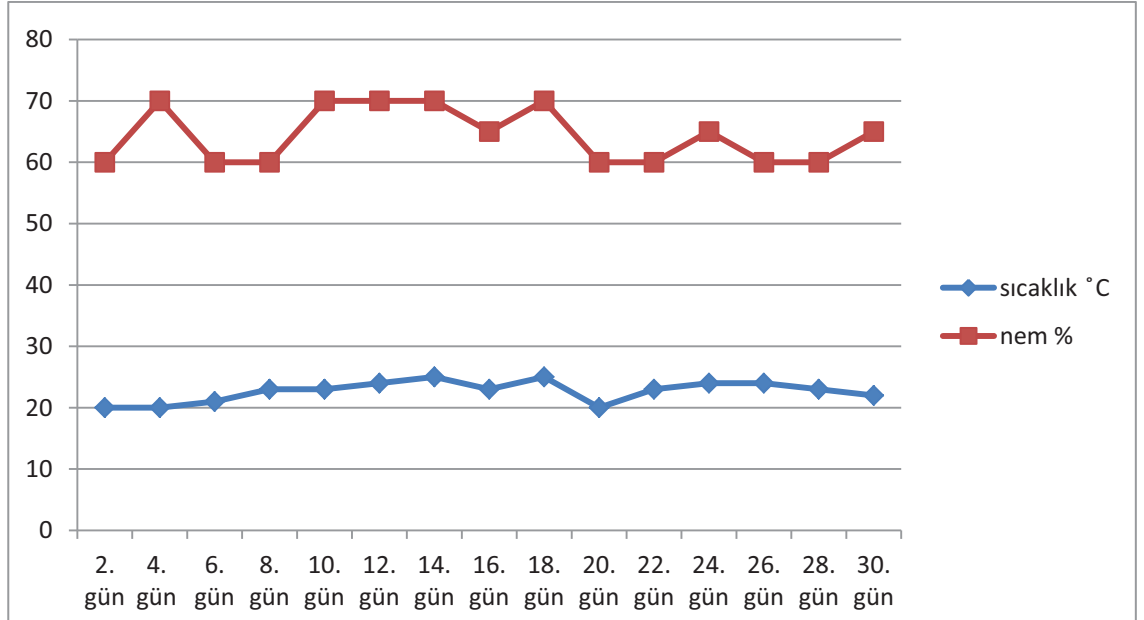
Toplam (humik+fulvik) asit, N, kireç, organik C analizleri akredite laboratuvarında elemental analiz cihazında; P, Ca, Cu, K, Mg, Mn, Zn, Ni, Fe, As, Pb, Cr, Na, analizleri ICP-MS cihazında yapılmış; organik madde, pH, EC ölçümleri ise Giresun Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi öğrenci laboratuvarında yapılmıştır.

BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Her kaba 1500 g mama ve 200 adet solucan (45 g) bırakılmış, 30 günün sonunda $1500/200 \times 30 = 0,25$ g tüketim/solucan-gün olarak hesaplanmış ve solucanların her gün yaklaşık kendi ağırlıkları kadar mama tükettikleri gözlenmiştir.

4.1. Deneme Kaplarının Sıcaklık ve Nem Oranları

Vermikompost oluşum süresince ortamın sıcaklığı ve nemi optimum seviyeler olan 20-25 °C sıcaklık ve % 60-70 nem değerlerinde tutulmuştur. Yapılan çalışmalarda bu değerlerin solucanın faaliyetleri için en uygun değerler olduğu belirtilmiştir (Sharma ve ark., 2009). Şekil 4.1.'de mama kaplarının sıcaklık ve nem içeriğinin değişimi verilmiştir.



Şekil 4.1. Mama kaplarının sıcaklık ve nem seviyeleri

4.2. Mama ve Vermikompost Gruplarının pH ve elektriksel iletkenlik değerleri

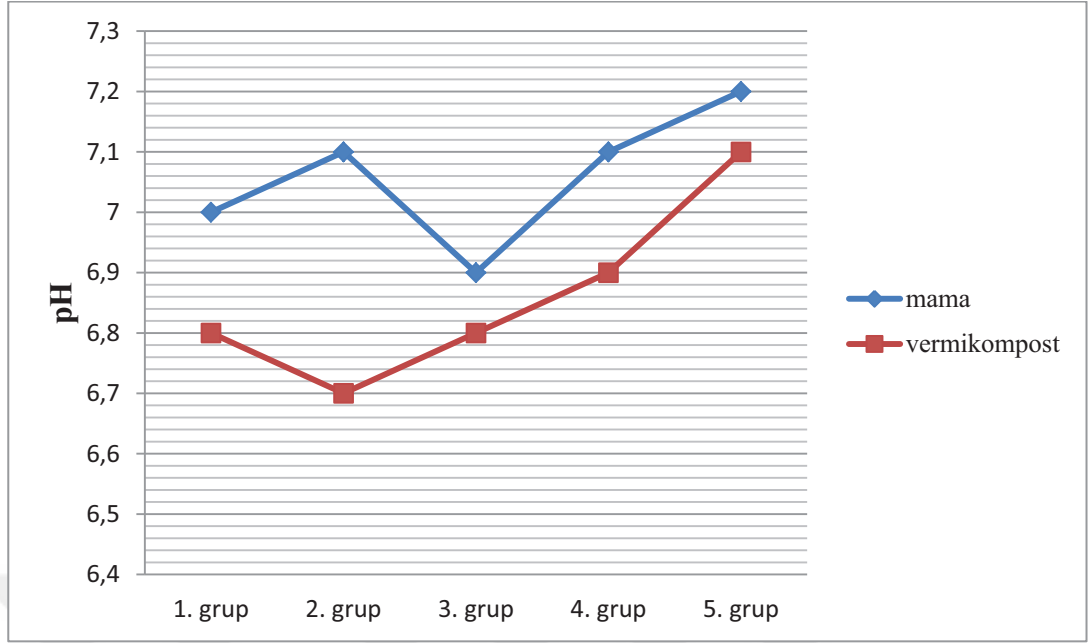
pH ve EC değerlerinin, mama gruplarındaki yosun miktarındaki artışla ve vermikompostlama işlemleri sonrasında artış gösterdikleri görülmüştür (Tablo 4.1).

Tablo 4.1 Mama ve Vermikompost Gruplarının pH ve elektriksel iletkenlik değerleri

Gruplar	pH	EC
M1	7,0+-0,02 ^{cd}	4,65+-0,08 ^b
M2	7,1+-0,02 ^{de}	3,96+-0,02 ^a
M3	6,9+-0,02 ^{bc}	5,05+-0,05 ^{cd}
M4	7,1+-0,02 ^{de}	5,65+-0,02 ^f
M5	7,2+-0,02 ^e	4,95+-0,11 ^{bc}
V1	6,8+-0,02 ^{ab}	4,80+-0,05 ^{bc}
V2	6,7+-0,02 ^a	5,30+-0,05 ^{de}
V3	6,8+-0,02 ^{ab}	5,56+-0,01 ^{ef}
V4	6,9+-0,02 ^{bc}	5,45+-0,05 ^{ef}
V5	7,1+-0,02 ^{de}	5,72+-0,07 ^f

Topraktaki asitlik kök solunumu ve mikroorganizma faaliyetleri sonucunda meydana gelen karbonik asit (H_2CO_3), şiddetli yağışlarla atmosferden toprağa getirilen sülfirik asit ve nitrik asit, amonyumsülfat, üre vb. gübrelerin toprakta ayrışması sonucu meydana gelen asitlerle artmaktadır.

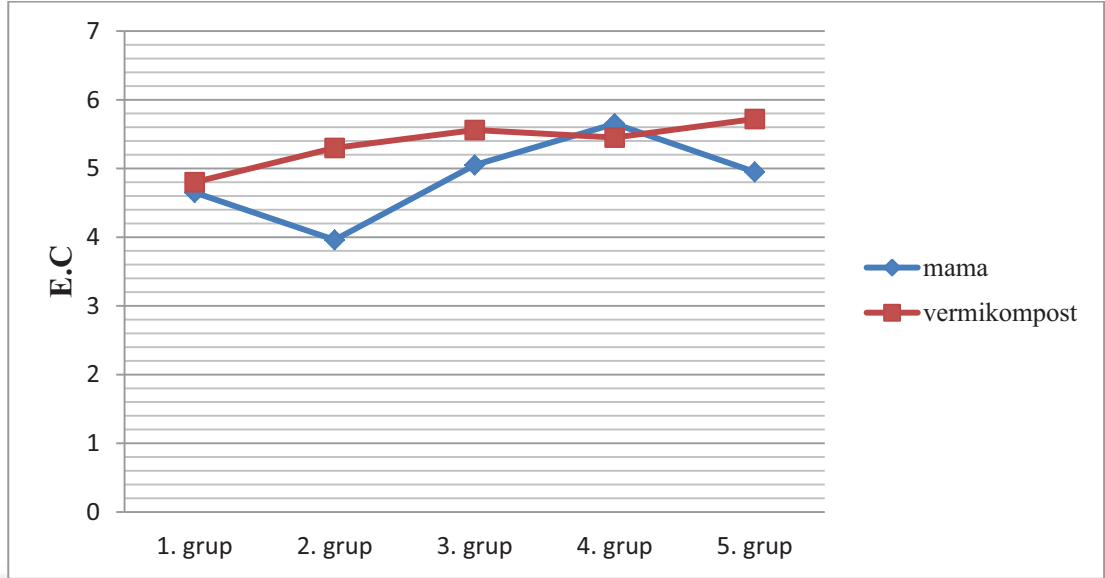
Şekilde 4.2.'de de görüldüğü gibi pH değerleri mamanın üçüncü grubu ve vermikompostun ikinci grubu hariç, gruplardaki yosun miktarları arttıkça artmış, ancak vermikompostta mama gruplarına göre N ve P mineralizasyonuna bağlı olarak daha düşük çıkmıştır. Ancak tüm mama ve vermikompost gruplarının pH'ının nötr olduğu (Tablo 4.2.) tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Mama ve Vermikompost Gruplarının pH Seviyeleri

