

**EVSEL VE ENDÜSTRİYEL ARITMA ÇAMURLARININ
TOPRAK SOLUCANLARI İLE KOMPOSTLANMASI VE
VERMİKOMPOST KALİTESİNİN BELİRLENMESİ**

Seyhan AKYURT

Yüksek Lisans Tezi

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Füsun EKMEKYAPAR

2018

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EVSEL VE ENDÜSTRİYEL ARITMA ÇAMURLARININ
TOPRAK SOLUCANLARI İLE KOMPOSTLANMASI VE VERMİKOMPOST
KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

SEYHAN AKYURT

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: Doç. Dr. Füsun EKMEKYAPAR

TEKİRDAĞ-2018

Her hakkı saklıdır.

Doç. Dr. Füsün EKMEKYAPAR danışmanlığında, Seyhan AKYURT tarafından hazırlanan “Evsel Ve Endüstriyel Arıtma Çamurlarının Toprak Solucanları İle Kompostlanması ve Vermikompost Kalitesinin Belirlenmesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Doç. Dr. Füsün EKMEKYAPAR *İmza :*

Üye : Prof. Dr. Süreyya Meriç PAGANO *İmza :*

Üye : Doç. Dr. Atakan ÖNGEN *İmza :*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

EVSEL VE ENDÜSTRİYEL ARITMA ÇAMURLARININ TOPRAK SOLUCANLARI İLE KOMPOSTLANMASI VE VERMİKOMPOST KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

Seyhan AKYURT

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Füsun EKMEKYAPAR

Açık deneme koşullarında 3000 g'lık kompostlama kaplarında yürütülen bu çalışmada; evsel ve endüstriyel nitelikli arıtma çamurları, toprak solucanları (*Eisenia fetida*) ile inkübasyona tabi tutularak vermikompost üretilmiştir. Bu amaçla; evsel ve endüstriyel nitelikli arıtma çamurları ahır gübresi ile % 0 (kontrol), %5 (150 g), %10 (300 g), %15 (450), %20 (600 g) miktarlarda inkübasyona bırakılmıştır. 90 günlük inkübasyon süresince 1. gün, 30. gün, 60. gün ve 90. gün elde edilen vermikomposttan numune alımı yapılarak pH, elektriksel iletkenlik (EC), nem, toplam azot (TN), toplam organik karbon (TOC) ve C/N kalite parametrelerinin değişimi izlenmiştir. Araştırma sonuçları incelendiğinde vermikompost kalite parametreleri bakımından evsel ve endüstriyel çamurlar arasında istatistiksel farklılık ($P<0.05$) gözlenmiştir. Uygulama dozları arasında önemli bir farklılık saptanmaz iken, inkübasyon süreleri arasındaki fark önemli bulunmuştur. Her iki çamurda ortalama pH, EC, Nem, TOC sınır değerler arasında olup, TN ve C/N sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur. Buna göre, en düşük C/N oranı %15 evsel çamur uygulamasında, en yüksek C/N oranı ise %20 evsel çamur uygulamasında görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Arıtma Çamurları, Kompost, Vermikompost, *Eisenia fetida*

2018, 48 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

COMPOSTING OF DOMESTIC AND INDUSTRIAL SLUDGE BY SOIL WORMS AND DETERMINATION OF VERMICOMPOST QUALITY

Seyhan AKYURT

Namık Kemal University in Tekirdağ
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Füsün EKMEKYAPAR

In this study, carried out in 3000 g composting containers under open test conditions, domestic and industrial sewage sludge were incubated by soil worms (*Eisenia fetida*) and vermicompost was produced. For this purpose; domestic and industrial sewage sludge were incubated with manure at 0% (control), 5% (150 g), 10% (300 g), 15% (450), 20% (600 g) amounts. The change in quality parameters was monitored such as pH, electrical conductivity (EC), humidity, total nitrogen (TN), total organic carbon (TOC) and C/N by taking samples from the vermicomposts obtained on day 1, day 30, day 60 and day 90 during the times of incubation. When the results of study were examined, statistical difference ($P < 0.05$) was observed between vermicompost quality parameters and domestic/industrial sludge. While there was no significant difference between the administration doses, the difference between the incubation times was found to be significant. The mean values of pH, EC, humidity, TOC in both sludge were limit values and TN, C/N were found above limit values. Accordingly, the lowest C/N was observed in 15% domestic sludge application and the highest C/N was observed in 20% domestic sludge application.

Keywords: Sewage Sludges, Vermicompost, *Eisenia fetida*

2018, 48 pages

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	v
ŞEKİL DİZİNİ	vi
SİMGELER DİZİNİ	vii
ÖNSÖZ	viii
1.GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Anlam Ve Önemi	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Toprak Solucanları İle İlgili Yapılan Çalışmalar	4
2.2. Ahır Gübresi İle İlgili Yapılan Çalışmalar	6
2.3. Vermikompost İle İlgili Yapılan Çalışmalar	9
3. MATERYAL YÖNTEM	14
3.1. Materyal.....	14
3.1.1. Araştırma Yapılan Ortamın Özellikleri	14
3.1.2. Araştırmada Kullanılan Toprak Solucanlarının Özellikleri.....	15
3.1.3. Araştırmada Kullanılan Ahır Gübresinin Özellikleri	17
3.1.4. Araştırmada Kullanılan Arıtma Çamurlarının Özellikleri.....	18
3.1.5. Deneme Deseni.....	20
3.2. Yöntem	21
3.2.1. Deney Düzeneklerinin Kurulması ve Yürütülmesi	21
3.2.2. Ahır Gübresinin Analize Hazırlanması	23
3.2.3. Arıtma Çamurlarının Analize Hazırlanması.....	23
3.2.4. Kompost Numunelerinin Analize Hazırlanması.....	23
3.2.4.1. Eluat Hazırlama	24
3.2.4.2. pH Analizi	24
3.2.4.3. EC Analizi	24
3.2.4.4. Nem Analizi.....	24
3.2.4.5. Azot Analizi.....	24

3.2.4.6. TOC Analizi	24
3.2.4.7. C/N Analizi.....	25
3.2.5. İstatistiksel Analiz Yöntemi	25
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	26
4.1. ARITMA ÇAMURU ANALİZ SONUÇLARI.....	26
4.2. Vermikompost Analiz Sonuçları	27
4.2.1. Evsel ve endüstriyel arıtma çamurlarının üretilen vermikompost kalitesi üzerine etkisi	27
4.2.2. İnkübasyon Süresinin Üretilen Vermikompost Kalitesi Üzerine Etkisi.....	30
4.2.2.1. Evsel çamur	30
4.2.2.2. Tekstil çamuru	33
4.2.3. Çamur dozlarının üretilen vermikompost kalitesi üzerine etkisi.....	35
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	40
6. KAYNAKLAR.....	43
ÖZGEÇMİŞ	48

ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1: Ahır Gübresi (A.G) Laboratuar Sonuçları.....	18
Çizelge 3.2: Evsel Çamur (E.Ç) Analiz Sonuçları	18
Çizelge 3.3: Tekstil Çamur (T.Ç) Analiz Sonuçları	19
Çizelge 4.1: Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik Ek-2 Atık Kabul Kriterlerine Göre Arıtma Çamurlarının Tehlike Sınıfı.....	26
Çizelge 4.2: : Evsel Ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik Ek-Ia Da Belirtilen Topraktaki Ağır Metal Sınır Değerleri.....	27
Çizelge 4.3: Evsel Ve Endüstriyel Arıtma Çamurlarının Vermikompost Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi (Bağımsız Örneklem T Testi Sonuçları).....	28
Çizelge 4.4: İnkübasyon Süresinin Evsel Çamur İle Üretilen Vermikompost Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi (Kruskal-Wallis Testi Sonuçları).....	31
Çizelge 4.5: İnkübasyon Süresinin Tekstil Çamur İle Üretilen Vermikompost Üzerine Etkisi (Kruskal-Wallis Testi Sonuçları).....	34
Çizelge 4.6: Evsel Çamur Dozunun Üretilen Vermikompost Kalitesi Üzerine Etkisi (Kruskal-Wallis Testi Sonuçları).....	36
Çizelge 4.7: Tekstil Çamur Dozunun Üretilen Vermikompost Kalitesi Üzerine Etkisi (Kruskal-Wallis Testi Sonuçları).....	38

ŞEKİL DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1: Kompostlama Kabı.....	14
Şekil 3.2: Evsel Ve Endüstriyel Arıtma Çamuru Kompost Kapları	15
Şekil 3.3: <i>Eisenia Fetida</i> (Kırmızı Kalifornia Solucanı) Anatomisi (Anonim 2018-5)	16
Şekil 3.4: Solucan Yumurtası (Anonim 2018-6)	17
Şekil 3.5: Ahır Gübresi (A.G) Ve Arıtma Çamuru (A.Ç) Kompostlama Aşaması	21
Şekil 3.6: Deneme Deseninin Temsili Yapısı.....	22
Şekil 3.7: Numune Alma Noktaları	23
şekil 4.1: Evsel Ve Endüstriyel Arıtma Çamurlarının Vermikompost Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi.....	30
Şekil 4.2: İnkübasyon Süresinin Evsel Çamur İle Üretilen Vermikompost Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi.....	33
Şekil 4.3: İnkübasyon Süresinin Tekstil Çamuru İle Üretilen Vermikompost Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi	35
Şekil 4.4: Çamur Dozlarının Üretilen Vermikompost Kalitesi Üzerine Etkisi	37

SİMGELER DİZİNİ

AÇ	: Arıtma Çamuru
E.Ç	: Evsel Çamur
T.Ç	: Tekstil Çamur
AG	: Ahır Gübresi
USEPA	: United States Environmental Protection Agency
PTE	: Potansiyel Toksik Element
Kokon	: Solucan Yavrusu Yumurtası
EC	: Elektriksel İletkenlik
pH	: Hidrojen İyonu Potansiyeli
TN	: Toplam Azot
TOC	: Toplam Organik Karbon
C/N	: Karbon/Azot oranı
NO ₃ -N	: Nitrat-Azot
C	: Karbon
H	: Hidrojen
O	: Oksijen
N	: Azot
P	: Fosfor
S	: Kükürt
K	: Potasyum
Na	: Sodyum
Ca	: Kalsiyum
Cu	: Bakır
Mn	: Magnezyum
Zn	: Çinko
Mg	: Magnezyum
Fe	: Demir
Pb	: Kurşun

ÖNSÖZ

Bilimsel çalışmaları sevmemde katkısı olan ve beni bu yolda ilerlerken her zaman her konuda destekleyen geniş bilgi birikimini, yol göstericiliğini ve tecrübelerini esirgmeden benimle paylaşan değerli hocam Sayın Doç. Dr. Füsün EKMEKYAPAR'a,

Yüksek Lisans Tezimi gerçekleştirmem için bana referans olan Moroğlu Geri Dönüşüm ailesine, numune alımında bana desteklerini esirgemeyen Embosan Emprime Boya San. ve Tic. A.Ş. ailesine ve Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi'ne,

Eğitim ve öğretim hayatımın her aşamasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, bu günlere gelmemi sağlayan sevgili annem Asiye TAVACI'ya,

Tez çalışmamda maddi manevi desteğiyle her zaman yanımda olan sevgili eşim Özkan AKYURT'a,

Tez çalışmamda bana desteklerini esirgemeyen ve her daim yanımda olan arkadaşım Cemre Görmüş'e,

En içten teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2018

Seyhan AKYURT
(Çevre Mühendisi)

1.GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Anlam Ve Önemi

Dünya nüfusunun hızlı artışına paralel olarak atıkların bertaraf edilmesi amacıyla kurulan atık su arıtma tesisi sayısı da hızla artmaktadır. Arıtma tesisi sayısı arttıkça arıtma çamuru miktarlarında da büyük artış gözlenmekte olup arıtma çamurlarının çevreye zarar vermeyecek şekilde bertaraf edilmesi gerekmektedir.

Arıtma çamurları üretim kaynağına göre evsel (kentsel) ve endüstriyel arıtma çamuru olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Sanayinin gelişmesi sonucu endüstriyel üretimin artması çevre kirliliğinin oluşmasını kaçınılmaz hale getirmektedir. Evsel ve endüstriyel arıtma çamurlarının toprakta kullanılması ve böylece hem bitki gelişimini hem de toprak verimini artıran temel elementlerin arıtma çamurlarıyla sağlanması konusunda çalışmalar devam etmektedir.

Son zamanlarda popüler olan solucanlarla vermikompost üretimi, ekonomik açıdan kârlı olmasına ilave olarak organik atıkların toprak solucanları yardımıyla (toprak solucanlarının sindirim sistemlerinden geçerek) bitkiler tarafından kullanılabilir forma dönüşümüne katkıda bulunmaktadır.

Günümüzde bitkisel üretimin artırılması ve toprak verimliliğinin sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla gübre kullanımını kaçınılmaz hale gelmiştir. Gübrelerin toprak ve bitkiler üzerine farklı etkilerinin olması, organik gübreler ve inorganik gübreler olarak ikiye ayrılmasına neden olmuştur. Organik gübreler tamamen doğal olarak elde edilen, hiçbir kimyasal etkileşime girmeden üretilen gübrelerdir. Organik gübreler, toprağa besin elementi kazandırmasının yanında toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştiren, toprağın su tutma kapasitesini arttıran, mikrobiyal aktiviteyi hızlandıran, toprağın havalanmasını ve kümeleşmesini sağlayan, verim ve kalitesinin artmasının yanında toprağın yönetimi ve sürdürülebilirliğini sağlayan gübrelerdir. İnorganik gübreler ise; kimyasal özelliğe sahip, toprak kalitesinin korunmasından ziyade kullanıldığı alanlarda daha kaliteli ve daha fazla ürün almayı sağlayan gübrelerdir.

Kimyasal gübrelerin yoğun kullanılması sonucunda toprak kalitesi düşmekte, patojenlerin dayanıklılığı artmakta olup çevre ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilemesi, doğal kaynakların bozulması endişesini beraberinde getirmektedir.