Tablo 4.2. Toprak pH Düzeyi ve Reaksiyonu

TOPRAK			
REAKSİYONU	pH	REAKSİYONU	pH
Aşırı asit	<4,5	Nötr	6,6-7,3
Çok kuvvetli asit	4,5-5,0	Hafif alkalin	7,4-7,8
Kuvvetli asit	5,1-5,5	Orta derecede alkalin	7,9-8,4
Orta derecede asit	5,6-6,0	Kuvvetli bazik	8,5-9,0
Hafif asit	6,1-6,5	Çok kuvvetli bazik	9,1<



Şekil 4.3. Mama ve Vermikompost Gruplarının EC Seviyeleri

Vermikompost gruplarında EC değerlerinin mama gruplarına göre daha düşük olması (Şekil 4.3.) vermikomposttaki çözünür tuz miktarının daha az olmasından kaynaklanmaktadır fakat tüm grupların hafif tuzlu (Tablo 4.3.) olduğu görülmektedir.

Tablo 4.3. Tuzluluk Sınıfları

Tuzluluk sınıfı	EC, dS/m	% Tuz
Tuzsuz	<4	<0,15
Hafif tuzlu	4-8	0,15-0,35
Orta tuzlu	8-16	0,35-0,65
Çok tuzlu	16<	0,65<

4.3. Mama ve Vermikompost Gruplarının Bitki Besin Değerleri

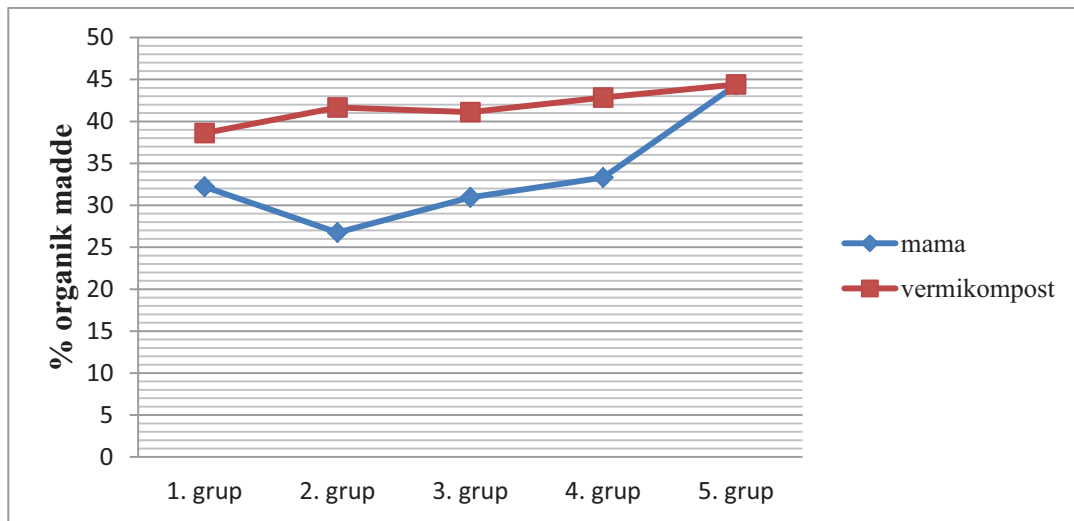
Hazırlanan mama gruplarının ve solucanlar işledikten sonra elde edilen vermikompost gruplarının bitki besin değerleri aşağıdaki tabloda (Tablo 4.4.) verilmiştir. (M: mama, V: vermikompost, 1: kontrol grubu, 2: % 5,45 yosun 3: % 10,90 yosun 4: %21,81 yosun 5: % 43,63 yosun)

Tablo 4.4. Mama ve Vermikompost Gruplarının Bitki Besin Değerleri

Grp	Hümik+Fulvik asit (%)	Organik Madde (%)	Organik C (%)	Kireç (%)	N (%)	P (ppm)	K(ppm)
M1	78,20+-0,57^h	32,20+-0,23 ^b	20,30+-0,54 ^{ab}	<u>1,70+-0^a</u>	<u>0,02+-0^a</u>	1455,41+-255 ^{abc}	5048,74+-133 ^{abc}
M2	66,20+-0,05 ^f	<u>26,75+-0,77^a</u>	19,90+-0,06 ^{ab}	3,40+-0 ^b	0,03+-0 ^a	1057,62+-136 ^{abc}	<u>3370,62+-526^a</u>
M3	62,24+-0,57 ^e	30,95+-0,83 ^b	21,30+-0,60 ^{bc}	1,70+-0 ^a	0,02+-0 ^a	1671,44+-35^e	5927,60+-175^e
M4	65,69+-0,55 ^{ef}	33,30+-0,57 ^b	23,70+-0,11 ^d	1,70+-0 ^a	0,02+-0 ^a	1548,17+-205 ^{bc}	5767,14+-411 ^c
M5	55,32+-1,15 ^d	44,35+-0,74 ^e	33,80+-0,34 ^f	7,93+-0^d	0,04+-0,02 ^a	973,83+-144 ^{ab}	5358,55+-984 ^{bc}
V1	73,12+-1,57 ^g	38,60+-0,67 ^c	26,30+-0,57 ^c	2,55+-0 ^{ab}	0,04+-0 ^a	1191,61+-31 ^{abc}	3618,38+-246 ^{ab}
V2	54,41+-1,57 ^d	41,65+-0,69 ^{de}	22,20+-0,63 ^{cd}	3,40+-0 ^b	0,02+-0 ^a	1158,12+-48 ^{abc}	4068,09+-142 ^{abc}
V3	<u>15,56+-0,48^a</u>	41,10+-1,01 ^{cd}	<u>19,40+-0,34^a</u>	2,55+-0 ^{ab}	0,02+-0 ^a	1008,02+-25 ^{ab}	3539,27+-153 ^{ab}
V4	45,25+-1,03 ^c	42,85+-0,91 ^{de}	23,70+-0,11 ^d	5,10+-0 ^c	0,04+-0,01^a	1199,10+-20 ^{abc}	4996,49+-7 ^{abc}
V5	23,29+-0,64 ^b	44,40+-0,87^e	23,70+-0,36^d	5,38+-0,57 ^c	0,03+-0,01 ^a	<u>894,90+-28^a</u>	5693,82+-33 ^c

4.3.1. Mama ve Vermikompost Gruplarının Organik Madde Miktarları

Şekil 4.4.'de de görüldüğü gibi gruplardaki yosun miktarı arttıkça organik madde miktarı da yükselmiştir.

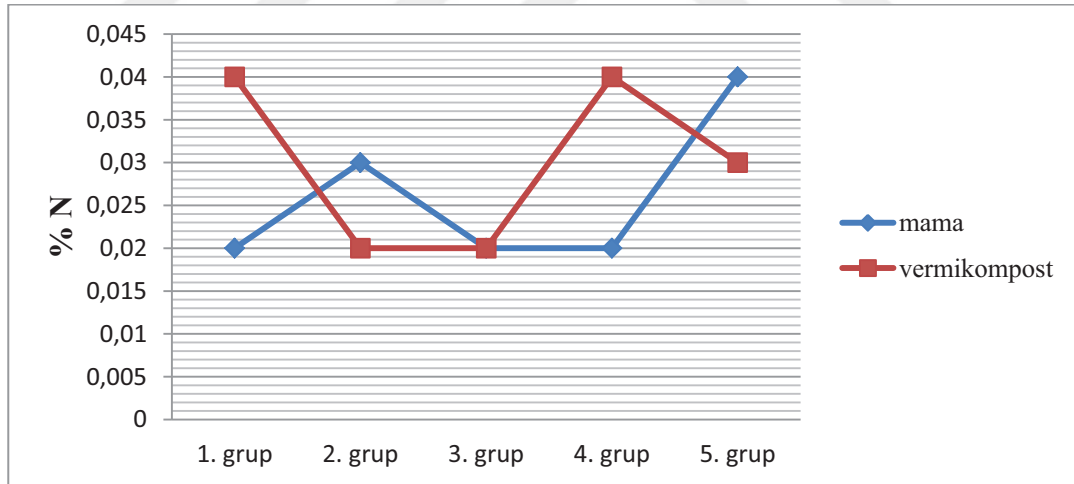


Şekil 4.4. Mama ve Vermikompost Gruplarının Organik Madde Miktarları

4.3.2. Mama ve Vermikompost Gruplarının N Miktarları

Azot, bitkilerde yaprak ve gövde oluşumunu teşvik eden en temel besin maddelerinden biridir. Bitki bünyesindeki önemli fizyolojik gelişmeleri, ürün miktarını ve ürün kalitesini etkiler. Bitkilerde proteinin ana maddesi olup, güneş enerjisini bitki için yararlı enerji haline dönüştüren klorofilin yapı taşıdır. Bitki yeşil aksamının gelişmesi döneminde fazla miktarda azota ihtiyaç duyar. Eksikliğinde yapraklar küçük ve yaprak rengi sarı-yeşil portakal sarısından kırmızıya kadar değişebilir ve aşağıdan yukarıya doğru bir yön takip edip dökülür, sürgünler kısa ve ince kalır, çiçek oluşumu azalır, çiçekler gelişemez ve renkleri bozulur, bitkilerde tohum ve meyve azalır (Çepel, 1988).