Toprak solucanları 20 milyon yılı aşkındır doğada bulunmakta olup, yaşam döngülerini devam ettirerek diğer canlı organizmalara, ölü atıklardan organik madde sağlarlar. Bu küçük canlıların görevleri basit gibi görünmekle birlikte doğadaki döngüye katkıları tamdır. Toprak solucanlarının doğada ki bu yarayışlılığı birçok kez araştırmalar ile de kanıtlanmış olup, toprak solucanları üzerinde çalışmalar yapılmaya devam etmektedir.

Solucanlara ilgi duyan Charles Darwin 1881 yılında yayınlanan kitabında toprak solucanlarına atıfta bulunarak; “Saban insanlığın en eski ve en kıymetli icatlarından biridir. Fakat daha saban yokken bile, toprak düzenli olarak solucanlar tarafından sürülüyordu ve sürülmeye de devam edecek. Dünya tarihinde, bu canlılar kadar önemli rol oynayan bir hayvanın olduğu şüphelidir.” diyerek gezegenimiz için toprak solucanlarının önemini ortaya koymuştur (Anonim 2018-1).

Çamur bertarafı konusunda uzun yıllardan beri çeşitli yöntemler denenmiş ve çok sayıda araştırma yapılmıştır. Özellikle arıtma çamurlarının toprağa verilerek bertarafı, ekonomiye katkısı bakımından üzerinde yoğun çalışmalar yapılan bir yöntem olmuştur. Uygun özelliklere sahip arıtma çamurlarının toprağa uygulanması durumunda organik gübre ve toprak düzenleyici olarak görev yapan çamurun bertarafı sağlanacak, hem de arıtma çamurunun içeriğinde bulunan azot, fosfor gibi bitki besin elementleri toprak verimini artıracaktır. Ancak ülkemizde arıtma çamurları genellikle katı atık olarak uzaklaştırılmaktadır.

Şimşek ve Erşahin (2007), vermikompost eldesi termofilik komposta göre çok daha kısa sürede gerçekleşmekte olup, kalitesi bakımından vermikompost ürünleri, termofilik kompost ürünlerinden fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan çok daha üstün niteliklere ve ekonomik değere sahiptir ve vermikompost son ürününde insan sağlığını tehdit eden patojenler olmadığı için uygulayıcıların ana materyal kanalizasyon atığı dahi olsa vermikomposta çıplak elle dahi dokunabilmektedir. Vermikompost, solucan ve mikroorganizmaların etkileşimi aracılığıyla organik materyallerin biyolojik parçalanmasıyla üretilir.

Vermikompost; doğal, biyolojik, biyokimyasal ve fizikokimyasal özellikleri nedeniyle yaşam ve çevre için ciddi bir tehdit oluşturabilecek, tarımsal sanayi, evsel ve hastane atıklarının güvenli yönetiminde kullanılabilir (Borah ve ark. 2007).

Arıtma çamurlarının yeniden kazanılması açısından kapsamlı araştırmalar yapılmalı, çamur uzaklaştırma masraflarını azaltmak, arıtma çamurunu tarımsal alanlarda kullanılmasına teşvik edilmesi, bu konuda çalışmaların yürütülmesi doğal çevrime en kısa yoldan sokulması kirliliğinin faydaya dönüştürülmesi sağlanmalıdır.

Bu tez çalışmasında, evsel ve endüstriyel nitelikli arıtma çamurlarının toprak solucanları (*Eisenia fetida*) ile kompostlanması ve oluşan vermikompostun kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Belli oranlarda kompostlanan evsel ve endüstriyel nitelikli arıtma çamurları *Eisenia fetida* türü solucanlar ile 90 günlük inkübasyona bırakılmıştır. Kompostlama sürecinde belli periyotlarda alınan kompost numunelerinde; pH, elektriksel iletkenlik (EC), toplam azot (TN), toplam organik karbon (TOC), C/N parametlerinin zamanla değişimi incelenmiş ve önceki yapılan araştırmalarla karşılaştırma olanağı sunulmuştur. Tarımsal amaçlı kullanılan diğer organik kökenli gübreler ve arıtma çamuru ile vermikompost sonuçları karşılaştırılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Toprak Solucanları İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Solucanların optimal gelişimi için uygun nem koşullarının belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, 25°C sabit ortam sıcaklığında, farklı nem içeriklerine sahip arıtma çamurları kullanılarak *Eisenia fetida* gelişimi test edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda solucan gelişimi için en uygun nem içeriğinin en düşük % 6,3 ile % 7,9 ve en yüksek % 17,9 ile % 25,1 olduğu tespit edilmiştir (Neuhauser ve ark. 1988).

Canbek ve ark. (2005), toprak solucanlarında *Lumbricus terrestris*, trafikten kaynaklanan kurşun birikmesi düzeyini belirlemek amacıyla *Lumbricus terrestris* örneklerindeki kurşun miktarı, Polarize Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi kullanarak incelemiş ve dokulardaki kurşun birikimi Rhodizonate yöntemi ile araştırmıştır. Trafiğin yoğun olduğu bölgelerden alınan örneklerdeki kurşun miktarı, parklardan alınan örneklerden daha yüksek olduğunu belirtmiştir.

Çoban ve ark. (2010), bildirdiğine göre PCB gibi organohalojenlerin topraktan gideriminde solucanlar da kullanılabilir. Solucanlar toprağın daha iyi havalanmasını sağlamakta, toprağın C/N oranını arttırmakta ve topraktaki mikroorganizmaları modifiye etmektedir. *Pheretima hawayana* türü solucan kullanılan toprakta PCB giderimi %55 iken, solucan olmayan topraktaki giderim %39'da kalmıştır. PCB ile kirlenmiş sedimentin arazide arıtma yöntemi kullanılarak arıtımı da söz konusu olabilmektedir. Yapılan bir çalışmada 5 aylık bir süre ile PCB konsantrasyonu %40 oranında düşürülmüştür.

Demir ve ark. (2010)'a göre, topraklardaki hayvansal organizmalar arasında önemli bir yeri bulunan solucanlar, beslenmek için vücutlarından geçirdikleri toprağın içerdiği mineralleri çözerek dışarı atarlar. Marulda yapılan bir denemede solucan gübresi uygulamasından sonra protein sentezlenmesinin yaklaşık % 30 arttığı kaydedilmiştir. Yapılan bir başka araştırmada, şehir atıklarından elde edilen solucan kompostu, toprak pH'sını düşürmüştür, mısır bitkisinin kuru madde miktarını yükseltmiştir. Solucan gübresi, organik bir materyal olduğundan, toprak özelliklerini iyileştirici etkisi bulunduğu için, uygulandığı bitkilere besin maddeleri verebildiğinden, bütün bitkilere rahatlıkla uygulanabilmektedir. Üretim yapılacak alanın toprak analizleri yapılarak, bitki türüne göre uygulama yapılabilirliğini belirtmişlerdir.

Türkmen ve ark. (2013), farklı materyaller (torf, perlit, organomineral gübre ve çay atığı) karıştırılarak elde edilmiş topraklara solucanların yönelim durumlarını belirlemiştir. Bu amaçla, farklı materyal karıştırılmış topraklar ile kontrol toprağı arasına bırakılan solucanların açtıkları tünellerin toplam alanlarını ölçmüş ve elde edilen verilere göre, solucanların açtıkları kanalların yüzey alanları; organomineral gübreli karışımda 23,53 cm², perlitli karışımda 24,26 cm², çay atıklı karışımda 35,76 cm², torflu karışımda 48,01 cm² ve katkısız (kontrol) toprakta ise 83,92 cm² olarak belirlenmiştir. Bu verilere bağlı olarak, kontrol toprağının diğer ortamlara göre tercih edilme oranının istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır (p<0,05). Kontrol toprağı dışında, farklı materyal karıştırılmış toprakların arasındaki tercih edilme durumları önemsiz düzeyde olmuştur (p<0,092).

Yoloğlu (2015), yaygın olarak kullanılan iki ayrı fungusitin (tebukonazol ve thiram) tarımsal amaçlı olarak kullanımını sonucu neden olduğu toprak kirliliğinin, hedef olmayan toprak canlıları üzerindeki etkilerinin üzerine yapılan araştırmada fungusitlerin toprak solucanları (*Lumbricus sp.*) üzerine etkileri, biyokimyasal belirteçler kullanarak izlemiştir. Her iki fungusit için iki ayrı uygulama alanı oluşturarak her uygulamadan sonra alanlardan 1., 3., 5., 7. ve 10. günlerde periyodik olarak toprak solucanı örnekleri almışlardır. Kullanılan fungusitlerden tebukonazol'un toprak solucanları üzerine thiramdan daha etkili olduğunu göstermektedir. Mikrokozim düzeyinde değerlendirilen ekotoksikolojik etkilerin sonucunda biyobelirteç olarak seçilen EROD, AChE, GST ve CaE enzimlerinin uygun belirteçler olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, kullanılan pestisitlerin toprak kirliliğine neden olduğu, toprakta hedef olmayan organizmalar açısından olumsuz etkilere yol açtığını belirtmiştir.

Ateş ve Çoşkan (2016), toprak solucanlarının mısır bitkisinin besin elementi alımına etkilerini belirlemek amacıyla gübresiz, organik gübreli ve mineral gübreli koşullarda tek yıllık saksı denemesi yürütmüşlerdir. Denemede metre kareye 100 ve 200 solucana karşılık gelen *Dendrobaena spp.* solucanından saksı başına 3 ve 6 tane aşılanmıştır. Sonuçlar toprak solucanlarının mısır bitkisinin besin elementi alımı üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Hem organik hem de mineral gübreleme, gübresiz koşullara oranla besin elementi alımını ve biyomas verimini artırmıştır. Mineral gübreleme organik gübrelemeye göre etkili bulunmuştur. Bu durum büyük olasılıkla mineralizasyon sürecinin yavaş olmasından veya solucanlar tarafından teşvik edilen mineralizasyon süreci sonunda besin elementi yararlılığının artması için yeterli süre geçmemesinden kaynaklandığını genel olarak mineral gübreli koşullarda bile toprakların üretkenliğini geliştirmede toprağa solucan aşılması veya var olan yerli solucanların desteklenmesi önerilmektedir.

Tacıroğlu ve ark. (2016), bildirdiğine göre toprak solucanı dokularında ağır metal birikimi, toprak solucanlarının biriktirme kapasitelerine, metallerin toprak solucanlarındaki toksisitesine, ağır metal çeşidine ve toprak solucanlarının ekolojik kategorilerine göre değişkenlik göstermektedir. Örneğin, endojeik türler Cd’u epijeik ve anesik türlere göre daha yüksek miktarlarda biriktirirken, anesik türler Zn’yu diğer iki türden daha yüksek miktarlarda biriktirmektedirler. *Lumbricus rubellus* Cu kirliliğini *Aporrectodea caliginosa* dan daha çok tolere etmektedir. *Eisenia fetida* ların (Hepşen Türkay, 2010) ise en az toksisiteyi Pb da gösterdikleri belirlenmiştir.

Tavuç (2017), yapmış olduğu bir derleme çalışmasında ülkemizde yapılacak olan toprak solucanı envanter çalışmalarında en çok kullanılan kazma ve elle ayırma, elektrikle çıkartma, formaldehit ile çıkartma, soğan ekstraktı ile çıkartma, hardal ile çıkartma, allyl isothiocyanate (AITC) ile çıkartma, potasyum permanganat ile çıkartma ve tuzakla yakalama metotlarını ele almıştır.

Tutar ve Karaman (2017), toprak solucanlarının, birçok patojen mikroorganizma ile birlikte yaşarken bunların enfektif etkilerinden güçlü immun sistemleri ve salgıladıkları sekresyonlarla korunabildikleri, ayrıca vermikompost, sölom ve mukus sıvılarının bazı patojen bakterilere karşı etkili oldukları yapılan çeşitli araştırmalarla saptamıştır. Toprak solucanlarından elde edilen sölom ve mukus sıvılarının çalışılan bakterilere karşı zon çapları 8-54 mm arasında llurken, MIC değerleri 0.06-0.5 mg/mL, MBC değerleri ise 0.25-2 mg/mL arasında bulunmuştur. *E. fetida* türü toprak solucanlarından elde edilen sölom-mukus sıvılarının bitki pataojenleri üzerinde antibakteriyel aktivitelerinin dikkate değer olduğunu göstermektedir.

2.2. Ahır Gübresi İle İlgili Yapılan alışmalar

Köse (1998), 1996-1997 yıllarında mineral gübrelemeye alternatif olarak organik gübrelemenin (mikoriza, kompost ve ahır gübresi) biber bitkisinin besin elementi alımı üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla, Çukurova Bölgesi’nde 2 yıl boyunca yaptığı çalışmasında her iki yılda da mikorizal inokulasyon, kompost ve ahır gübresi uygulamasının, mineral gübreleme ve kontrole göre yaklaşık 2 kat daha fazla artış sağladığını belirtmiş, biber veriminin ilk yılda kompost, ikinci yılda ise mikoriza parsellerinde yüksek olduğunu bildirmiştir. Besin elementi içerikleri yönünden ise kompost, mikoriza ve ahır gübresi uygulanmış parsellerde P, Mn, Cu, Fe ve Zn, içeriklerinin mineral gübre uygulamasına göre genelde daha yüksek olduğunu belirlemiştir.