Şekil 4.5’de de görüldüğü gibi mama ve vermikompost gruplarındaki N değerleri yosun miktarından bağımsız olarak değişkenlik göstermiştir.

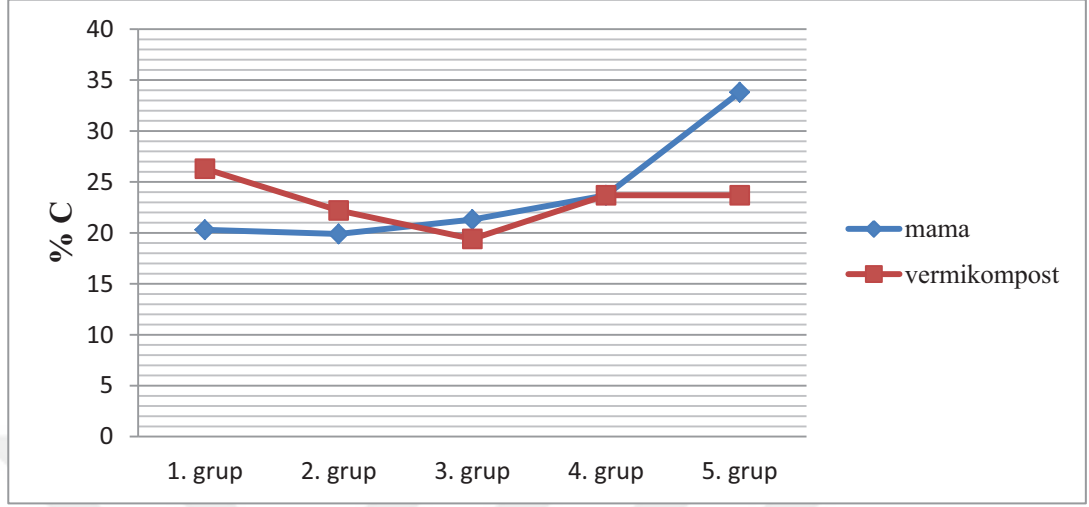


Şekil 4.5. Mama ve Vermikompost Gruplarının N Miktarları

4.3.3. Mama ve Vermikompost Gruplarının C Miktarları

Vermikompost gruplarındaki C:N oranının daha az olması vermikompostlama sürecinde N kaybının CO₂ çıkışına göre daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

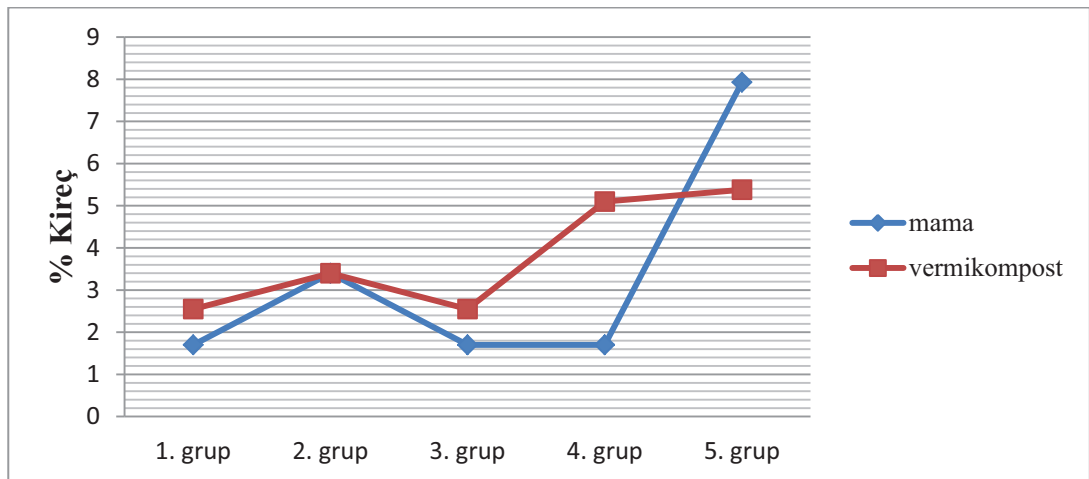
Aşağıdaki şekilde (Şekil 4.6.) mama ve vermikompost gruplarının C miktarları gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Mama ve Vermikompost Gruplarının C Miktarları

4.3.4. Mama ve Vermikompost Gruplarının Kireç (CaO) Miktarları

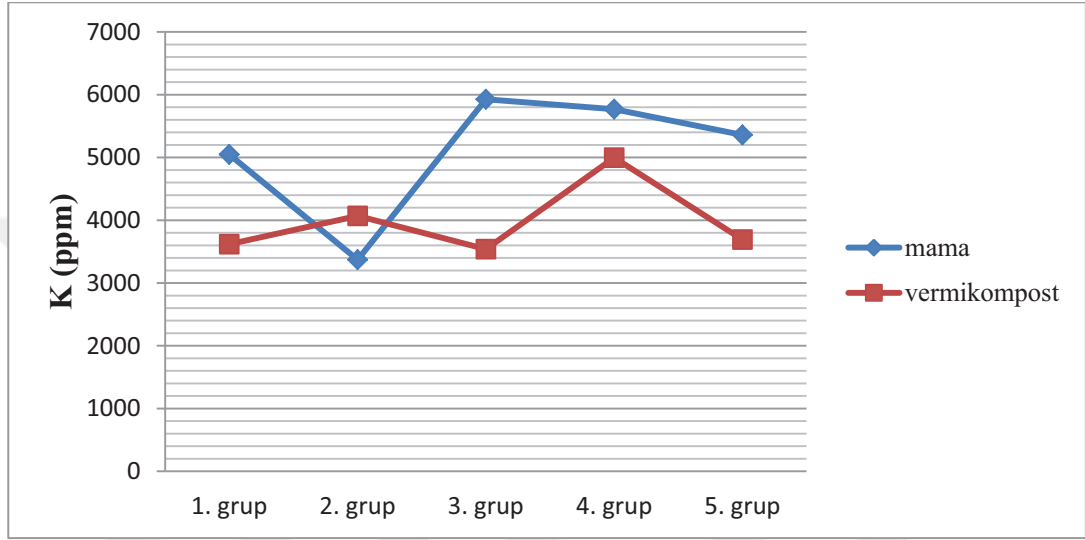
Sekil 4.7.'de görüldüğü gibi gruplardaki yosun miktarıyla birlikte kireç miktarları da bir artış göstermiştir.



Şekil 4.7 Mama ve Vermikompost Gruplarının Kireç (CaO) Miktarları

4.3.5. Mama ve Vermikompost Gruplarının K Miktarları

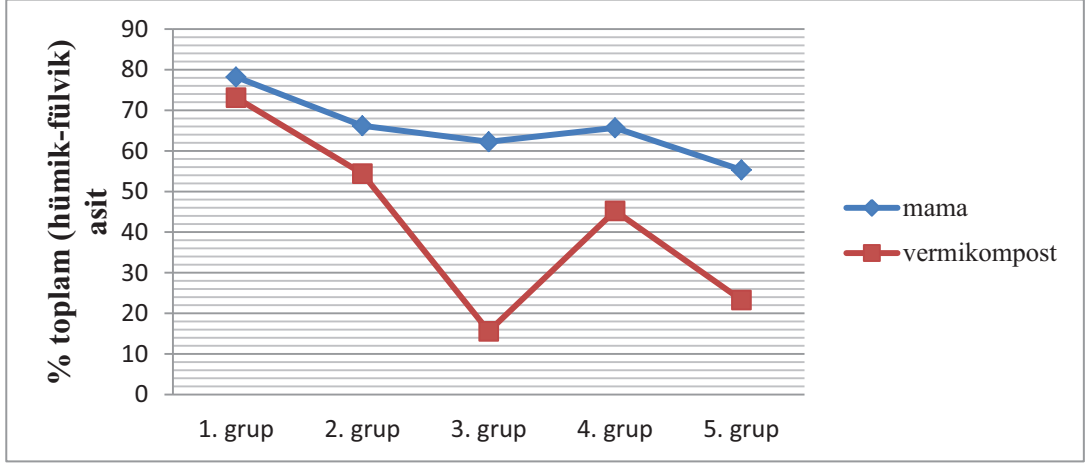
Bu çalışmada Şekil 4.8.'de de görüldüğü gibi mama ve vermikompost gruplarında yosun miktarına bağlı olarak K düzeyinde düzenli bir artış veya düşüş olmamış, tüm gruplardaki K miktarı farklı çıkmıştır.