Ceylan ve ark. (2000), domates yetiştiriciliğinde beş farklı hayvan gübresinin (tavuk, koyun, keçi, at ve sığır) verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları bir araştırmanın sonucunda verim, meyve eni, meyve boyu, et kalınlığı, meyve ağırlığı, pH ve C vitamini içeriğinin hayvansal gübrelerden önemli düzeyde etkilendiğini saptamışlardır. Ayrıca yaprakta N, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu içeriklerinin hayvansal gübre uygulamaları ile artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Öner (2002), kandil dolmalık biberde yapmış olduğu bir çalışmada kontrol, çiftlik gübresi ve çiftlik gübresi + feldspat uygulaması yapmış ve araştırma sonucunda; toplam verim, erkenci verim, kg'daki meyve adedi, briks ve C vitamininin en yüksek değerlerine çiftlik gübresi + feldspat uygulamasında ulaşıldığını bildirmektedir.

Okur ve ark. (2007), yılında yaptıkları çalışmada piyasada organik tarıma yönelik satılan bazı organik gübrelerin kışlık sebze bitki örtüsü altındaki toprakların mikrobiyal biyokütle ve enzim aktivitesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Yürütülen çalışmada, 3 organik gübre (biofarm, leonardit ve hümik asit) ve 4 sebze bitkisi (marul, havuç, roka ve maydanoz) kullanılmıştır. Biofarm organik hayvan gübresi, topraktaki mikrobiyal biyokütle miktarını inorganik gübrelemenin yapıldığı konvansiyonel parsele oranla ortalama % 77 oranında artırmıştır. Bu sonucun ortaya çıkmasında, organik toprakların organik madde içeriğinin konvansiyonel toprağa oranla ortalama % 68 oranında daha fazla olması büyük rol oynamıştır.

Tangolar ve ark (2007), yaptıkları araştırmada organik bağcılıkta önerilen çiftlik gübresi, yeşil gübre bitkileri, saman malçı ve asmanın öğütülmüş budama artıkları ile bunlarla oluşturulan kombinasyonlar uygulamıştır. Bu uygulamaların bağlarda herhangi bir ticari gübre kullanılmaksızın çiloreş üzüm çeşidinde fenolojik gelişme tarihleri ile salkım, tane ve şıra özelliklerine olan etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla asmaların fenolojik gelişme tarihlerinden; uyanma, tam çiçeklenme, ben düşme ve olgunluk, salkım özelliklerinden; salkım ağırlığı (g), salkım hacmi (ml), tane özelliklerinden; tane ağırlığı (g), tane hacmi (ml), kabuk oranı (%), şıra özelliklerinden ise şıra oranı (%), SÇKM (%) ve asitlik (%) değerleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda yapılan uygulamalar arasında fenolojik devrelere gelme bakımından önemli farklılıkların olmadığı saptanmıştır. Yürütülen bu çalışma sonucunda elde edilen fenolojik gelişme tarihleri ile salkım, tane ve şıra özelliklerine ilişkin bulgular değerlendirildiğinde farklı organik gübre uygulamalarının asmaların fenolojik gelişme zamanları ile salkım ağırlığı, salkım hacmi, tane ağırlığı, tane hacmi, kabuk oranı ve şıra oranı üzerine olan etkilerinin önemli olmadığı saptanmıştır. Deneme sonucunda organik bağda ortalama salkım ağırlığının 198.9 g, salkım hacminin 216.4 ml, tane ağırlığının 2.59 g, tane

hacminin 2.50 ml, kabuk oranının %12.8, şıra oranının %70.5, SÇKM %14.1 ve asitliğin %0.501 olduğu belirlenmiştir. Denemenin yapıldığı her iki yılda da incelenen salkım, tane ve şıra özelliklerinden salkım ağırlığı, salkım hacmi, tane ağırlığı, tane hacmi ve kabuk oranında uygulamalar arasında önemli bir farklılık olmazken ikinci yılda SÇKM ve asitlik değerleri uygulamalara göre önemli farklılık göstermiştir. Deneme sonucunda organik gübre uygulamalarının asmaların salkım, tane ve şıra özellikleri üzerine önemli bir etkisi saptanmamıştır.

Ünlü ve Padem (2009) yaptıkları çalışmada konvansiyonel yetiştiricilik ile organik yetiştiricilikte 4 farklı çiftlik gübresi dozu (0-7-14-21 m³/da) ile; organik yetiştiricilikte kullanılan 2 bitki aktivatörü (Cropset ve ISR 2000) ve 2 farklı mikrobiyal gübre (Bionem ve Natural Bioplasma) ve kombinasyonları ile birlikte kontrol uygulaması kullanmıştır. Çalışmada verimin 4.87-7.23 ton/da, erkenci verimin 2.65-4.72 ton/da ve ortalama meyve ağırlığının 143.26-167.02 g arasında değiştiği saptanmıştır. Çalışma sonucunda domates meyvelerindeki C vitamini miktarının 15.91-23.70 mg/100 g, suda çözünebilir kuru maddenin %3.52-4.18, delinme direncinin 1.46-1.87 kg/cm² ve titre edilebilir asitliğin %0.232-0.428 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Turgut ve Aksal (2010), yaptıkları araştırmada üç farklı tekstür sınıfına ait toprak örneklerinin her birine üç farklı dozda fiğ samanı (FS) ve ahır gübresi (AG) karıştırılmış, kontrol ve karışımlar 13 haftalık inkübasyon süresi sonunda fiziksel ve kimyasal analizlere tabi tutmuştur. Uygulanan işlemlerin, toprakların strüktürel dayanıklılığı ve erozyona duyarlılığı üzerine yapmış oldukları etkiler, strüktür stabilite indeksi, dispersiyon oranı, erozyon oranı, geçirgenlik oranı, agregat stabilitesi ve toprak aşınım (K) faktörü gibi ölçütler yardımıyla ortaya konulmuştur. Toprağa karıştırılan FS'nın strüktürü geliştirmede AG'ne oranla daha etkili olduğu ve her iki organik artığın toprağı erozyona karşı belirli bir ölçüde dirençli kıldığı belirlenmiştir.

Açık tarla koşullarında yapılan bir çalışmada vermikompost, inek ve koyun gübreleri kullanılarak kıvırcık marulun gelişimine olan etkileri araştırılmıştır. 2500 g'lık saksılarda yürütülen çalışmada söz konusu olan gübreler sırasıyla % 0 (kontrol), % 1 (25 g), % 3 (75 g), % 5 (125 g), % 7 (175 g) miktarlarda uygulanmıştır. Araştırma sonucunda vermikompostun kıvırcık marulun erkencilik özelliğine etkisinin önemli derecede olduğu görülmüştür. Genel olarak bitki besin elementlerinin alınabilirliği açısından koyun gübresi uygulamalarının olumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Özellikle Ca, Cu ve Zn elementlerinin kıvırcık marul bitki bünyesine alımında vermikompostun daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir (Hınıslı 2014).

2.3. Vermikompost İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Kahve telvesinin, *Eisenia fetida* ile karıştırılması sonucunda P, Ca ve Mg bitki besin elementlerinin arttığı gözlenmiştir. Kahve telvesinde başlangıçta bulunan P miktarı, vermikompostlanma ile birlikte % 64 oranında artış göstermiştir. Bu artışın nedeni de; dolaylı olarak mikroorganizmaların işlemesi, direkt olarak da bağırsak enzimleriyle etkileşime girmesidir (Orozco ve ark. 1996).

Domates ve marul tohumlarının çimlendirilmesi konusunda yapılan bir çalışmada, büyükbaş hayvan gübresi ile vermikompost gübrelemenin domates ve marul tohumlarının çimlendirilmesindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda, vermikompost gübrelemesinin, bitki büyüme gelişimi üzerine etkilerinin büyükbaş hayvan gübresine göre daha başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Atiyeh ve ark. 2000).

Arancon ve ark. (2005), az miktarda kullanıldıklarında bile bitkilerin gelişmelerini önemli ölçüde artıran vermikompost gerek çiçekçilikte gerekse meyve ve sebze yetiştiriciliğinde etkin bir şekilde kullanılmakta olduğunu belirtmiştir. Vermikompost toprağa kazandırdığı besin elementleriyle bitkilerin yalnız sağlıklı, kaliteli ve verimli olmalarını sağlamakla kalmaz, hümkik asit ve büyüme hormonlarıyla gelişmelerini de düzenler. Daha da önemlisi mikrobiyal aktivite ve mikrobiyal biyomass düzeylerini artırarak toprak verim ve kalitesinin artışını sağlar. Ayrıca toprak kaynaklı hastalıkların ve zararlıların tahribatını önlemektedir.

Azarmi ve ark. (2008), domates yetiştirilen topraklarda dekara 1.5 ton vermikompost uygulandığında toprak fiziksel yapısının olumlu yönde değiştiği, organik karbon, N, P, K, Ca, Zn, Mn miktarlarında artış olduğunu ifade etmişlerdir.

Kızılkaya ve ark (2010), arıtma çamuru (AÇ), fındık zuru (FZ) ve ahır gübresini (AG) içeren vermikompostların ideal karışım oranı ile ideal vermikompostlanma süresinin belirlenmesi amacıyla, *Eisenia fetida* türü solucanlarla AÇ, FZ ve AG'yi farklı oranlarda karıştırmışlar ve solucan sayı ve biyokütle verileri ile farklı vermikompostların özelliklerine (biyolojik, kimyasal ve ağır metal kapsamı) göre ideal karışım oranının % 30 AÇ + % 35 FZ + % 35 AG ve ideal vermikompostlanma süresinin ise 90 gün olduğunu belirtmişlerdir.

Tavalı (2011), farklı dozlarda (kontrol, 1 t/da, 2 t/da, 3 t/da, 4 t/da) uygulanan vermikompostun toprağın enzim aktivitesi ve bakteriyel varlığı üzerine etkisi aynı dozlarda uygulanan çiftlik gübresi ile karşılaştırmalı olarak incelemiştir. İnkübasyon süresi boyunca gübre uygulanan toprakların enzim aktivitelerinde ve toplam aerobik mezofilik bakteri varlığında artış ve azalmaya bağlı genel bir dalgalanma durumu gözlenmiş ve genel olarak kontrol değerlerinin üzerinde seyretmiştir. On altı haftalık toplam inkübasyon süresi sonunda

da uygulama yapılan toprakların enzim aktiviteleri ve toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları kontrol seviyelerinin üzerinde kalmıştır. Bu parametrelerde kontrole göre görülen değişimin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, inkübasyon süresince gübre dozlarındaki artışa bağlı olarak toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarındaki değişimler gübre tipine göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek organik madde artışı çiftlik gübresi uygulanmış topraklarda, en yüksek toplam azot artışı vermikompost uygulanmış topraklarda ve en yüksek alınabilir fosfor artışı da yine vermikompost uygulanmış toprakta belirlenmiştir. Ancak, organik madde, toplam azot ve alınabilir fosfor gibi toprağın besin içeriğini yakından ilgilendiren kimyasal özelliklerinin toprağa uygulanan vermikompost ve çiftlik gübresinin aynı dozları kıyaslandığında benzer şekilde değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Çıtak ve ark. (2011), açık tarla koşullarında kış döneminde yürütülen bu çalışmada, farklı dozlarda vermikompost ($VC_1= 100$ kg/da; $VC_2= 200$ kg/da), ahır gübresi ($AG_1=1500$ kg/da; $AG_2=3000$ kg/da) ve hiçbir muamele yapılmayan kontrol uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea var. L.*) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliğine etkileri araştırmıştır. Genel olarak bitki gelişimi, verim, mineral madde kapsamı ve toprak verimliliği parametrelerine AG_2 daha etkili olurken, VC'li uygulamalar da kontrole oranla önemli artışlar göstermiştir. Özellikle bitkinin Fe içeriği ile toprağın Ca içeriği üzerine VC_2 uygulaması en iyi sonucu vermiştir. Toprağın pH, EC ve organik madde değerleri tüm uygulamalarda kontrole oranla farklı derecelerde artışlar göstermiş; toprağın N, P, K ve Mg içeriklerine AG 'li uygulamaların daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, AG_2 uygulamasının diğer uygulamalara oranla bitki gelişimi, besin elementi kapsamı ve toprak verimliliği bakımından daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Tavalı ve ark. (2013), açık tarla koşullarında karnabahar yetiştiriciliğinde vermikompostun kullanım olanakları belirlenmeye çalışmıştır. Araştırmada gübreleme materyali olarak vermikompostun yanı sıra kimyasal gübreler de kullanılmış olup uygulama konuları şu şekildedir: K-0 (kontrol), VK-0 (0 kg da⁻¹ vermikompost + N:P:K), VK-1 (100 kg da⁻¹ vermikompost + N:P:K), VK-2 (200 kg da⁻¹ vermikompost + N:P:K), VK-4 (400 kg da⁻¹ vermikompost + N:P:K) ve VK-8 (800 kg da⁻¹ vermikompost + N:P:K). Çalışma sonunda alınan bitki örneklerinde kalite özellikleri (bitki boyu, taç çapı, taç yüksekliği, minimum ve maksimum taç ağırlığı, ortalama taç ağırlığı, SÇKM: Suda çözünebilir kuru madde, pH ve Vitamin C), dekara verim değerleri ve bitkinin mineral beslenme durumu (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu) belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre vermikompost karnabaharın kalite özelliklerini, mineral beslenme durumunu ve dekara verim değerlerini kontrole göre

istatistiksel düzeyde olumlu yönde etkilemiştir. Ancak, en yüksek vermikompost dozunda (VK-8) karnabaharın veriminde azalma gözlemlenmiştir. Ayrıca, taç çapı ile karnabahar verimi arasında pozitif ilişki belirlenmiş iken taç çapı ile azot (N), potasyum (K) ve demir (Fe) değerleri arasında negatif ilişki tespit edilmiştir. Bununla birlikte, karnabahar yetiştiriciliğinde kimyasal gübrelemeye (6 kg da⁻¹ N, 3 kg da⁻¹ P₂O₅, 6 kg da⁻¹ K₂O) ek olarak vermikompostun 200 ila 400 kg da⁻¹ dozlarında uygulanmasının uygun olabileceği düşünülmektedir.