Şekil 4.8. Mama ve Vermikompost Gruplarının K Miktarları

4.3.6. Mama ve Vermikompost Gruplarının Toplam (Humik-Fülvik) Asit Miktarları

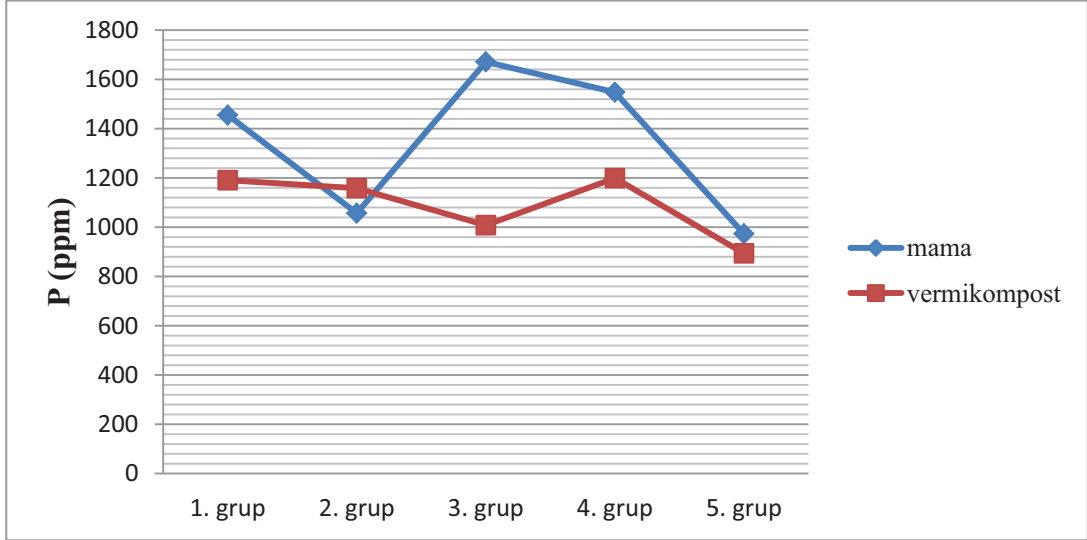
Şekil 4.9.'da da görüldüğü gibi toplam (humik-fülvik) asit miktarları mamanın ve vermikompostun dördüncü grupları hariç düşüş göstermiştir. Bu da kompost edilmiş hayvan gübresinde yosuna oranla daha yüksek miktarda humik-fülvik asit olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.9. Mama ve Vermikompost Gruplarının Toplam Hümik-Fülvik Asit Miktarları

4.3.7. Mama ve Vermikompost Gruplarının Toplam P Miktarları

Toplam fosfor miktarları Şekil 4.10.'da da görüldüğü gibi mama gruplarında yosun oranından bağımsız değişiklik göstermişken, vermikompost gruplarında yosun miktarının artmasıyla dördüncü grup hariç düşüş göstermiştir.



Şekil 4.10. Mama ve Vermikompost Gruplarının Toplam P Miktarları

4.3.8. Mama ve Vermikompost Gruplarının Ağır Metal Düzeyleri

Tablo 4.5.'de de görüldüğü üzere Zn, Ni, Fe, Pb, Cr, Mn, Mg ve Cu elementleri mama kontrol grubunda en yüksek seviyelere çıkmış ve gruplardaki yosun miktarları arttıkça seviyeleri düşmüştür. Bu da bize hayvan gübresinde bu elementlerin kahverengi deniz yosunundan daha yoğun olduğunu göstermektedir. Kalsiyumunun en yüksek olduğu grup vermikompostun beşinci grubu yani yosun miktarının en çok olduğu gruptur. Na miktarının en yüksek olduğu grup ise vermikompostun dördüncü grubu olmuştur. Bu da Na ve Ca alkali metallerin yosun materyalinde daha yüksek miktarda olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra vermikompostlama sırasında solucanların bu metalleri bünyelerinde biriktirerek (Biyoremediasyon) vermikomposttaki ağır metal seviyelerini düşürdükleri gözlenmiştir.

Tablo 4.5. Mama ve Vermikompost Gruplarının Ağır Metal Düzeyleri (ppm)

Gruplar	Zn	Ni	Fe	As	Pb	Cr	Mn
M1	68,18+-0,95^d	10,94+-1,28^c	15371+-429^a	5,38+-0,84 ^{bcde}	5,76+-0,28^d	14,23+-0,41^d	468,55+-28,78^e
M2	47,79+-6,82 ^{abc}	5,28+-1,17 ^{ab}	8906+-1414 ^{bc}	3,85+-0,87 ^{abcd}	5,27+-0,97 ^{bcd}	3,70+-1,56 ^{abc}	293,38+-47,96 ^{bcd}
M3	63,13+-1,71 ^{cd}	8,80+-0,53 ^{bc}	12775+-260 ^{cd}	4,78+-0,18 ^{abde}	4,96+-0,17 ^{bcd}	10,48+-0,73 ^d	364,73+-11,49 ^{cde}
M4	61,50+-5,68 ^{bcd}	7,74+-0,69 ^{bc}	12864+-1108 ^{cd}	6,51+-0,83^{de}	5,43+-0,48 ^{cd}	8,39+-1,58 ^{bcd}	401,55+-21,86 ^{de}
M5	48,98+-7,31 ^{abc}	5,48+-1,30 ^{ab}	8716+-1789 ^{bc}	6,16+-0,91 ^{cde}	4,41+-0,79 ^{abcd}	9,22+-3,27 ^{cd}	289,84+-50,34 ^{bcd}
V1	46,25+-1,84 ^{abc}	3,81+-0,20 ^a	6576+-316 ^{ab}	<u>2,01+-0,17^a</u>	3,65+-0,12 ^{abcd}	2,61+-0,22 ^{ab}	284,00+-14,73 ^{bcd}
V2	46,69+-1,79 ^{abc}	3,68+-0,63 ^a	5795+-231 ^{ab}	3,19+-0,68 ^{abcd}	3,33+-0,05 ^{abc}	2,11+-0,02 ^{ab}	272,16+-4,32 ^{abc}
V3	<u>39,52+-0,30^a</u>	3,28+-0,36 ^a	5079+-399 ^{ab}	2,42+-0,02 ^{ab}	3,33+-0,64 ^{abc}	2,30+-0,21 ^{ab}	229,88+-7,81 ^{ab}
V4	45,90+-1,55 ^{abc}	3,45+-0,26 ^a	5047+-158 ^{ab}	3,75+-0,10 ^{abcd}	2,87+-0,07 ^{ab}	2,58+-0,22 ^{ab}	241,34+-3,11 ^{abc}
V5	42,85+-0,36 ^{abc}	<u>2,48+-0,12^a</u>	<u>3293+-177^a</u>	6,97+-0,54 ^e	<u>2,08+-0,02^a</u>	<u>1,88+-0,22^a</u>	<u>155,40+-1,43^a</u>

Tablo 4.5 (Devami)

Gruplar	Ca	Mg	Na	Cu
M1	9461,09+-226,27 ^{b c}	4264,81+-69,00^c	736,54+-71,96 ^b	28,46+-2,30^d
M2	<u>6003,47+-539,58^a</u>	2719,55+-371,20 ^{a b}	732,48+-91,59 ^b	13,04+-2,37 ^{a b c}
M3	9366,24+-205,67 ^{b c}	4199,27+-112,07 ^c	825,88+-46,74 ^b	18,16+-1,02 ^c
M4	10398,65+-519,16 ^{b c}	4083,24+-126,65 ^c	673,99+-137,34 ^b	17,19+-0,63 ^{b c}
M5	13570,97+-1541,0 ^d	3398,20+-561,74 ^{b c}	<u>14,35+-2,37^a</u>	13,48+-2,43 ^{a b c}
V1	6086,74+-212,74 ^a	2397,20+-91,91 ^{a b}	263,38+-27,92 ^a	11,59+-0,60 ^{a b c}
V2	8136,30+-230,55 ^{a b}	2418,28+-11,73 ^{a b}	121,35+-22,54 ^a	10,14+-0,73 ^a
V3	8183,18+-225,44 ^{a b}	<u>2201,21+-73,14^a</u>	828,32+-12,61 ^b	8,30+-0,31 ^a
V4	11601,76+-147,66 ^{c d}	2664,34+-35,47 ^{a b}	847,19+-27,07^b	10,30+-0,40 ^{a b}
V5	17051,36+-300,22^e	2791,04+-28,06 ^{a b}	637,79+-51,64 ^b	<u>7,37+-0,49^a</u>

BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Katyonların toprakta tutulması ve bunların başka kasyonlarla değiştirilmesi, anyonlara kıyasla daha önemlidir. Çünkü bitki için büyük bir önem taşıyan mineral besin maddelerinin çoğu kasyon halinde tutulmaktadır. Gerçekten Ca, Mg, K, Na, NH₄, Al, Fe, H gibi pozitif yüklü iyonlar, negatif yüklü kolloidal mineral ve organik toprak parçacıklarının yüzeyinde tutulur. Organik parçacıkların negatif yükü -COOH ve -OH gruplarından kaynaklanmaktadır. İnorganik toprak parçacıklarının (kil) negatif yükü ise silis atomlarına bağlı hidroksil gruplarının iyonlaşmasından veya kilin yapısındaki kasyonların başka kasyonlarla yer değiştirmesi sonucu meydana gelen pozitif yük açısından, yani negatif yük fazlasından doğmaktadır. Böylece organik ve mineral kolloidler yüzeyinde meydana gelen negatif yük, toprak çözeltisindeki kasyonları çekerek, bu yük nötrleştirilmiş olur (Çepel, 1988).

Yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında toplam (hümik-fulvik) asit miktarının, mama karışımlarındaki *C. barbata* yosunu miktarı arttıkça ve vermikompostlama sonrası düştüğü görülmüştür. Organik madde miktarı yosun oranındaki artışa bağlı olarak artmış, vermikompostlama sonrasında yine mama gruplarına göre artış göstermiştir. Organik karbon miktarlarının, mama gruplarında birinci ve üçüncü grup hariç istatistiksel olarak farksız olduğu ancak vermikompost gruplarında yosun miktarlarının artmasıyla artış gösterdiği görülmüştür. Kireç miktarları mama gruplarında ikinci ve beşinci grup hariç istatistiksel olarak farksız çıkmış ancak vermikompost gruplarında üçüncü grup hariç yosun miktarının artmasıyla artış göstermiştir. Toplam N miktarlarının mama ve vermikompost gruplarında istatistiksel olarak farksız olduğu görülmüştür. P miktarlarının mama gruplarında yosun miktarından bağımsız değişkenlik gösterdiği görülmüş, vermikompost gruplarında ise beşinci grup hariç istatistiksel olarak farksız çıkmıştır. Yine K miktarlarının mama gruplarında yosun miktarlarından bağımsız değişkenlik göstermiş ancak vermikompost gruplarında üçüncü grup hariç yosun miktarındaki artışla yükseldiği görülmüştür.

Toprak organik maddesi, kimyasal bileşim olarak hem metal olmayan maddeleri (C, H, O, N, S, P), hem de metalleri, özellikle Ca, Mg, K, Na, Cu, Mn, Zn, Al, Fe gibi maddeleri içermektedir. Bunlar belirli kimyasal bileşikler halinde bulunurlar. Fakat organik maddelerin kimyasal yapısı çok karışıktır. Başlıca yapı maddeleri selüloz (% 20 - 50), hemisellüloz (% 10 - 30), ligninler (% 10 - 30), tanen, renkli maddeler, kutin, suberin, yağlar ve mumlar (% 1 - 8), proteinlerdir (% 1 - 15). Organik atıklar toprak içinde ve üstünde, mikroorganizmalar tarafından değişime uğratılarak kendini meydana getiren yapı taşlarına ayrılır. Kimyasal ayrışmanın da birlikte rol oynadığı bu ayrışma aşamasına “humuslaşma” denmektedir. Humuslaşma esnasında bitkisel ve hayvansal atıkların çoğu orijinal strüktürünü kaybederler. Yalnız bitkilerin hücre zarları, lignin ve selüloz gibi maddeler bakımından zengin dokular bu aşamada orijinal strüktürünü korurlar. Toprak organik maddeleri, besin maddesi kaynağı ve iyon adsorpsiyon kompleksi olarak toprakların besin maddesi ekonomisi üzerinde önemli etkilere sahiptir (Çepel, 1988).

Toprakların organik maddesinin küçük bir bölümü, hiç değişmemiş ya da pek az şekil değiştirmiş maddelerden (karbonhidratlar), diğer bölümü ise kuvvetli şekil değiştirmiş koyu renkli, yüksek moleküllü humin maddeleri olarak adlandırılan ürünlerden oluşmaktadır. Humin maddelerine dönüşüm olayı humuslaşma, organik bileşiklerin mikroorganizmalar yardımıyla kısmen mineral maddelerin de açığa çıktığı inorganik bileşiklere ayrıştırılması ise mineralizasyon olarak tanımlanmaktadır (Çepel, 1988).

Daha önce yapılan, domatesin gelişim ve veriminde geleneksel kompost ile vermikompostun karşılaştırılması çalışmasında, bitki gelişiminde bazı farklılıklar belirtilmiştir. Kompost ile vermikompost uygulamalarının bitki gelişiminde yaptığı farklılığın, bitkinin aldığı alınabilir N formunun büyük bir kısmının vermikompostta $\text{NO}_3\text{-N}$ formunda, kompostlarda ise $\text{NH}_4\text{-N}$ formunda salınması sonucu olduğu, bununla oldukça farklı mikrobiyal komüniteleri kullanan vermikompostlama süreci ile kompostlama arasındaki temel farklılıktan kaynaklandığı belirtilmiştir (Atiyah ve ark. 2000). Ayrıca bu çalışmada, domates bitkisinin vermikompost uygulamasında daha fazla gelişim gösterdiği belirtilmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda, organik atıkların vermikompostlanarak topraklara uygulanması sonucu toprakların toplam N

kapsamındaki artışın bu organik atıkların vermikompostlanmadan topraklara uygulanmasına göre daha yüksek olduğu saptanmıştır (Kaushik ve Garg, 2003; Arancon ve ark., 2004).

Yaptıkları çalışmalarda Lavelle ve Martin, 1992 ve Orozco ve ark., 1996 topraklara vermikompost uygulamasının topraklardaki organik C ve besin elementlerinin alınabilir konsantrasyonlarının önemli ölçüde artırılabilirdiğini ortaya koymuşlardır. Yaptıkları çalışmada Kaushik ve Garg (2003) vermikomposttaki organik C miktarının kullanılan organik materyale göre değiştiğini ve vermikompost oluşumu süresince organik C seviyesinde düşüş gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Potasyuma genellikle kumlu topraklarda daha çok ihtiyaç vardır. Bu besin maddesi azot, fosfor, kükürt ve öteki besin maddeleri gibi protoplazma, yağ, vb. bitkisel maddelerin bileşimine girmez, karbonhidrat metabolizması, protein sentezi, birçok enzimlerin aktivitesi gibi fizyolojik rollere sahiptir. Meristem dokularının gelişmesi üzerinde önemli derecede etkilidir. Ayrıca bitkilerin kuraklığa ve bazı hastalıklara karşı dayanıklılığını artırır. K bitkilerde kök sisteminin gelişmesini artırırken, bitkide nişasta ve şeker oluşumunda rol oynar. Bitkinin hastalıklara karşı dayanıklılığını artırır. Danelerin, dolgunluğunu sağlar. K noksanlığında bitkilerde büyüme yavaşlar, yapraklarda kıvrılma ve renk değişimi gözlenir (Çepel, N. 1988).

Bitkinin ilk gelişimi sırasında büyük öneme sahip olan P bitkinin fotosentez yapması, solunumu, enerji depolaması ve transferi, hücre bölünmesi ve büyümesi olaylarında rol oynar. İlk kök oluşumu ve gelişmesini teşvik ederken, meyve ve sebzelerin kalitesini iyileştirir. Tohum oluşumunda etkili olup bitkinin diğer kısımlarına göre tohumdaki miktarı fazladır. Fidelerin daha hızlı gelişmesine yardım edip olgunlaşmayı hızlandırırken, bazı bitkilerde hastalıklara karşı direnç sağlar. Fosfor eksikliğinin ilk belirtisi, gelişimin durmasıdır. P eksikliğinde çiçeklenme ve meyve tutumu azalır (Çepel, 1988).

Bitkiler tarafından çok az miktarlarda alınan, fakat bitki gelişimi için mutlak olarak gerekli bulunan besin maddelerine mikroelementler veya mikro besin maddeleri denmektedir. Bunların başlıcaları molibden, bakır, çinko, mangan, demir, bor, klor,

kobalt, vanadyum'dur. Mikro besin maddeleri hem organik madde üretimi, hem de yeni kimyasal organik maddeler oluşumu için gerekli metabolizma olaylarında önemli rollere sahip bulunmaktadırlar. Örneğin bakır, çinko, mangan, bor, demir bitkilerdeki enzim sisteminde etkilidirler. Ayrıca çinko, bakır ve demir fotosenteze katılmaktadır. Bor ise şekerin fazla polimerize olmasını engelleyecek koruyucu bir fonksiyona sahiptir. Tüm bitkiler için geçerli olmamakla birlikte, birçok bitkinin gelişimi için gerekli olan elementler de vardır. Bunların başlıcaları kalsiyum, magnezyum, potasyum, bor, klorür, kobalt, bakır, demir, mangan, molibden, silisyum, sodyum, vanadyum ve çinkodur. Bunlardan kalsiyum protoplazma fizyolojisi üzerinde önemli rollere sahiptir. Bitki hücrelerinde zehir etkisi yapan okzalik asidi kalsiyumokzalat halinde çöktürerek zararsız hale getirir. Kök ve sürgünlerin büyümesinde etkilidir. Bazı enzimlerin aktif hale geçmesini sağlar. Ayrıca toprakların fiziksel özelliklerini düzeltir ve mikroorganizma aktivitesini artırır. Böylece bitki gelişimi üzerinde doğrudan doğruya ve dolaylı etkilere sahiptir. Magnezyum klorofil, fitik asit ve pektinin yapı taşıdır. Ayrıca enzimlerin aktivitesi için gereklidir. Fotosentez ve bazı önemli fizyolojik süreçler için gerekli olan bir besin maddesidir.

Doğada genellikle karbonat, silikat ve sülfür halinde stabil bileşik olarak veya silikatlar içinde bağlı olarak bulunan kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, civa ve çinko gibi ağır metallerin birikimi sonucunda, toprakta reaksiyonların gerçekleşmemesi, doğada besin elementleri döngüsünün tamamlanamaması gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkmaktadır (Okcu ve ark., 2009). Tarım alanlarında kullanılan atık sular ve çamurlardan, gübrelerden ve inorganik pestisitlerden toprağa ulaşan bu ağır metaller bitkilerin bünyelerinde derişimlerine bağlı olarak birikmektedir (Vural, 1993).

Pattnaik ve Reddy (2012) tarafından yapılan bir çalışmada Pb, Zn, Cd, Cu, ve Mn ağır metallerinin vermikompostlama ile gideriminin önemli ölçüde sağlandığı tespit edilmiştir. Yine Shaymaa ve ark.,(2010) endüstriyel arıtma çamurundan Pb, Ni, Al ağır metallerinin vermikompostlama yöntemi ile giderimini araştırdıkları bir çalışmada bu metallerin gideriminin sırasıyla %97, %86 , %72; oranında sağlandığı sonucuna varmışlardır.