Tutar (2013), yaptığı çalışmada *Eisenia fetida* türü toprak solucanlarından elde edilen vermikompostun; etanol ve kloroform solventleri kullanılarak elde edilen ekstralarının, bitkilerde hastalıklara neden olan toprak kaynaklı patojen 9 adet bakteri ve 9 adet fungusu karşı etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla “disk difüzyon” ve “MIC” testleri uygulamıştır. Çalışma sonuçlarına göre, toprak solucanlarından elde edilen vermikompostun kloroform ile elde edilen ekstralarının *Pseudomonas syringae*, *Xhantomonas carotae*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus humicola* ve *Aspergillus fumigatus*’ a karşı etkileri güçlü olurken; *Erwinia chrysanthemi*, *Pseudomonas fluorescens*, ve *Penicillium brevicompactum*’ a karşı etkilerinin daha zayıf olduğu görülmüştür. Vermikompostun, etanol ile elde edilen ekstralarının ise *Pseudomonas syringae*, *Xhantomonas campestris* ve *Aspergillus fumigatus*’ a karşı etkilerinin güçlü olduğu, *Erwinia herbicola*, *Erwinia chrysanthemi* ve *Sclerotinia sclerotiorum*’ a karşı ise daha zayıf bir etki gösterdiği saptanmıştır.

Özüm (2014), yaptığı tez çalışmasında arıtma çamurlarının vermikompost yöntemi ile gübreye dönüştürülmesi amaçlamıştır. Bu amaçla, maya endüstrisi arıtma çamuru ve inek gübresi substrat olarak ve *Eisenia fetida* solucan kültürü olarak kullanmıştır. En uygun çamur konsantrasyonunu belirlemek için, arıtma çamuru miktarı % 20 ile % 100 arasında değişen karışımlar hazırlamıştır. pH, toplam organik karbon (TOC) ve toplam azot (TN) değerleri her 15 günde bir izlenmiştir. Karışım oranına bağlı olarak karbon azot oranında önemli azalmalar gözlemlenmiştir. C/N’deki en önemli azalma, en çok azot zenginleşmesinin de gerçekleştiği yüzde 20 çamur içeriğinde elde edilmiştir. Karbon azot oranındaki düşüş, azot zenginleşmesinde olduğu gibi % 20 > % 30 > % 40 şeklinde olmuştur. Ancak vermikompostlama için en uygun koşullar, 60 gün sonunda durağan hale ulaşmasından dolayı % 30 çamur, % 70 gübre içeren karışımda elde edilmiştir. Prosesin sonunda doğal gübre olarak kullanılabilen, karbon azot oranı açısından iyi kalitede bir ürün elde edilmiştir.

Evsel ve endüstriyel organik atıkların geri kazanımında, vermikompost hem işlem hem de ürün itibarıyla aerobik komposttan daha üstün özelliklere sahiptir (Dominguez ve ark.

1997, Şimşek- Erşahin 2011). Parvaresh ve ark. (2004), endüstriyel atık su arıtma tesislerinden elde edilen arıtma çamurlarını *Eisenia fetida* türü solucanlar ile 9 haftalık inkübasyona tabi tutmuşlar ve arıtma çamurlarının bir kısmına *Eisenia fetida* ilavesi yaparak, solucan aşılması yapılmayan arıtma çamurları ile karşılaştırmışlardır. Namlı ve ark. (2014), arıtma çamuruna *Eisenia fetida* ilavesinin alınabilir P kapsamını artırmasına karşın toplam N üzerinde her hangi bir değişikliğe sebep olmadığını belirlemişlerdir.

Özden (2015), tütün atığı, at gübresi ve bunların karışımlarında *Eisenia fetida* solucanı vasıtasıyla vermikompost elde edilme olanakları araştırılmış ve vermikompost oluşum sürecindeki biyokimyasal özelliklerindeki değişimler incelemiştir. Üç ay süre ile vermikompostlama işlemine tabi tutulan atıklarda kimyasal, mikrobiyal ve biyokimyasal parametreler 30. gün, 60. gün ve 90. günde yapılan örneklerde analiz edilmiştir. Solucanlar aracılığıyla yapılan kompostlama işleminde analiz edilen biyokimyasal parametreler açısından bir azalma meydana gelmiştir. En yüksek enzim aktiviteleri genelde 60. gün örneklerinde saptanırken, en düşük aktivite 30. gün örneklerinde bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, her iki organik materyalin vermikompost yapımı için uygun materyaller olmadığı, bunun yerine termofil kompostlamanın bu organik atıkların stabil bir kompost haline gelmesi için yeterli olduğu söylenebilir.

Eryüksel (2016), saksı denemesi şeklinde yapılan çalışmada 2000 g'lık saksılarda farklı dozlarda uygulanan vermikompostun, soğan, sarımsak, maydanoz ve semizotu bitkilerindeki besin elementi içerikleri üzerine olan etkileri sera koşullarında araştırmıştır. Vermikompost dozları % 0, % 5, % 25, % 50, % 75 ve % 100 olarak uygulanmıştır. Farklı oranlarda vermikompost uygulaması denemesi sonuçlarına göre; Mn elementi ile vermikompost ilişkisi soğan, sarımsak, maydanoz ve semizotu bitkilerinde ters orantılı sonucuna varılmıştır, Vermikompost oranı arttıkça Mn oranı azalmıştır. Zn elementinin ise vermikompost ile ilişkisi doğru orantılı olarak tespit edilmiştir. Ca ve Mg elementlerinin vermikompost arasındaki ilişki 4 bitkide de belli seviyeye kadar doğru orantılı iken, oran arttıkça vermikompost seviyesiyle ters orantı oluşmuştur. Diğer elementlerde önemsenecek değişim tespit edilmemiştir.

Yılmaz ve ark. (2017), farklı topraksız yetiştirme ortamlarındaki domatesin fide verim ve kalitesindeki değişimler sera koşulları altında araştırmıştır. Bu amaçla araştırmada yetiştirme ortamı olarak; torf, zeolit ve vermikompost ve bu maddelerin farklı karışımları [Zeolit % 100 (M1); Torf % 100 (M2); Torf % 80 + Vermikompost % 20 (M3); Zeolit % 80 + Vermikompost % 20 (M4); Torf % 65 + Zeolit % 15 + Vermikompost % 20 (M5); Torf % 40 + Zeolit % 40 + Vermikompost % 20 (M6)] kullanılmıştır. 45 günlük deneme periyodu

sonunda: tohum çimlenme yüzdesi, fide boyu, fide gövde çapı, fide yaş ağırlığı, kök uzunluğu, kök ağırlığı ve bitki besin element içerikleri (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu) belirlenmiştir. Araştırmada, çimlenme yüzdesi, fide boyu, kök boyu, fide yaş ağırlığı, kök ağırlık parametrelerinde M5 ortamı en iyi sonuç veren ortam olmuştur. M1 ortamı (% 100 zeolit) domates fide yetiştiriciliğinde olumlu etki meydana getirmemiş ancak diğer ortamlarla karışım halinde kullanılmasının daha uygun olacağı belirlenmiştir. Diğer taraftan, M5 ortamının fide gelişimi bakımından avantajlı olduğu ve topraksız kültürde fide yetiştiriciliğinde rahatlıkla kullanılabilceği belirlenmiştir.

Contreras-Ramos ve ark. (2005) tekstil endüstrisi ve evsel atık sulardan elde edilen arıtma çamurları ile yulaf samanı ve ahır gübresinin farklı oranlarda *Eisenia fetida* solucanları ile kompostlanması ve elde edilen kompostun kalitesinin USEPA standartlarına uygunlukların araştırmışlardır. 60 günlük inkübasyon denemesi sonunda araştırmacılar, tüm karışımların metal kapsamlarının USEPA standartlarına uygun olduğunu ancak, inkübasyon süresince bazı karışımların kimyasal özelliklerinde stabilite sağlanmadığı, hem USEPA standartlarına uygunluk ve hem de stabilite açısından en uygun karışımın 1400 gr arıtma çamuru + 200 gr yulaf samanı + 200 gr ahır gübresi karışımından elde edildiğini belirtmişlerdir.

Vermikompost önemli derecede toprak düzenleyicisi, iyileştiricisi gibi görev yapmaktadır. Uygulandıkça tarım arazisinin ve toprak kalitesinin toplam gelişimine yardımcı olur. Vermikompost, NPK, mikroelement, yarayışlı toprak mikroorganizmaları, mikorizal mantarlar ve özellikle bitki büyüme düzenleyicileri ve koruyucuları bakımından zengin, besleyici organik gübrelerdir (Boran 2015).

Agarwal (1999) çalışmalarında; vermicompostun NPK değerinin, solucanların başlangıçta beslediği ham materyalden 3-4 kat daha fazla olduğunu belirlemiştir. Ayrıca mikroelement miktarının da arttığını bulmuştur. Bu sonuçlar Singh'in (2009) bulduğu sonuçlar ile benzerlik taşımaktadır.

Boran (2015)'a göre solucanlar tarafından işlenen vermicompost, aynı besin stoğunda oksijenli veya oksijensiz besin ve bahçe atıklarıyla yapılan diğer kompostlarla karşılaştırıldığında önemli besin elementleri bakımından daha zengindir. Vermikompostların yeterli miktarda makro besin elementleri ve çeşitli iz elementler içerdiği bilinmektedir. Kimyasal analizler sonucu; vermicompostun, ana kompost materyalleriyle karşılaştırıldığında daha düşük pH, EC, organik C, C:N oranı, potasyum, fosfor ve mikro besin elementleri içerdiği görülmüştür.

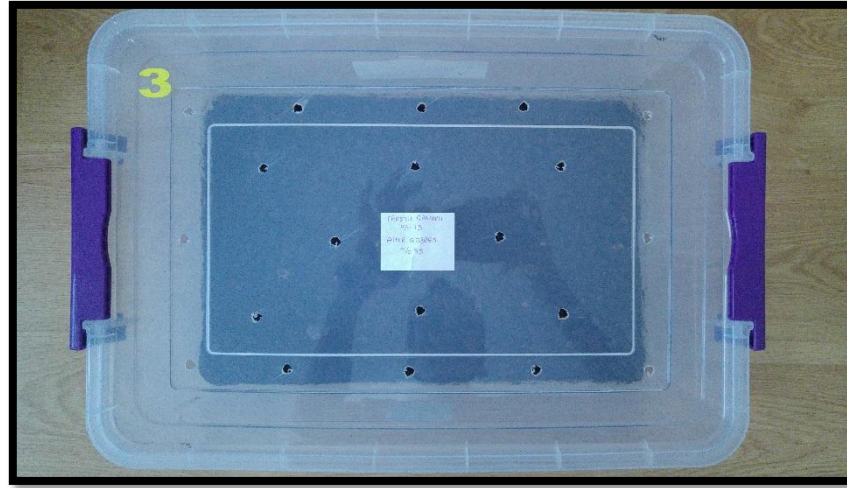
3. MATERYAL YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Yapılan Ortamın Özellikleri

Kırmızı kalifornia solucanı (*Eisenia fetida*) ile kompostlamada bazı önemli koşullar vardır. Bu koşullardan bazıları ortam ışığı, pH, nem, besin gibi ortam şartlarına dikkat edilmelidir.

Kırmızı kalifornia solucanları (*Eisenia fetida*) çok zayıf ışık dışında tüm ışıklardan kaçarlar ve güneş ışığına maruz kaldıklarında kısa süre sonra ölürlür. Doğrudan güneş ışığı almayan (Şekil 3.1.) plastik kaplarda üzerinden hava girecek şekilde kompostlama işlemine bırakılmıştır.



Şekil 3.1: Kompostlama Kabı

Solucanların yaşam alanındaki sıcaklık, yani kompost içindeki sıcaklık 15-25 derece olmalıdır. Eğer kompost sıcaklığı ortalama olarak bu dengede tutulursa sürekli üremeye ve gübre üretmeye devam ederler. Aşırı sıcaklarda kapalı alanda yeterli hava sirkülasyonu sağlanırsa kompost sıcaklığı 28 dereceyi aşmaz (Anonim 2018-2). Kompostlama aşamasında oda sıcaklığı 19-24 derece arasında muhafaza edilmiştir.

Kırmızı Kaliforniya solucanları doğru beslenip nem ve ısı gibi değerler uygun düzeyde tutulduğu sürece, yılın dört mevsimi hız kesmeden üremeye devam ederler. Eğer besleme, ısı ve nem açısından her şey yolunda ise, 1 yılda 16 kat çoğalırlar. Kompost içindeki nem % 80 olmalıdır (Anonim 2018-2).

Kompostlama kaplarında belli oranda arıtma çamuru ve ahır gübresi vermikompost aşamasına bırakılmıştır. İlk gün solucanların ortama adapte olabilmesi için mama olarak çay posası, muz kabuğu, kahve telvesi, marul, yumurta kabuğu blendırdan geçirilerek Eysel ve tekstil arıtma çamurlarının bulunduğu kompost kaplarına 300 gr ilave edilmiştir. İnkübasyon aşamasının diğer günlerinde besleme yapılmamış sadece nem oranını dengelemek için su ilavesi yapılmıştır.