Vermikompostlama sırasında ağır metaller, hümik asitler ve diğer polimerize organik fraksiyonlar içeren kompleksler oluşturur, bu da bitkilere fitotoksik olan ağır metallerin daha düşük düzeyde bulunmasına neden olur (Dominguez ve Edwards, 2004). Vermikompost ilave edilen toprakta, mineral gübre verilen topraktan daha az ağır metal veya nitrat içeriği olan daha kaliteli meyve ve sebzeler üretmiştir (Kolodziej ve Kostecka, 1994).

Tablo 5.1. Tarım Bakanlığı Organik Gübre Ağır Metal Sınırları (23.02.2018 tarih, 30341 sayılı resmi gazete)

Ağır metaller	ppm (mg/kg)
Kadmiyum Cd	3
Bakır Cu	450
Nikel Ni	120
Kurşun Pb	150
Çinko Zn	1100
Civa Hg	5
Krom Cr	350
Kalay Sn	10

Çalışmada elde edilen verilere göre hem mama karışımlarında hem de elde edilen vermikompost gruplarında ağır metal düzeyleri, Tarım Bakanlığı tarafından belirlenen (Tablo 5.1.) organik gübre ağır metal sınırlarının oldukça altında olduğu belirlenmiştir. Bu da bize vermikompostlamanın ve tarım alanlarında bu organik gübrenin kullanılmasının ağır metal kirliliğinin önüne geçebileceğini göstermektedir.

Bitki besin maddeleri açısından bakıldığında solucan maması yapımında kahverengi deniz yosunu *C. barbata* kullanılan bu çalışmadaki tüm vermikompost gruplarının bitki için faydalı olabileceği görülürken, bitkinin yetiştirileceği toprağın özelliklerine göre kullanılması gereken vermikompost grupları farklı olacaktır. Toplam (hümik-

fülvik) asit ve P miktarı düşük olan topraklarda *C. barbata* yosunu olmayan kontrol grubu kullanılması daha uygun olacak iken, organik madde, organik C ve kireç miktarı düşük topraklarda en yüksek (% 43,63) yosun miktarına sahip olan beşinci grup vermikompostun kullanılması daha faydalı olacaktır. N oranı düşük olan topraklarda % 21,81 yosun içeren dördüncü grup vermikompost, K miktarı düşük olan topraklarda en yüksek yosun miktarına sahip olan beşinci grup vermikompostun kullanılması önerilmektedir. Daha kesin bir sonuç alınabilmesi için belirlenecek bir bitki türü ile bir biyodeney yapıp elde edilen vermikompost grupları kullanılarak hangi grubun bitki gelişimini daha fazla desteklediğini tespit etmek uygun olacaktır.



KAYNAKLAR

- Abetz, P. 1980. Seaweed Extracts: Have They a Place in Australian Agriculture or Horticulture? Journal of the Australian Institute of Agricultural Science. 46, 23-29.
- Aira, M., Monroy, F., Dominguez, J. 2007. Earthworms strongly modify microbial biomass and activity triggering enzymatic activities during vermicomposting independently of the application rates of pig slurry. Sci Total Environ. 385:252–261.
- Aira, M., Gómez-Brandón, M., González-Porto, P., Domínguez, J. 2011. Selective reduction of the pathogenic load of cow manure in an industrial-scale continuous-feeding vermireactor. Bioresource Technol. 102:9633–9637.
- Albanell, E., Plaixats, J., Cabrero, T. 1988. Chemical changes during vermicomposting (*Eisenia*) of sheep manure mixed with cotton industrial wastes. Biol Fertil Soils. 6:266–269.
- Altuner, Z. 2010. *Sistematik Botanik-I*, Aktif Yayınevi, İstanbul.
- Arancon, NQ., Edwards, CA., Atiyeh, R., Metzger, JD. 2004. Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. Bioresour Technology. 93:139–144.
- Arancon, NQ., Edwards, CA., Bierman, P., Metzger, JD., Lee, S., Welch, C. 2003. Effects of vermicomposts to tomatoes and peppers grown in the field and strawberries under high plastic tunnels. Pedobiologia. 47:731–735.

- Arancon, NQ., Edwards, CA., Bierman, P., Welch, C., Metzger, JD. 2004. The influence of vermicompost applications to strawberries: Part 1. Effects on growth and yield. *Bioresour Technology*. 93:145–153.
- Arancon, NQ., Edwards, CA., Lee, S. 2002. Proceedings Brighton Crop Protection Conference – Pests and Diseases. Management of plant parasitic nematode populations by use of vermicomposts. 705–716.
- Arancon, NQ., Edwards, CA., Yardim, EN., Oliver, TJ., Byrne, RJ., Keeney, G. 2007. Suppression of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*), mealy bug (*Pseudococcus* sp) and aphid (*Myzus persicae*) populations and damage by vermicomposts. *Crop Protection*. 26:29–39.
- Arancon, NQ., Galvis, PA., Edwards, CA. 2005. Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermicomposts. *Bioresour Technology*. 96:1137–1142.
- Asha, A., Tripathi, AK., Soni, P. 2008. Vermicomposting: A Better Option for Organic Solid Waste Management. *Journal of Human Ecology*. 24:59–64.
- Atiyeh, RM., Dominguez, J., Subler, S., Edwards, CA. 2000. Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia andrei*, Bouché) and the effects on seedling growth. *Pedobiologia*. 44:709–724.
- Atiyeh, RM., Subler, S., Edwards, CA., Bachman, G., Metzger, JD., Shuster, W. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticulture container media and soil. *Pedobiologia*. 44:579–590.
- Atiyeh, RM., Arancon, NQ., Edwards, CA., Metzger, JD. 2000. Influence of earthworm- processed pig manure on the growth and yield of green house tomatoes. *Bioresour Technology*. 75:175–180.
- Bakthvathsalam, R., Ramakrishnan, G. 2004. Culture of earthworm using different organic wastes of agricultural importance. *Environment & Ecology* 22 (Spl-2):386-391.

- Bansal, S., Kapoor, KK. 2000. Vermicomposting of crop residues and cattle dung with *Eisenia fetida*. *Bioresour Technology*. 73:95–98.
- Banu, JR., Logakanthi, S., Vijayalakshmi, GS. 2001. Biomanagement of paper mill sludge using an indigenous (*Lampito mauritii*) and two exotic (*Eudrilus eugineae* and *Eisenia fetida*) earthworms. *Journal of Environmental Biology*. 22:181–185.
- Bashford, L. A., Thomas R.S., Woodman, F.N. 1950. Manufacture from brown marine algae. *Journal of the Society of Chemical Industry*, 69: 337–343.
- Benitez, E., Nogales, R., Elvira, C., Masciandaro, G., Ceccanti, B. 1999. Enzymes activities as indicators of the stabilization of sewage sludges composting by *Eisenia fetida*. *Bioresour Technol*. 67:297–303.
- Bhatnagar, RK., Palta, RK. 1996. Earthworm-Vermiculture and Vermicomposting. New Delhi: Kalyani Publishers;
- Binet, F., Fayolle, L., Pussard, M. 1998. Significance of earthworms in stimulating soil microbial activity. *Biology and Fertility of Soils*. 27:79–84.
- Blok, WJ., Lamers, JG., Termoshuizen, AJ., Bollen, GJ. 2000. Control of soil-borne plant pathogens by incorporating fresh organic amendments followed by tarping. *Phytopathology*. 90:253–259.
- Buckerfield, JC. 1998. Earthworm are indicators of sustainable production. 6th international symp. Earthworm Ecol. Vigo, Spain, 95.
- Butt, KR. 1993. Utilization of solid paper mill sludge and spent brewery yeast as a feed for soil dwelling earthworms. *Bioresour Technology*. 44:105–107.
- Chan, LPS., Griffiths, DA. 1988. The vermicomposting of pretreated pig manure. *Biological Wastes*. 24:57–69.
- Chaoui, H., Edwards, CA., Brickner M., Lee, S., Arancon, N. 2002. Suppression of the plant diseases, *Pythium* (damping off), *Rhizoctonia* (root rot) and

- Verticillium (wilt) by vermicomposts. Proceedings of Brighton Crop Protection Conference – Pests and Diseases. II(8B-3):711–716.
- Cotxarrera, L., Trillas-Gayl, MI., Steinberg, C., Alabouvette, C. 2002. Use of sewage sludge compost and *Trichoderma asperellum* isolates to suppress *Fusarium wilt* of tomato. *Soil Biol Biochem.* 34:467–476.
- Çakı, Z. 2009. Ege Denizi Kıyılarında Bulunan Bazı Makro Alg Türlerinin Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitelerinin Saptanması. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Pp. 119, Manisa.
- Çepel, N. 1988. Orman Toraklarının Karakteristikleri, Toprakların Oluşumu, Özellikleri Ve Ekolojik Bakımdan Değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 389; 188-195
- Dominguez, J., Edwards, CA., Webster, M. 2000. Vermicomposting of sewage sludge: effects of bulking materials on the growth and reproduction of the earthworm *Eisenia andrei*. *Pedobiologia.* 44:24–32.
- Dominguez, J., Edwards, CA. 2004. Vermicomposting organic wastes: A review. In: Shakir Hanna SH, Mikhail WZA, editors. *Soil Zoology for sustainable Development in the 21st century.* 369–395.
- Doube, BM., Stephens, PM., Davorena, CW., Ryderb, MH. 1994. Interactions between earthworms, beneficial soil microorganisms and root pathogens. *Appl Soil Ecol.* 1:3–10.
- Edwards, CA. 1988. Breakdown of animal, vegetable and industrial organic wastes by earthworms. In: Edwards CA, Neuhauser EF, editors. *Earthworms in Waste and Environmental Management* SPB. Netherlands: The Hague. 21–31.
- Edwards, CA. 1998. The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes. In: Edwards CA, editor. *Earthworm Ecology.* Boca Raton: CRC Press. 327–354.

- Edwards, CA., Arancon, NQ., Bennett, MV., Askar, A., Keeney, G., Little B. 2010. Suppression of green peach aphid (*Myzus persicae*) (Sulz.), citrus mealybug (*Planococcus citri*) (Risso), and two spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) (Koch.) attacks on tomatoes and cucumbers by aqueous extracts from vermicomposts. *Crop Prot.* 29:80–93.
- Edwards, CA., Arancon, NQ., Bennett, MV., Askar, A., Keeney, G. 2010. Effect of aqueous extracts from vermicomposts on attacks by cucumber beetles (*Acalymna vittatum*) (Fabr.) on cucumbers and tobacco hornworm (*Manduca sexta*) (L.) on tomatoes. *Pedobiologia.* 53:141–148.
- Edwards, CA., Arancon, NQ., Emerson, E., Pulliam, R. 2007. Suppressing plant parasitic nematodes and arthropod pests with vermicompost teas *Biocycle.*; pp. 38–39.
- Edwards, CA., Arancon, NQ. 2004. Vermicomposts suppress plant pest and disease attacks. *BioCycle.* 45:51–53.
- Edwards, CA., Boglen, PJ. 1996. *Biology and Ecology of earthworms*, 3rd Edition, Chapman and Hall publication, 2-6 Boundary Row London, UK, 202-217.
- Edwards, CA., Bohlen, PJ. 1996. *Biology and Ecology of earthworms*. London: Chapman and Hall; p. 426.
- Edwards, CA., Burrows, I. 1988. The potential of earthworm composts as plant growth media. In: Edwards CA, Neuhauser E, editors. *Earthworms in Waste and Environmental Management*. The Hague: SPB Academic Press; pp. 21–32.
- Edwards, CA., Dominguez, J., Arancon, NQ. 2004. The influence of vermicomposts on pest and diseases. In: Shakir Hanna SH, Mikhail WZA, editors. *Soil Zoology for Sustainable Development in the 21st century*. pp. 397–418.
- Edwards, CA., Neuhauser, EF. 1988. *Earthworms in waste and environmental management*.

- Elmer, WH. 2009. Influence of earthworm activity on soil microbes and soilborne diseases of vegetables. *Plant Dis.* 93:175–179.
- Elvira, C., Dominguez, J., Sampedro, L., Mato, S. 1995. Vermicomposting for the pulp industry. *Biocycle.* 36:62–63.
- Elvira, C., Sampedro, L., Benítez, E., Nogales, R. 1998. Vermicomposting of sludges from paper mill and dairy industries with *Eisenia andrei*: a pilot-scale study. *Bioresour Technol.* 63:205–211.
- Fracchia, L., Dohrmann, AB., Martinotti, MG., Tebbe, CC. 2006. Bacterial diversity in a finished compost and vermicompost: differences revealed by cultivation independent analyses of PCR-amplified 16S rRNA genes. *Appl Microbiol Biotechnol.* 71:942–952.
- Gajalakshmi, S., Ramasamy, EV., Abbasi, SA. 2001. Assessment of sustainable vermiconversion of water hyacinth at different reactor efficiencies employing *Eudrilus engeniae* Kingburg. *Bioresour Technol.* 80:131–135.
- Gajalakshmi, S., Ramasamy, EV., Abbasi, SA. 2002. Vermicomposting of paper waste with the anecic earthworm *Lampito mauritii* Kingburg. *Indian J Chem Technol.* 9:306–311.
- Gandhi, M., Sangwan, V., Kapoor, KK., Dilbaghi, N. 1997. Composting of household wastes with and without earthworms. *Environ Ecol.* 15:432–434.
- Garcia, C., Hernandez, T., Costa, F. 1997. Potential use of dehydrogenase activity as an index of microbial activity in degraded soils. *Commun Soil Sci Plant Anal.* 28:123–134.
- Garg, P., Gupta, A., Satya, S. 2006. Vermicomposting of different types of waste using *Eisenia fetida*: a comparative study. *Bioresour Technol.* 97:391–395.
- Goldstein, J. 1998. Compost suppresses diseases in the lab and fields. *BioCycle.* 39:62–64.

- Gunadi, B., Blount, C., Edward, CA. 2002. The growth and fecundity of *Eisenia fetida* (Savigny) in cattle solids pre-composted for different periods. *Pedobiologia*. 46:15–23.
- Gunathilagraj, K., Ravignanam, T. 1996. Vermicomposting of sericulture wastes. *Madras Agricultural Journal*. 83:455–457.
- Haritha, DS., 2009. Vijayalakshmi, K., Pavana, JK., Shaheen, SK., Jyothi, K., Surekha Rani, M. Comparative assessment in enzyme activities and microbial populations during normal and vermicomposting. *Journal of Environmental Biology*. 30:1013–1017.
- Hartenstein, R., Neuhauser, EF., Kaplan, DL. 1979. Reproductive potential of the earthworm *Eisenia fetida*. *Oecologia*. 43:329–340.
- Hartenstein, R., Bisesi, MS. 1989. Use of earthworm biotechnology for the management of effluents from intensively housed livestock. *Outlook Agri* 18:72-76.
- Hashemimajd, K., Kalbasi, M., Golchin, A., Shariatmadari, H. 2004. Comparison of vermicompost and composts as potting media for growth of tomatoes. *J Plant Nutr*. 27:1107–1123.
- Hoitink, HA., Kuter, GA. 1986. Effects of composts in growth media on soil-borne pathogens. In: Chen Y, Avnimelech Y, editors. *The role of organic matter in modern agriculture*. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers; pp. 289–306.
- Hoitink, HA., Stone, AG., Han, DY. 1997. Suppression of plant diseases by compost. *Hort Sci*. 32:184–187.
- Holtzclaw, KM., Sposito, G. 1979. Analytical properties of the soluble metal-complexing fractions in sludge-soil mixtures. IV. Determination of carboxyl groups in fulvic acid. *Soil Sci Soc Am J*. 43:318–323.

- Kale, RD., Bano, K., Satyavathi, GP. 1991. Influence of vermicompost application on growth and yield of cereals, vegetables and ornamental plants. Final report on Karnataka State Coun. Sci. Technol. Project. No.67- 04/Vermi34B (3478).
- Kale, RD., Mallesh, BC., Bano, K., Bagyaray, DJ. 1992. Influence of vermicompost application on the available macronutrients and selected microbial populations in paddy field. *Soil Biol Biochem.* 24:1317–1320.
- Kalembasa, D. 1996. The influence of vermicomposts on yield and chemical composition of tomato. *Zesz Probl Post Nauk Roln.* 437:249–252.
- Kannangowa, T., Utkhede, RS., Paul, JW., Punja, ZK. 2000. Effect of mesophilic and thermophilic composts on suppression of *Fusarium* root and stem rot of greenhouse cucumber. *Canad J Microbiol.* 46:1021–1022.
- Kaushik, P., Garg, V.K. 2003. Vermicomposting of mixed solid textile mill sludge and cow dung with epigeic earthworm *Eisenia fetida*, *Bioresource Technology*, 90, 311-316.
- Kolodziej, M., Kostecka, J. 1994. Some qualitative features of the cucumbers and carrots cultivated on the vermicompost. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej W Krakowie.* 292:89–94.
- Kostecka, J., Blazej, JB., Kolodziej, M. 1996. Investigations on application of vermicompost in potatoes farming in second year of experiment. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej W Krakowie.* 310:69–77.
- Kuter, GA., Nelson, GB., Hoitink, HA., Madden, LV. 1983. Fungal population in container media amended with composted hardwood bark suppressive and conductive to *Rhizoctonia* damping-off. *Phytopathology.* 73:1450–1456.
- Lazarovits, G., Tenuta, M., Conn, KL., Gullino, ML., Katan, J., Matta, A. 2000. Utilization of high nitrogen and swine manure amendments for control of soil-borne diseases: efficacy and mode of action. *Acta Hortic.* 5:559–564.

- Lazcano, C., Gomez-Brandon, M., Dominguez, J. 2008. Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. *Chemosphere*. 72:1013–1019.
- Lavelle, P., Martin, A., 1992. Small-scale and large-scale effects of endogeic earthworms on soil organic matter dynamics in soils of the humid tropics. *Soil Biology and Biochemistry* 24, 1491-1498.
- Maheswarappa, HP., Nanjappa, HV., Hegde, MR. 1999. Influence of organic manures on yield of arrowroot, soil physico-chemical and biological properties when grown as intercrop in coconut garden. *Ann Agr Res*. 20:318–323.
- Makulec, G. 2002. The role of *Lumbricus rubellus* Hoffm. In determining biotic and abiotic properties of peat soils. *Pol J Ecol*. 50:301–339.
- Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B., Grego, S. 2000. Influence of organic and mineral fertilisers on soil biological and physical properties. *Bioresour Technol*. 72:9–17.
- Mitchell, A. 1997. Production of *Eisenia* and vermicompost from feed-lot cattle manure. *Soil Biol Biochem*. 29:763–766.
- Mitchell, MJ., Hornor, SG., Abrams, BI. 1980. Decomposition of sewage sludge in drying beds and the potential role of the earthworm, *Eisenia fetida*. *J Environ Qual*. 9:373–378.
- Nakasone, AK., Bettiol, W., de Souza, RM. 1999. The effect of water extracts of organic matter on plant pathogens. *Summa Phytopathology*. 25:330–335.
- Nardi, S., Dell'Agnola, G., Nuti, PM. 1983. Humus production from farmyard wastes by vermicomposting. *Proc. Int. Symp. On Agricultural and Environmental Prospects in Earthworm Farming*. 87–94.
- Ndegwa, PM., Thompson, SA., Das, KC. 2000. Effects of stocking density and feeding rate on vermicomposting of biosolids. *Bioresour Technol*. 71:5–12.