Şekil 3.2: Eysel ve Endüstriyel Arıtma Çamuru Kompost Kapları

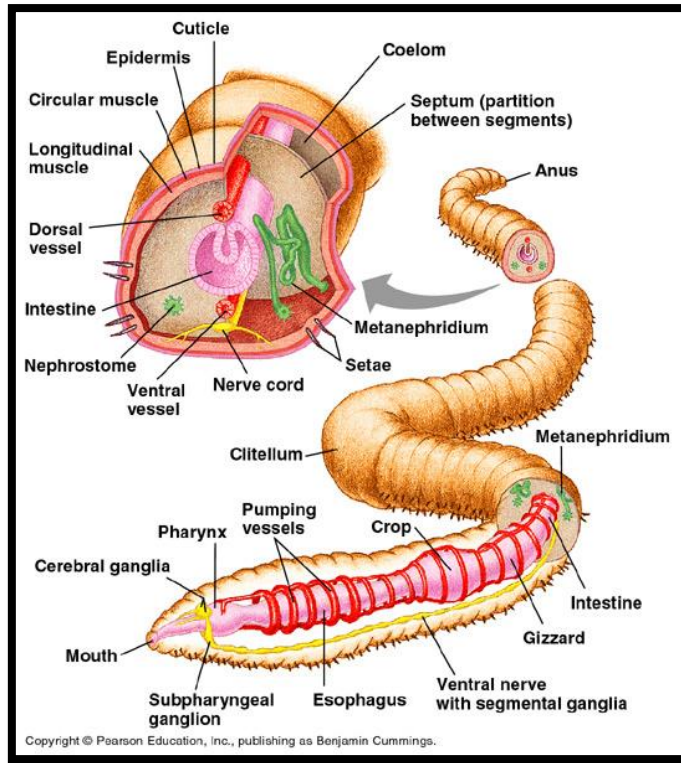
3.1.2. Araştırmada Kullanılan Toprak Solucanlarının Özellikleri

Balıkesir'in Gönen İlçesi'nde özel bir solucan üretim firmasında yetiştirilen Kırmızı Kalifornia (*Eisenia fetida*) solucanları satın alma yoluyla temin edilmiştir. Bu solucanlar çok zayıf ışık dışında tüm ışıklardan kaçarlar ve güneş ışığına maruz kaldıklarında kısa süre sonra ölürlür. Bu solucanlar özellikle çay posası ve kahve telvesini çok severler.

Bir günde ortalama ağırlıkları kadar mama tüketirler. Uygun şartlarda ortalama 5 yıla kadar yaşayabilirler. 1000 solucan günde ortalama yarım kilo gübre üretir. Kırmızı Kaliforniya solucanları 40°C'yi geçmeyen sıcaklıkta ve 0°C sıcaklıkta hayatta kalabilirler, 20°C solucanların üretimi ve çoğalmaları için en ideal sıcaklıktır (Anonim 2018-3).

Kırmızı Kaliforniya solucanlarının en önemli özelliklerinde biride çok çabuk üremeleridir. Ortalama üç dört ay içinde sayılarını ikiye katlayabilirler. Yumurtlayarak çoğalırlar ve bir solucan yılda yaklaşık olarak 1500 civarında yumurta bırakır, her bir yumurtadan 1 ile 21 arası solucan yavrusu çıkar. Yumurtaları limona benzeyip büyüklüğü ortalama mercimek tanesi kadardır. Yetişkin solucanlar yaklaşık üç dört ay sonra üreyerek sayılarını uygun şartlarda 20 katına kadar çıkarabilirler (Anonim 2018-3).

Bir adet yetişkin Kaliforniya Solucanı yaklaşık 0,24 gr ile 1,4 gr ağırlığındadır. Her solucan kendi ağırlığının %55'i kadar gübre üretebilme özelliğine sahiptir. Uzunlukları 25 mm ile 100 mm arasında olup, kalınlıkları 5 mm ile 7,5 mm arasında değişmektedir. Solucanların vücutlarının yaklaşık %75 ile %90'ı sudan oluşmaktadır. Kırmızı Kaliforniya Solucanları vücutlarında hem erkek hem de dişi üreme sistemlerini barındırırlar; yani çift cinsiyetlidirler. Ancak üreme için çiftleşmeleri gerekir. Vücutlarının karın kısmının ön tarafında 9 ile 12. boğumlar arasında çiftler halinde erkek ve dişi genital üreme organı deliği vardır. Erkeklik organı gözenekleri kıl gibi ve C harfi şeklinde olup dişilik organı ise sırt bölgesine yakın bulunmaktadır (Anonim 2018-4).



Şekil 3.3: *Eisenia fetida* (Kırmızı Kalifornia Solucanı) Anatomisi (Anonim 2018-5)

Kozadan çıkan yavruların ilk anda uzunlukları 0,4 ile 0,7 cm arasında değişmektedir. Görünüşleri ince bir iplik parçası gibidir. Kozadan çıktıkları anda ağırlıkları yaklaşık 1 mg civarındadır. Bu solucanların En iyi çiftleşme zamanı Mayıs ile Temmuz ayları arasındadır (Anonim 2018-4).



Şekil 3.4: Solucan Yumurtası (Anonim 2018-6)

Kırmızı Kaliforniya Solucanı oldukça hızlı hareket edebilen bir türdür. Bunun temel sebebi ise vücutlarının etrafında bulunan kas sistemleridir. Uzunlamasına bulunan halka şeklindeki bu kaslar hareket etmelerini ve toprak kazmalarını sağlar. Solucanların vücut yapıları iç içe geçmiş iki boru gibidir. Dış bölümdeki boru vücutlarını kaplayan deriyi, iç kısımdaki boru ise sindirim sistemlerini oluşturur. Besin ilk olarak ağızdan geçer ve yemek borusu ile gırtlakta birikir. Daha sonra parça parça porsiyonlar halinde mideye geçen besin burada sindirilir. Sindirilen besin ince ve kalın bağırsaklardan geçer ve rektumdan çıkar. Sindirilip rektumdan çıkan bu besin küçük granül koprolitler şeklindedir. Koprolitler, hümik asit ve bunların tuzlarını içerirler. Bu yüzden toprağın yapısını düzenleyen, havalanma ve su tutma özelliklerini iyileştiren, mekanik strese dayanıklılığını artıran ve toprağın verimini artıran bir madde özelliği taşırlar. Ayrıca koprolitler çeşitli miktardaki toprak mikro florlarının mikrobiyolojik aktivite merkezidir (Anonim 2018-4).

Kompostlama aşamasının 1. günü 8 adet kompostlama kabından analiz için numune alımı yapıldıktan sonra her kompostlama kabına 15 adet toprak solucanı (*Eisenia fetida*) bırakılmıştır.

3.1.3. Araştırmada Kullanılan Ahır Gübresinin Özellikleri

Denemede kullanılan ahır gübresi Nakipoğlu Mahallesi Cihangir Caddesi Karatay-Konya adresinde üretim yapan özel bir firmadan satın alma yoluyla temin edilmiştir. Deneme de kullanılan ahır gübresinin laboratuvar sonuçları Çizelge 3.1 de verilmiştir.

Çizelge 3.1: Ahır Gübresi (A.G) Laboratuvar Sonuçları

Parametre	Analiz Sonucu	Birim	Analiz Metodu
pH	7.03	-	TS EN 12457-4&SM 4500-H+B
İletkenlik	3.38	ds/m	TS 9748 EN 27888
Nem	0.7	%	SM 2540 G
Toplam Azot	2996.3	mg/L	SM 4500 NO2 B&EPA 352.1&SM 4500 Norg B
Toplam Karbon	27.12	%	TS 8195 EN 1484
C/N	90.51	-	-

3.1.4. Araştırmada Kullanılan Arıtma Çamurlarının Özellikleri

Denemede kullanılan evsel arıtma çamuru (E.Ç) numunelerinin alımı; Tekirdağ Mürefte İlçesi TESKİ Arıtma Tesisi çıkışından, tekstil arıtma çamuru (T.Ç) numunelerinin alımı; Tekirdağ Ergene İlçesi, 1. Sanayi Bölgesi'nde üretim yapan özel bir firmadan kapalı ışık geçirmeyen poşetler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneme de kullanılan evsel arıtma çamuru laboratuvar analiz sonuçları Çizelge 3.2 de verilmiştir.

Çizelge 3.2: Evsel Çamur (E.Ç) Analiz Sonuçları

Parametre	Analiz Sonucu	Birim	Analiz Metodu
Eluatta bakılan parametreler, L/S=10 lt/Kg			
Florür	<0.1	mg/L	TS EN 12457-4&SM 4500-F B&SM 4500 – F-D
Klorür	85.1	mg/L	TS EN 12457-4&TS 4164 ISO 9297
Sülfat	67.3	mg/L	TS EN 12457-4&SM 4500-SO42-E
Toplam ÇKM	670	mg/L	TS EN 12457-4&SM 2540 C
Toplam Krom	0.002	mg/L	TS EN 12457-4&EPA 3030 K&EPA 200.7
pH	6.70	-	TS EN 12457-4&SM 4500-H+B
Nikel	0.010	mg/L	TS EN 12457-4&EPA 200.7
Bakır	0.027	mg/L	TS EN 12457-4&EPA 200.7
Çinko	0.098	mg/L	TS EN 12457-4&EPA 200.7
Arsenik	0.115	mg/L	TS EN 12457-4&EPA 200.7

Selenyum	<0.002	mg/L	TS EN 12457-4&EPA 200.7
Molibden	0.564	mg/L	TS EN 12457-4&EPA 200.7
Kadmiyum	<0.0006	mg/L	TS EN 12457-4&EPA 200.7
Antimon	<0.002	mg/L	TS EN 12457-4&EPA 200.7
Baryum	0.038	mg/L	TS EN 12457-4&EPA 200.7
Kurşun	0.010	mg/L	TS EN 12457-4&EPA 200.7
Civa	<0.0002	mg/L	TS EN 12457-4&EPA 200.7&EPA 245.2
Fenol İndeksi	<0.002	mg/L	TS EN 12457-4&SM 5530 B ve C
Çözünmüş Org. Karbon	75.83	mg/L	TS EN 12457-4&TS 8195 EN 1484
Orjinal atıkta bakılan parametreler			
Mineral Yağlar	378.4	mg/kg	TS EN 14039
Poliklorlu Bifeniller (PCBs)	<0.4	mg/kg	EPA 3546&EPA 3630 C&EPA 8082A
Kuru Kütlenin Kızdırma kaybı	72.9	%	TS EN 12879
Nem	39.0	%	SM 2540 G
Toplam Organik Karbon	11.06	%	TS 12089 EN 13137
BTEX	<2	mg/kg	EPA 8015 D&EPA 5021 A&EPA 8260 C

Deneme de kullanılan tekstil arıtma çamuru laboratuvar analiz sonuçları Çizelge 3.3 de verilmiştir.

Çizelge 3.3: Tekstil Çamur (T.Ç) Analiz Sonuçları

Parametre	Analiz Sonucu	Birim	Analiz Metodu
Eluat kriterleri L/S= 10 lt/kg			
Çözünmüş organik karbon	41.1	mg/L	SM 5310 B:2014
Arsenik	0.1743	mg/L	EPA 200.7
Bakır	0.0244	mg/L	EPA 200.7
Baryum	<0.02	mg/L	EPA 200.7
Civa	<0.001	mg/L	EPA 200.7
Çinko	0.0497	mg/L	EPA 200.7
Fenol İndeksi	<0.1	mg/L	TS 6227 ISO 6439

Florür	1.047	mg/L	SM 4500-F:B-D
Kadmiyum	<0.004	mg/L	EPA 200.7
Klorür	799.75	mg/L	SM 4500-Cl:-B
Krom	<0.02	mg/L	EPA 200.7
Kurşun	0.033	mg/L	EPA 200.7
Molibden	0.0425	mg/L	EPA 200.7
Nikel	<0.02	mg/L	EPA 200.7
pH	8.77	-	TS ISO 10390
Selenyum	0.0221	mg/L	EPA 200.7
Sülfat	906.845	mg/L	SM 4500 SO4-2:E
Toplam Çözünmüş Madde	494	mg/L	SM 2540 C
Antimon	0.0308	mg/L	EPA 200.7
Orjinal atıkta bakılan kriterler			
Top. Organik Karbon	207000	mg/kg	TS 12089 EN 13137:2003
Poliklorlubifeniller	<0.004	mg/kg	EPA 8082 A EPA 3065 A:1996 EPA 3540C:1996
Kızdırma Kaybı	57.8	%	TS EN 12879
Nem Oranı ve Kuru Madde	12/88	%	TS 9546 EN 12880
BTEX	<0.2	mg/kg	EPA 5021 A EPA 8260
Mineral Yağ	586	mg/kg	TS EN 14039

3.1.5. Deneme Deseni

Deneme 2 farklı arıtma çamuru x 1 çeşit gübre x 4 doz oranı = 8 kompostlama kabı olacak şekilde hazırlanmış olup, her kompost kabından 4 periyodik zamanda (1. gün, 30. gün, 60. gün, 90. gün) toplamda 32 adet numune alımı gerçekleştirilmiştir. Deneme desenine ait fotoğraf Şekil 3.5’de verilmiştir.



Şekil 3.5: Ahır gübresi (A.G) ve Arıtma Çamuru (A.Ç) Kompostlama Aşaması

3.2. Yöntem

3.2.1. Deney Düzeneklerinin Kurulması ve Yürütülmesi

Evsel arıtma çamuru ve tekstil arıtma çamuru 4'er doz toplam 8 adet kompostlama kabı olacak şekilde belli oranlarda ahır gübresi kullanılarak 3 kg'lık kompostlama düzeneği kurulmuştur. Her bir kompostlama kabı içerisine 3 kg'lık E.Ç + A.G ve T.Ç + A.G kompost harmanının içerisine 15 adet toprak solucanı (*Eisenia fetida*) bırakılarak arıtma çamurlarını kompostlama aşamasına bırakılmıştır.

Deney düzeneği başlangıcından sonlandırılıncaya kadar değişimi gözlemleyebilmek için %100 ahır gübresi ile kompost sonucunda oluşan vermikompostun arasındaki farkların karşılaştırılması için başlangıçta ahır gübresinde, pH, EC, nem, toplam azot, toplam organik karbon parametlerine bakılmıştır.

Kompostlama aşamasında toprak solucanlarının yaşayabilmesi için nem ve sıcaklık önem arz ettiğinden toprağın nemli olması için içme suyu 4 günde bir kompost kabı üzerine ilave edilmiştir. 90 günlük inkübasyon süresince 1. Gün, 30. Gün, 60. Gün ve 90. Gün numune alımı yapılarak deney düzeneği sonlandırılmıştır.