- Neuhauser, EF., Kalpan, DL., Malecki, MR., Hartenstein, R. 1980. Materials supportive of weight gain by the earthworm *Eisenia* in waste conservation system. *Agric.Wastes* 2: 43-60.
- Okcu, M., Tozlu, E., Kumlay, A.M., Pehlivan, M., 2009. Ağır Metallerin Bitkiler Üzerine Etkileri. *Alinteri Zirai Bilimler Dergisi*, 17:14-26.
- Orfanidis, S., Panayotidis, P., Stamatis, N. 2001. Ecological evaluation of transitional and coastal waters: A marine benthic macrophytes-based model. *Journal of Ecological Indicators*, 3 (1): 27–33
- Orozco, FH., Cegarra, J., Trujillo, LM., Roig, A. 1996. Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia* : effects on C and N contents and the availability of nutrients. *Biology and Fertility of Soils*. 22:162–166.
- Öztürk, M., 2017. Hayvan Gübresinden Ve Atıklardan Kompost Üretimi Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ANKARA
- Parthasarathi, K., Ranganathan, LS. 1998. Pressmud vermicast are hot spots of fungi and bacteria. *Ecol Environ Cons.* 4:81–86.
- Pattnaik, S., Reddy, M.V. 2012. Remediation of heavy metals from urban waste by vermicomposting using earthworms: *Eudrilus eugeniae*, *Eisenia fetida* and *Perionyx excavatus*. *International Journal of Environment and Waste Management*, 10(2):284-296.
- Petrova-Karadzhova, V., 1967. Algae of Black sea – feedstock for a new industry here. *Fish Agriculturae*, 2 (Bg).
- Pitt, D., Tilston, EL., Groenhof, AC., Szmidt, RA. 1998. Recycled organic materials (ROM) in the control of plant disease. *Acta Hortic.* 469:391–403.
- Raguchander, T., Rajappan, K., Samiyappan, R. 1998. Influence of biocontrol agents and organic amendments on soybean root rot. *Int J Trop Agri.* 16:247–252.

- Reeh, U. 1992. Influence of population densities on growth and reproduction of the earthworm *Eisenia andrei* on pig manure. *Soil Biol Biochem.* 24:1327–1331.
- Riffaldi, R., Levi-Minzi, R. 1983. Osservazioni preliminari sul ruolo dell *Eisenia fetida* nell'umificazione del letame. *Agrochimica.* 27:271–274.
- Rodriguez, JA., Zavaleta, E., Sanchez, P., Gonzalez, H. 2000. The effect of vermicomposts on plant nutrition, yield and incidence of root and crown rot of gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolus) *Phytopathology.* 35:66–79.
- Scheuerell, SJ., Sullivan, DM., Mahaffee, WF. 2005. Suppression of seedling damping-off caused by *Pythium ultimum*, and *Rhizoctonia solani* in container media amended with a diverse range of Pacific Northwest compost sources. *Phytopathology.* 95:306–315.
- Sharma, S., Pradhan, K., Satya, S., Vasudevan, P. 2005. Potentiality of earthworms for waste management and in other uses - A Review. *The Journal of American Science.* 1:4–16.
- Sharpley, AN., Syers, JK. 1976. Potential role of earthworm casts for the phosphorous enrichment of runoff waters. *Soil Biol Biochem.* 8:341–346.
- Shaymaa, M., Ahmed, H., Norli, I., Morad, N., Mahamad Hakimi, I. 2010. Removal of Aluminium, Lead and Nickel From Industrial Sludge Via Vermicomposting Process. *World Applied Sciences Journal*,10(11):1296-1305.
- Shi-wei, Z., Fu-zhen, H. 1991. The nitrogen uptake efficiency from ¹⁵N labeled chemical fertilizer in the presence of earthworm manure (cast) In: Veeresh GK, Rajagopal D, Viraktamath CA, editors. *Advances in Management and Conservation of Soil Fauna*. New Delhi: Oxford and IBH publishing Co; pp. 539–542.
- Singh, R., Sharma, RR., Kumar, S., Gupta, RK., Patil, RT. 2008. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) *Bioresour Technol.* 99:8507–8511.

- Singh, UP., Maurya, S., Singh, DP. 2003. Antifungal activity and induced resistance in pea by aqueous extract of vermicompost and for control of powdery mildew of pea and balsam. *J Plant Dis Protect.* 110:544–553.
- Singleton, DR., Hendrix, PF., Coleman, DC., Whitman, WB. 2003. Identification of uncultured bacteria tightly associated with the intestine of the earthworm *Lumbricus rubellus* (Lumbricidae; Oligochaeta) *Soil Biol Biochem.* 35:1547–1555.
- Sinha, RK., Herat, S., Valani, D., Chauhan, K. 2009. Vermiculture and sustainable agriculture. *Am-Euras J Agric and Environ Sci, IDOSI Publication.* 5:1–55.
- Soyergin, S., 2003. Organik Tarımda Toprak Verimliliğinin Korunması, Gübreler Ve Organik Toprak İyileştiricileri: Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü
- Stone, AG., Scheurell, SJ., Darby, HM. 2004. Suppression of soilborne diseases in field agricultural systems: organic matter management, cover cropping and other cultural practices. In: Magdoff F, Weil, editors. *Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture*. Boca Raton: CRC Press LLC; 131–177.
- Subler, S., Edwards, CA., Metzger, PJ. 1998. Comparing vermicomposts and composts. *Biocycle.* 39:63–66.
- Suhane, RK. 2007. Vermicompost. Pusa: Publication of Rajendra Agriculture University;
- Szcech, M., Rondomanski, W., Brzeski, MW., Smolinska, U., Kotowski, JF. 1993. Suppressive effect of a commercial earthworm compost on some root infecting pathogens of cabbage and tomato. *Biol Agric and Hortic.* 10:47–52.
- Szcech, MM. 1999. Suppressiveness of vermicomposts against fusarium wilt of tomato. *J Phytopathology.* 147:155–161.
- Tajbakhsh, J., Abdoli, MA., Mohammadi Goltapeh, E., Alahdadi, I., Malakouti, MJ. 2008. Trend of physico-chemical properties change in recycling spent

- mushroom compost through vermicomposting by epigeic earthworms *Eisenia fetida* and *E. andrei*. *J Agric Technol.* 4:185–198.
- Tiquia, SM. 2005. Microbiological parameters as indicators of compost maturity. *J Appl Microbiol.* 99:816–828.
- Trevors, JT. Dehydrogenase activity in soil. A comparison between the INT and TTC assay. 1984. *Soil Biol Biochem.* 16:673–674.
- Venter, JM., Reinecke, A. 1988. Sublethal ecotoxicological studies with the earthworm *E. fetida* (Lumbricidae), in earthworms in Waste and Environmental Management, SPB Acad.Publ., The Hague, the Netherlands. 337-354.
- Viljoen, SA., Reinecke, AJ. 1994. The life cycle and reproduction of *Eudrilus eugeniae* under controlled environmental conditions. *Mitt Hamb. Zool. Mus. Inst* 89:149-157.
- Vivas, A., Moreno, B., Garcia-Rodriguez, S., Benitez, E. 2009. Assessing the impact of composting and vermicomposting on bacterial community size and structure, and functional diversity of an olive-mill waste. *Bioresour Technol.* 100:1319–1326.
- Vural, H., 1993. Ağır Metal İyonlarının Gıdalarda Oluşturduğu Kirlilikler. *Çevre Dergisi*, 8:3-8.
- Weltzien, HC. 1989. Some effects of composted organic materials on plant health. *Agric Ecosyst Environ.* 27:439–446.
- Wilson, DP., Carlile, WR. 1989. Plant growth in potting media containing worm-worked duck waste. *Acta Hortic.* 238:205–220.
- Yasir, M., Aslam, Z., Kim, SW., Lee, SW., Jeon, CO., Chung, YR. 2009. Bacterial community composition and chitinase gene diversity of vermicompost with antifungal activity. *Bioresour Technol.* 100:4396–4403.

Zhang, BG., Li, GT., Shen, TS., Wang, JK., Sun, Z. 2000. Changes in microbial biomass C, N, and P and enzyme activities in soil incubated with the earthworms *Metaphire guillelmi* or *Eisenia fetida*. Soil Biol Biochem. 32:2055–2062.



ÖZGEÇMİŞ

Köksal Duran 1982 yılında Giresun'un Espiye ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Yağlıdere'de tamamladı. 1999 yılında Giresun Anadolu Öğretmen Lisesi'nden mezun oldu. 2012 yılında başladığı Ordu Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nü 2015 yılında bitirdi. 2015 yılında Giresun Üniversitesi Genel Biyoloji Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.