Evsel çamur (E.Ç) + Ahır gübresi (A.G.) oranları;

DE₁ uygulaması; %0 E.Ç + %100 A.G

DE₂ uygulaması; %5 E.Ç + %95 A.G

DE₃ uygulaması; %10 E.Ç + %90 A.G

DE₄ uygulaması; %15 E.Ç + % 85 A.G

DE₅ uygulaması; %20 E.Ç + %80 A.G şeklinde olacak biçimde düzenlenmiştir.

Tekstil çamur (T.Ç) + Ahır gübresi (A.G.) oranları;











DT₁ uygulaması; %0 T.Ç + %100 A.G

DT₂ uygulaması; %5 T.Ç + %95 A.G

DT₃ uygulaması; %10 T.Ç + %90 A.G

DT₄ uygulaması; %15 T.Ç + % 85 A.G

DT₅ uygulaması; %20 T.Ç + %80 A.G şeklinde olacak biçimde düzenlenmiştir.

 %0 E.Ç+%100 A.G	 %0 T.Ç+%100 A.G
 %5 E.Ç+%95 A.G	 %5 T.Ç+%95 A.G
 %10 E.Ç+%90 A.G	 %10 T.Ç+%90 A.G
 %15 E.Ç+%85 A.G	 %15 T.Ç+%85 A.G
 %20 E.Ç+%80 A.G	 %20 T.Ç+%80 A.G
*DE ₁ = %0 E.Ç+%100 A.G *DE ₂ = %5 E.Ç+%95 A.G *DE ₃ = %10 E.Ç+%90 A.G *DE ₄ = %15 E.Ç+%85 A.G *DE ₅ = %20 E.Ç+%80 A.G	*DT ₁ = %0 T.Ç+%100 A.G *DT ₂ = %5 T.Ç+%95 A.G *DT ₃ = %10 T.Ç+%90 A.G *DT ₄ = %15 T.Ç+%85 A.G *DT ₅ = %20 T.Ç+%80 A.G
*D: Doz Oranı *A.G: Ahır Gübresi *E.Ç: Evsel Çamuru * T.Ç: Tekstil Çamuru	

Şekil 3.6: Deneme Deseninin Temsili Yapısı

3.2.2. Ahır Gübresinin Analize Hazırlanması

Ahır gübresi 2 mm'lik elekten geçirildikten sonra numune poşetleri etiketlenerek analiz için Tekirdağ'ın Çorlu İlçesi'nde bulunan Yeşil Beyaz Kalite ve Çevre Analiz Laboratuvarı Tic. Ltd. Şti. gönderilerek pH, EC, nem, toplam azot, toplam organik karbon parametlerine bakılmıştır.

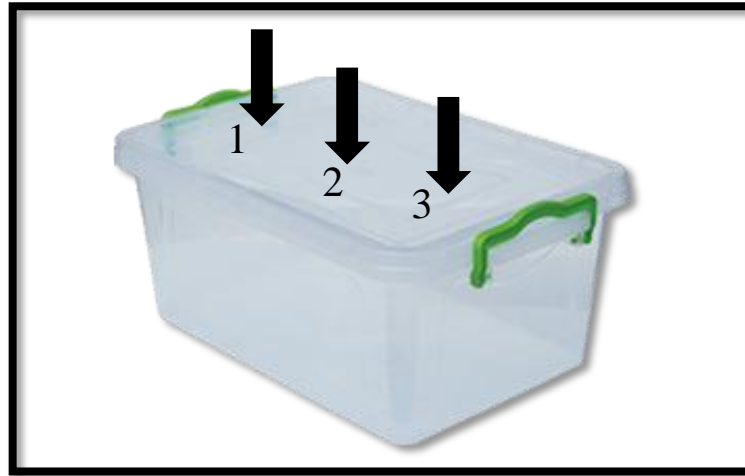
3.2.3. Arıtma Çamurlarının Analize Hazırlanması

Tekirdağ Mürefte ilçesi TESKİ arıtma tesisi çıkışından alınan arıtma çamuru numuneleri (E.Ç), Yeşil Beyaz Kalite ve Çevre Analiz Laboratuvarı Tic. Ltd. Şti. gönderilerek 27533 sayılı “Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik” de belirtilen analiz metodlarına uygun olarak arıtma çamurunun analizi yaptırılmıştır.

Tekirdağ'ın Ergene İlçesi'nin, 1. Sanayi Bölgesi'nde bir tekstil endüstrisinden alınan tekstil arıtma çamuru (T.Ç), Arıtsan Çevre Ölçüm ve Analiz Laboratuvarı Müh. Mak. İnş. San. Ve Tic. Ltd. Şti.'de 27533 sayılı “Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik” de belirtilen analiz metodlarına uygun olarak arıtma çamurunun analizi yaptırılmıştır.

3.2.4. Kompost Numunelerinin Analize Hazırlanması

Kompostlama aşamasına geçildiğinde arıtma çamurları 2 mm'lik elekten geçirilerek ahır gübresi ile inkübasyon aşamasının 1. günü toprak solucanları (*Eisenia fetida*) konulmadan karışımların olduğu A.Ç + A.G kaplarından numune alınarak analize gönderilmek üzere hazırlanmıştır. Numune alım yerleri, kompostlama kapları geniş olduğundan baştan, ortadan ve sondan olacak şekilde üç noktadan numune alımı gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7: Numune Alma Noktaları

3.2.4.1. Eluat Hazırlama

26.03.2010 tarihli 27533 sayılı “*Atıkların Düzenli Depolanmasına İlişkin Yönetmelik*” gereği yapılan eluat analizi, kirliliğin katı fazından sıvı fazın ayrılması işlemidir. Katı numune su ile karıştırılır ve katıdaki kirlilik suya geçirilir. 15 ± 5 dakika süreyle askıda katıların çökmesi beklenir. Özüt adı süzgeç kağıdından süzülür. Sağımın iletkenliği (mS/m), sıcaklığı ve pH’ı dikkatlice ölçülür. Eluat analizi sonucu atıkların inert, tehlikeli, tehlikesiz hangi sınıfta olduğu belirlenir.

3.2.4.2. pH Analizi

Numune katı olduğundan; 5 gr numune tartılır üzerine 5 ml CO₂ bulundurmeyen saf su ilave edildi. Karışım 15 dk ile 2 saat arasında kuvvetlice çalkalandı ve karışımı kendi haline terk ederek katı maddenin çökmesi beklenmiştir. Üstte kalan berrak çözeltilde pH ölçümü yapılmıştır sonra prop vasıtası ile okuma yapılmıştır (Bayraklı 1987).

3.2.4.3. EC Analizi

Numune su içerisinde karıştırılarak sıvı-katı karışım oluşturulur. 15 ± 5 dakika süreyle askıda katıların çökmesi beklenir. Özüt adı süzgeç kağıdından süzülür. Sağımın iletkenliği (mS/m), sıcaklığı ve pH’ı dikkatlice ölçülür (Jackson 1962, Eruz 1979).

3.2.4.4. Nem Analizi

Nem tayini kurutma yöntemine göre yapılmıştır. Numuneden belirli miktarda yaş katı madde tartıldı. Numune 103-105 C⁰ derecede kurutuldu. Sabit tartıma getirilerek son tartım alınarak ilk tartımdan son tartım çıkarıldı ve tartılan hacme bölünüp 100 ile çarpıldı (Çepel 1985, Kantarcı 2000).

3.2.4.5. Azot Analizi

Toplam Azot Kjeldahl yöntemi ile yapılmıştır (Kacar 1972). Bu yöntemin esası analiz edilen örneklerdeki organik ve inorganik N formalarını çeşitli katalizör yardımıyla H₂SO₄ ortamında kaynatmak suretiyle amonyum sülfat formuna dönüştürmektir. Bunuda NaOH’lu ortamda su buharı yardımıyla destile edilerek meydana gelen amonyağı borikasit içerisinde yakalamak ve elde edilen çözeltiyi de 0.1 N H₂SO₄ ile titre ederek N (azot) tayin edilmiştir.

3.2.4.6. TOC Analizi

Kuru yakma yöntemiyle 550 C⁰ de yanma kaybından yapılmıştır (Kacar 2008).

3.2.4.7. C/N Oranı

Toplam Karbon ve Toplam Azot analizi sonucu oranlanarak hesap yoluyla belirlenmiştir.

3.2.5. İstatistiksel Analiz Yöntemi

Çalışmada elde edilen analiz sonuçları; Bağımsız Örneklem **t** ve Kruskal-Wallis Testlerine tabi tutulmuştur. Hesaplamalarda istatistikî anlamlılık düzeyi %5 olarak alınmış ve SPSS (IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp) istatistik paket programı kullanılarak belirlenmiştir (Kalaycı, 2006). İstatistik testleri yapılmadan önce çamur dozları, evsel çamur DE₂ (%5 çamur + %95 ahır gübresi), DE₃ (%10 çamur + %90 ahır gübresi), DE₄ (%15 çamur + %85 ahır gübresi), DE₅ (%20 çamur + %80 ahır gübresi). Tekstil çamurları ise DT₂ (%5 çamur + %95 ahır gübresi), DT₃ (%10 çamur + %90 ahır gübresi), DT₄ (%15 çamur + %85 ahır gübresi), DT₅ (%20 çamur + %80 ahır gübresi) olarak kodlanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Arıtma Çamuru Analiz Sonuçları

Tekirdağ Mürefte İlçesi TESKİ Arıtma Tesisi çıkışından alınan arıtma çamuru numuneleri (E.Ç), Yeşil Beyaz Kalite ve Çevre Analiz Laboratuvarı Tic. Ltd. Şti. gönderilerek analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarının, “Atıkların Düzenli Depolanmasına İlişkin Yönetmelik” yönetmeliğine göre çamurun eluat konsantrasyonuna göre tehlikeli atık sınıfına girmekte olduğu gözlenmiş ve 1. Sınıf depolama tesisleri için sınır değerleri atık olarak sınıflandırılmıştır (Çizelge 4.1).

Tekirdağ’ın Ergene İlçesi’nin, 1. Sanayi Bölgesi’nde bir tekstil endüstrisinden alınan tekstil arıtma çamuru (T.Ç), Arıtsan Çevre Ölçüm ve Analiz Laboratuvarı Müh. Mak. İnş. San. Ve Tic. Ltd. Şti.’ne gönderilerek analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarının “Atıkların Düzenli Depolanmasına İlişkin Yönetmelik” yönetmeliğine göre çamurun eluat konsantrasyonuna göre tehlikeli atık sınıfına girmekte olduğu gözlenmiş ve 1. Sınıf depolama tesisleri için sınır değerleri atık olarak sınıflandırılmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1: Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik Ek-2 Atık Kabul Kriterlerine Göre Arıtma Çamurlarının Tehlike Sınıfı

Parametre	Birim	1. Sınıf Depolama Tesisleri İçin Sınır Değerler	Evsel Çamur Değerleri	Tekstil Çamuru Değerleri
As (Arsenik)	mg / L	2.5	0.115	0.1743
Ba (Baryum)	mg / L	30	0.038	<0.02
Cd (Kadmiyum)	mg / L	0.5	<0.0006	<0.004
Cr (Toplam Krom)	mg / L	7	0.002	<0.02
Cu (Bakır)	mg / L	10	0.027	0.0244
Hg (Civa)	mg / L	0.2	<0.0002	<0.001
Mo (Molibden)	mg / L	3	0.564	0.0425
Ni (Nikel)	mg / L	4	0.010	<0.02
Pb (Kurşun)	mg / L	5	0.010	0.033
Sb (Antimon)	mg / L	0.5	<0.002	0.0308

Se (Selenyum)	mg / L	0,7	<0.002	0.0221
Zn (Çinko)	mg / L	20	0.098	0.0497
Klorür	mg / L	2500	85.1	799.75
Florür	mg / L	50	<0.1	1.047
Sülfat	mg / L	5000	67.3	906.845
ÇOK(Çözünmüş organik karbon) ⁽¹⁾	mg / L	100	75.83	41.1
TÇK(Toplam çözünen katı) ⁽²⁾	mg / L	10000	670	494

03.08.2010 tarihli 27661 sayılı “Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik” Ek-IA da belirtilen topraktaki ağır metal sınır değerleri Çizelge 4.2. de verilmiştir.

Çizelge 4.2: Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik Ek-IA da Belirtilen Topraktaki Ağır Metal Sınır Değerleri

Ağır Metal (Toplam)	6≤pH<7	pH≥7
	mg. kg ⁻¹ Fırın Kuru Toprak	mg. kg ⁻¹ Fırın Kuru Toprak
Kurşun	70	100
Kadmiyum	1	1.5
Krom	60	100
Bakır	50	100
Nikel	50	70
Çinko	150	200
Civa	0.5	1

4.2. Vermikompost Analiz Sonuçları

4.2.1. Evsel ve endüstriyel arıtma çamurlarının üretilen vermikompost kalitesi üzerine etkisi

Evsel ve endüstriyel arıtma çamurlarının ölçümü yapılan parametrelere göre değişimi Çizelge 4.3’de sunulmaktadır. Çamurlar arasındaki farklılık Bağımsız Örneklem t Testine göre yapılmıştır ve istatistiki önem düzeyi P<0.05 olarak alınmıştır. Buna göre çamur dozu, pH, EC, Nem, TN, TOC, C/N parametrelerinin ortalama ve standart sapma değerleri incelendiğinde çamur dozu hariç diğer parametreler P<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.3: Evsel ve Endüstriyel Arıtma Çamurlarının Vermikompost Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi (Bağımsız Örneklem t Testi Sonuçları)

	Çamur	Ort ± SD	P(%5)
Çamur Dozu	Evsel	12.5 ± 5.7	1
	Tekstil	12.5 ± 5.7	1
pH	Evsel	7.0 ± 0.4	0.15*
	Tekstil	7.2 ± 0.3	0.15*
EC	Evsel	1.76 ± 1.08	0.43*
	Tekstil	2.10 ± 1.06	0.43*
Nem	Evsel	41.8 ± 23.6	0.89*
	Tekstil	42.9 ± 24.4	0.89*
TN	Evsel	8.2 ± 4.7	0.35*
	Tekstil	9.9 ± 5.5	0.35*
TOC	Evsel	29.2 ± 24.9	0.82*
	Tekstil	31.3 ± 25.4	0.82*
C/N	Evsel	35.5 ± 19.2	0.9*
	Tekstil	34.6 ± 22.4	0.9*

İnkübasyon periyodu süresince her iki çamur denemesinde ortalama pH değerleri evsel çamurla inkübasyonda 7.0 ± 0.4 , tekstil çamuru ile inkübasyonda 7.2 ± 0.3 bulunmuştur. Bitkilerinin köklerinin topraktaki elementleri sağlıklı bir şekilde alabilmesi için elverişli pH aralığı kabaca 5.5-8 aralığında olup bitkiden bitkiye değişiklik göstermektedir (Anonim 2018-7).

Abdullah ve ark. (1995) bildirdiğine göre yetiştirme ortamlarında pH ve EC ayrı öneme sahiptir. Solucan gübresinde kaliteli bir vermikompost için pH 6.5-7.5 arasındadır (Anonim 2018-8).

İnkübasyon periyodu süresince karışımlarda belirlenen ortalama EC değerleri evsel çamurla inkübasyonda 1.76 ± 1.08 , tekstil çamuru ile inkübasyonda 2.10 ± 1.06 bulunmuştur. pH ve EC bitki türüne, kök ortamına ve iklim değerleri vb. faktörlere göre değişiklik gösterdiğinden belli oranlarda gübreleme yapılarak, yetiştirilecek bitki seçimine de dikkat edilmelidir.

Abdullah ve ark (1995) bildirdiğine göre Elektriksel iletkenlik (EC) açısından değerlendirme farklıdır. Sature ortam ekstraktında 2-4 dS/m arasındaki EC değerleri en uygun EC değerleri olarak kabul edilmekte, buna karşılık 4 dS/m'nin üzerindeki değerlerin sadece iyi gelişmiş bitkiler için uygun olabileceği belirtilmektedir. Bildirilen sınır değerleri ve bitkilerin tuza duyarlılıkları farklı olmakla beraber, 4 dSm⁻¹'nin üzerindeki elektriksel iletkenlik değerleri risk taşımaktadır Kirven (1986).

İnkübasyon periyodu süresince ortalama nem değerleri evsel çamurla inkübasyonda 41.8 ± 23.6 , tekstil çamuru ile inkübasyonda 42.9 ± 24.4 bulunmuştur. Solucan gübresinde nem içeriği hasat anında %50-80 arasında olabilir (Anonim 2018-8). Nem muhtevası genelde kompostlama ilerledikçe düştüğünden, başlangıçtaki nem muhtevası %40'dan büyük olmalıdır. Birçok kompost karışımında çok kuru maddelerin nem muhtevasını %50-60'e getirmek amacıyla çok nemli maddelerle karıştırılır. Bazen yaprak gibi kuru maddeler ve su doğrudan eklenir. Kompostlama esnasında nem yığından buharlaştıkça nem seviyesi değişir. Genellikle ilave edilenden fazla su buharlaşır bu yüzden kompost işlemi ilerledikçe nem muhtevası düşme eğilimi gösterir. Kompostlamada çoğu madde ile iyi çalışılan aralık olduğundan, nem muhtevasının %40-65 arasında olması tavsiye edilir (Öztürk 2017).

İnkübasyon periyodu süresince ortalama TN değerleri evsel çamurla inkübasyonda 8.2 ± 4.7 , tekstil çamuru ile inkübasyonda 9.9 ± 5.5 bulunmuştur. Solucan gübrelerinde ortalama azot oranı %1.50-2.50 arasında değişmektedir (Anonim 2018-8).

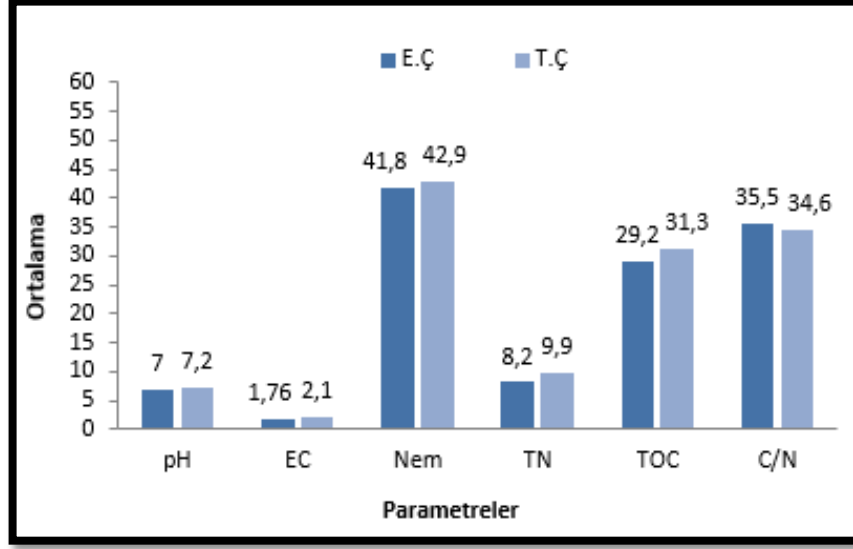
Ham maddelerin komposta dönüşümü sırasında azot kaybı oldukça fazladır. Bu nedenle kompost yığınındaki azotu mümkün olduğunca fazla tutmak gerekir. Çünkü kompostun azot içeriğinin fazla olması değerini arttırır. Azotu tutmanın ikinci sebebi ise amonyak kokusunu azaltmaktır. Yüksek pH amonyak kaybını arttırır. Kompost maddelerinde amonyak iki şekilde bulunur; gaz amonyak (NH_3) ve kompost yığını içinde çözülmüş halde bulunan amonyum iyonu (NH_4^+). Her iki şekli mevcuttur ve biri diğerine dönüşebilir. Yüksek pH amonyağın yığından kaçmasını sağlar. Fazla amonyak kaybını önlemek için karışımın ilk pH'ı nötrale yakın olmalı ve 8,5'dan fazla olmamalıdır (Öztürk 2017).

Toplam organik karbon evsel çamurla inkübasyonda ortalama 29.2 ± 24.9 , tekstil çamur ile inkübasyonda ortalama 31.3 ± 25.4 bulunmuştur. Organik karbon ideal bir solucan kompostunda %20.43 – 30.31 aralığındadır (Anonim 2018-8).

Tüm parametreler açısından bakıldığında 90 günlük inkübasyon süresince solucanların aktiviteleri sonucunda pH, EC, Nem, TN, TOC, C/N istatistiksel açıdan $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Çamur dozlarının %5, %10, %15, %20 olarak kompostlamaya başlanması ve 90 günlük inkübasyon süresince çamur dozunda bir değişim olmadığından evsel ve tekstil çamurla yapılan inkübasyonda istatistiksel açıdan $P < 0.05$ düzeyinde önemsiz olduğu görülmüştür.

Evsel ve endüstriyel arıtma çamurlarıyla vermikompost kalitesine bakıldığında her iki çamurda ortalama pH, EC, Nem, TOC sınır değerler arasında olup, TN ve C/N sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur. 23.02.2018 tarihli 30341 sayılı “*Tarımda Kullanılan Organik, Mineral Ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik*” Ek-1 Organik

Ürünler başlığı altında solucan gübresinde organik madde en az % 20, Toplam azot en az %0.5, maksimum nem %35, C/N oranı 8-22 arasında olmalıdır.



Şekil 4.1: Evsel ve Endüstriyel Arıtma Çamurlarının Vermikompost Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi

4.2.2. İnkübasyon Süresinin Üretilen Vermikompost Kalitesi Üzerine Etkisi

4.2.2.1. Evsel çamur

İnkübasyon süresinin evsel çamur kullanılarak üretilen vermikompost kalitesi üzerine etkisi Çizelge 4.4’de sunulmaktadır. İnkübasyon süreleri arasındaki farklılık Kruskal-Wallis testine göre yapılmıştır ve istatistiki önem düzeyi $P < 0.05$ olarak alınmıştır. Bu çizelgede görüldüğü üzere ölçümü yapılan pH, EC, Nem, TN, TOC, C/N parametrelerine ilişkin medyan, minimum ve maksimum değerleri sunulmaktadır. Bu değerlere göre pH, EC, C/N parametrelerinde $P < 0.05$ düzeyinde önemli diğer parametrelerde önemsiz bulunmuştur.

Ölçümü yapılan parametreler açısından, inkübasyon periyodu süresince evsel çamur denemesinde pH değerleri azalma eğilimi göstermiş, uygulamalar arasındaki fark $P > 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek pH değeri 1. gün DE₂ (%5 E.Ç + %95 A.G) doz uygulamasında belirlenmiştir. En düşük pH değerleri 30. gün DE₃ (%10 E.Ç + %90 A.G) ile 90. gün DE₅ (%20 E.Ç + %80 A.G) doz uygulamasında belirlenmiştir.

Yüksek azot muhtevalı maddelerde pH önemlidir. pH 8,5’den büyük olduğunda azot bileşikleri amonyağa dönüşür. pH’ın 8’den küçük olması amonyak oluşumunu azaltır (Öztürk 2017). İdeal bir vermikompost için pH 6.5-7.5 aralığında olup yetiştirilecek bitkiye göre

değişmekle birlikte 30. gün ile 60. gün ve 60. gün ile 90. gün arasında ideal pH aralığı saptanmıştır.

Denemeye alınan uygulamaların EC parametresinde 1. gün ile 30. gün arasında artış, diğer günlerinde inkübasyon tamamlanana kadar zamana bağlı olarak EC değerlerinde azalma görülmüştür. Uygulamaları kendi içerisinde kıyasladığımızda çamur dozunun en yüksek olduğu DE₅ dozlu uygulamada en düşük EC bulunmuş, AG'nin miktarının artmasıyla karışımların EC miktarları artış göstermiştir.

Namlı ve ark. (2014) bildirdiğine göre organik materyallerden vermikompost elde edilmesinden sonra da EC değerleri sınır değerlerin altında olup, toprakta kullanılmalarında tuzluluk oluşturmaları bakımından sorun bulunmamaktadır. ABD Kompost Kalite Standartları Rehberine göre, kompostun maksimum EC kapsamının 2 dSm⁻¹ olması gerektiği ve 1-2 dSm⁻¹ EC'ye sahip kompost materyalinden tuza toleranslı bitki yetiştirildiğinde 15 ltm⁻² ve tuza dayanıklı bitki yetiştirilmesi durumunda da 60 ltm⁻² uygulanması gerektiği, kompostun EC kapsamının 2-4 dSm⁻¹ olması durumunda ise bu miktarların yarı yarıya düşürülmesi gerektiği bildirilmiştir Brinton (2000).

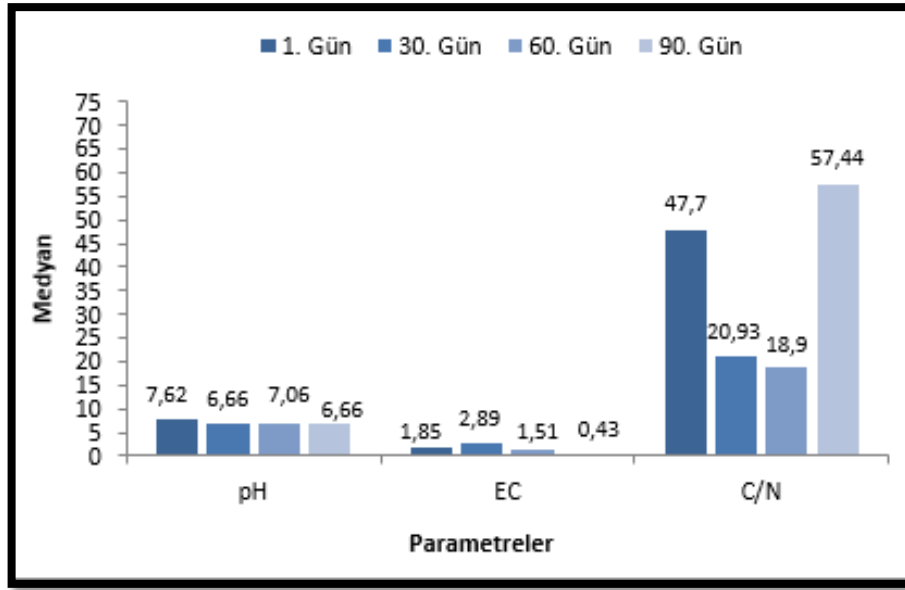
İnkübasyon süresi boyunca karışımların karbon ve azot miktarındaki değişimler sonucu C/N oranında artış görülmektedir. Borah ve ark. (2007)'ye göre, vermikompostun C/N oranı 20'den az olmalıdır. En düşük C/N oranı DE₄ doz uygulamasında, en yüksek ise DE₅ doz uygulamasında görülmüştür. Buna göre en uygun uygulama DE₄ inkübasyon aşamasıdır. 23.02.2018 tarihli 30341 sayılı “Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik” Ek-1 Organik Ürünler başlığı altında solucan gübresinde C/N oranı 8-22 arasında olmalıdır. Buna göre 30. gün DE₃ ve 60. gün DE₄ doz aşaması bu değerler arasında olup solucan gübresi bakımından istenilen aralıktadır.

Çizelge 4.4: İnkübasyon Süresinin Evsel Çamur İle Üretilen Vermikompost Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi (Kruskal-Wallis Testi Sonuçları)

	Zaman	Medyan	Min ve Max	P(%5)
pH	1 gün	7.62	7.11 8.02	0.006*
	30 gün	6.66	6.55 ^a 6.77	
	60 gün	7.06	7.02 ^{b,d} 7.23	
	90 gün	6.66	6.56 ^{c,f} 6.76	
	1 gün	1.85	1.41 2.38	
EC	30 gün	2.89	2.52 ^a	0.092*

			3.15	
			1.40 ^d	
	60 gün	1.51	1.52	
			0.0072	
	90 gün	0.43	3.2	
			5.4	
	1 gün	13.7	29.2	
			67.6 ^a	
Nem	30 gün	71.1	76.5	0.004
			24.4 ^d	
	60 gün	26.8	27.0	
			44.8 ^{c, e, f}	
	90 gün	56.9	57.2	
			2.58	
	1 gün	3.06	3.67	
			11.03 ^a	
TN	30 gün	12.14	15.62	0.005
			4.07 ^b	
	60 gün	4.62	5.08 ^d	
			10.65 ^{c, f}	
	90 gün	12.36	14.61	
			8.92	
	1 gün	13.88	21.07	
			21.30 ^a	
TOC	30 gün	24.35	26.80	0.004
			8.41 ^d	
	60 gün	8.87	9.04	
			66.61 ^{c, e, f}	
	90 gün	70.03	71.96	
			28.7	
	1 gün	47.7	63.76	
			13.63 ^a	
C/N	30 gün	20.93	22.30	0.009*
			17.61 ^b	
	60 gün	18.9	21.58	
			48.42 ^{e, f}	
	90 gün	57.44	62.92	

a= 1gün-30gün= 1-2b= 1gün-60gün= 1-3c= 1gün-90gün= 1-4d= 30gün-90gün= 2-3e= 30 gün-90gün= 2-4 f= 60gün-90gün= 3-4



Şekil 4.2: İnkübasyon Süresinin Evsel Çamur İle Üretilen Vermikompost Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi

4.2.2.2. Tekstil çamuru

İnkübasyon süresinin tekstil çamur kullanılarak üretilen vermikompost kalitesi üzerine etkisi Çizelge 4.5’de sunulmaktadır. İnkübasyon süreleri arasındaki farklılık Kruskal-Wallis testine göre yapılmıştır ve istatistiki önem düzeyi $P < 0.05$ olarak alınmıştır. Bu çizelgede görüldüğü üzere ölçümü yapılan pH, EC, Nem, TN, TOC, C/N parametrelerine ilişkin medyan, minimum ve maksimum değerleri sunulmaktadır. Bu değerlere göre pH, EC, Nem ve C/N parametrelerinde $P < 0.05$ düzeyinde önemli diğer parametrelerde önemsiz bulunmuştur.

Ölçümü yapılan parametreler açısından, inkübasyon periyodu süresince tekstil çamur denemesinde pH değerleri azalma eğilimi göstermiş, uygulamalar arasındaki fark $P > 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek pH değeri 1. gün DT₂ (%5 T.Ç + %95 A.G) doz uygulamasında belirlenmiştir. En düşük pH değerleri 30. gün DT₃ (%10 E.Ç + % 90 A.G) ile 90. gün DE₅ (%20 T.Ç + %80 A.G) doz uygulamasında belirlenmiştir. pH parametresi 30. gün ile 60. gün, 60. gün ile 90. gün inkübasyon aşamasında istenilen aralıkta bulunmuştur.

Uygulamaları kendi içerisinde kıyasladığımızda çamur dozunun DE₄ dozlu uygulamada en düşük EC, DE₃ dozlu uygulamada en yüksek EC bulunmuştur. Organik materyallerden vermikompost elde edilmesinden sonra da EC değerleri sınır değerlerin altında olup, toprakta kullanılmalarında tuzluluk oluşturmaları bakımından sorun bulunmamaktadır.

İnkübasyon süresi boyunca karışımların karbon ve azot miktarındaki değişimler sonucu C/N oranında değişim, artış ve azalış olarak gözlenmiştir. Borah ve ark. (2007)’ye göre,

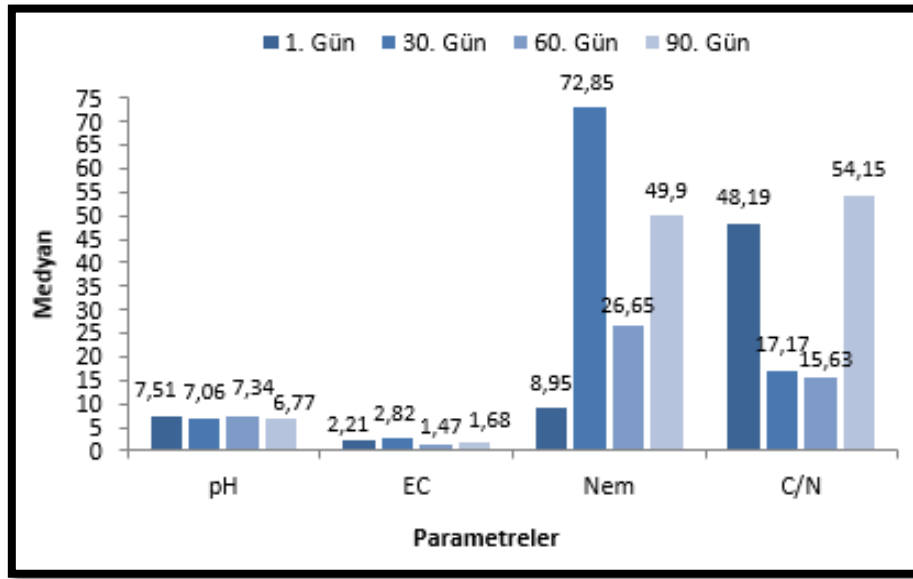
vermikompostun C/N oranı 20'den az olmalıdır. En düşük C/N oranı DT₄ doz uygulamasında, en yüksek ise DT₅ doz uygulamasında görülmüştür. Buna göre en uygun uygulama DT₃ ve DT₄ inkübasyon aşamasıdır. 23.02.2018 tarihli 30341 sayılı “*Tarımda Kullanılan Organik, Mineral Ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik*” Ek-1 Organik Ürünler başlığı altında solucan gübresinde C/N oranı 8-22 arasında olmalıdır. Buna göre 30. gün DT₃ ve 60. gün DT₄ doz aşaması bu değerler arasında olup solucan gübresi bakımından istenilen aralıktadır.

Çizelge 4.5: İnkübasyon Süresinin Tekstil Çamur İle Üretilen Vermikompost Üzerine Etkisi (Kruskal-Wallis Testi Sonuçları)

	Zaman	Medyan	Min ve Max	P(%5)
pH			7.45	
	1 gün	7.51	7.75	
	30 gün	7.06	6.85 ^a	
	60 gün	7.34	7.23 ^d	0.024*
	90 gün	6.77	7.55 ^c	
EC			2.00	
	1 gün	2.21	2.30	
	30 gün	2.82	2.64 ^a	
	60 gün	1.47	3.49 ^{b, d}	0.092*
	90 gün	1.68	1.59	
Nem			0.01	
	1 gün	8.95	3.36	
	30 gün	72.85	7.10	
	60 gün	26.65	62.00	0.012*
	90 gün	49.9	71.3 ^a	
TN			24.9 ^d	
	1 gün	3.39	29.7	
	30 gün	15.61	44.3 ^{e, f}	
	60 gün	6.8	54.5	0.004
	90 gün	12.88	10.23 ^{c, f}	
TOC			2.20	
	1 gün	14.35	5.06	
	30 gün	26.4	14.22 ^a	
			20.59	
			6.22 ^{b, d}	
			7.64	
			10.23 ^{c, f}	
			15.67	
			13.96	
			15.59	
			23.90 ^a	
			36.40	

			9.74 ^{b, d}	
	60 gün	10.63	10.80	0.003
			66.65 ^{c, e, f}	
	90 gün	72.27	77.20	
			27.57	
	1 gün	48.19	70.67	
			15.24 ^a	
C/N	30 gün	17.17	18.91	
			12.75 ^b	
	60 gün	15.63	17.37	0.008*
			45.80 ^{e, f}	
	90 gün	54.15	75.46	

a= 1gün-30gün= 1-2b= 1gün-60gün= 1-3c= 1gün-90gün= 1-4d= 30gün-90gün= 2-3e= 30 gün-90gün= 2-4 f= 60gün-90gün= 3-4



Şekil 4.3: İnkübasyon Süresinin Tekstil Çamuru İle Üretilen Vermikompost Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi

4.2.3. Çamur dozlarının üretilen vermicompost kalitesi üzerine etkisi

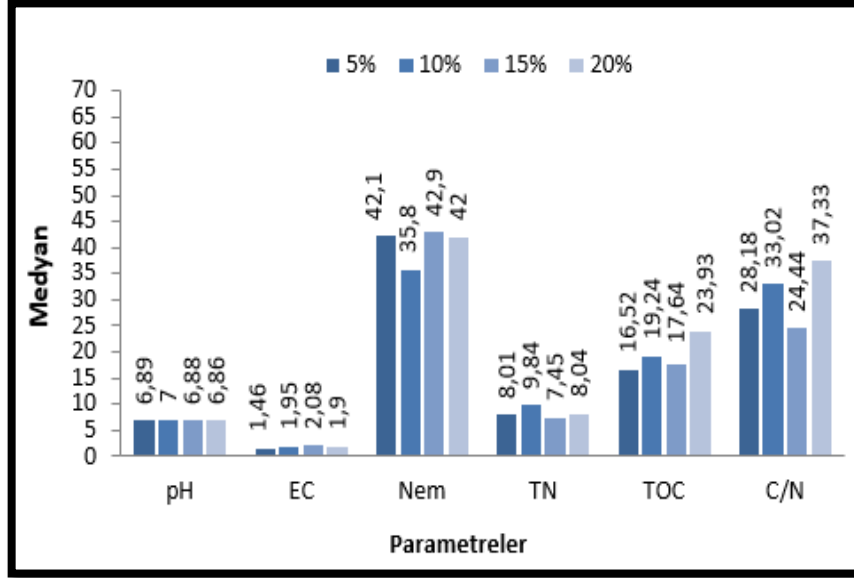
Evsel çamur dozlarının üretilen vermicompost kalitesi üzerine etkisi Çizelge 4.6'de sunulmaktadır. Çamur dozları arasındaki farklılık Kruskal-Wallis testine göre yapılmıştır ve istatistiki önem düzeyi $P < 0.05$ olarak alınmıştır. Bu çizelge incelendiğinde ölçümü yapılan pH, EC, Nem, TN, TOC, C/N parametrelerine ilişkin medyan, minimum ve maximum değerleri sunulmaktadır. Bu değerlere göre pH, EC, Nem, TN, TOC, C/N parametrelerinde $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.6: Evsel Çamur Dozunun Üretilen Vermikompost Kalitesi Üzerine Etkisi (Kruskal-Wallis Testi Sonuçları)

	Çamur Dozu	Medyan	Min ve Max	P (%5)
pH			6.64	0.92*
	5%	6.89	7.11	
	10%	7	8.00	
	15%	6.88	7.24	
	20%	6.86	8.01	
EC			0.07	0.92*
	5%	1.46	3.15	
	10%	1.95	2.52	
	15%	2.08	3.27	
	20%	1,9	3.03	
Nem			20.5	0.93*
	5%	42.1	76.5	
	10%	35.8	67.6	
	15%	42.9	70.7	
	20%	42	71.5	
TN			2.58	0.83*
	5%	8.01	11.43	
	10%	9.84	15.62	
	15%	7.45	12.28	
	20%	8.04	13.29	
TOC			8.92	0.98*
	5%	16.52	71.96	
	10%	19.24	70.47	
	15%	17.64	66.61	
	20%	23.93	69.60	
C/N			18.08	0.72*
	5%	28.18	62.92	
	10%	33.02	60.97	
	15%	24.44	19.72	

		62.53
		21.58
20%	37.33	63.76

Evsel çamur ile inkübasyonda çamur dozları bakımından istatistiksel açıdan tüm parametrelerin $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmasının sebebi C/N dan kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü karbon ve azot oranı ne kadar çok artarsa toprak solucanları o kadar hızlı çoğalır ve oluşacak vermikompost miktarda artmış olur. Vermikompost süresince evsel çamurla kompostlama, tekstil çamuru kompostlamasına oranla solucanların sayısı oldukça artmış ve inkübasyon kablarında çok fazla sayıda kokonlara rastlanmıştır. Toprak solucanlarının inkübasyon periyodu süresince sayılarındaki hızla artıştan dolayı parametrelerde istatistiksel $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.



Şekil 4.4: Çamur Dozlarının Üretilen Vermikompost Kalitesi Üzerine Etkisi

Tekstil çamur dozlarının üretilen vermikompost kalitesi üzerine etkisi Çizelge 4.7’de sunulmaktadır. Çamur dozları arasındaki farklılık Kruskal-Wallis testine göre yapılmıştır ve istatistiksel önem düzeyi $P < 0.05$ olarak alınmıştır. Bu çizelge incelendiğinde ölçümü yapılan pH, EC, Nem, TN, TOC, C/N parametrelerine ilişkin medyan, minimum ve maksimum değerleri sunulmaktadır. Bu değerlere göre parametrelerde $P < 0.05$ düzeyinde önemli bir fark bulunmamıştır.

Vermikompost süresince, tekstil çamuru ile kompostlamada solucanların sayısında çok fazla artış olmamakla beraber inkübasyon kablarında çok fazla sayıda kokonlara

rastlanmamıştır. Toprak solucanlarının inkübasyon periyodu süresince sayılarındaki düşük artıştan dolayı kalite parametrelerinde istatistiksel olarak $P < 0.05$ düzeyinde önemsiz bulunduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.7: Tekstil Çamur Dozunun Üretilen Vermikompost Kalitesi Üzerine Etkisi (Kruskal-Wallis Testi Sonuçları)

	Çamur Dozu	Medyan	Min ve Max	P (%5)
pH	5%	7.39	6.64 7.11	0.79
	10%	7.29	6.64 8.00	
	15%	7.2	6.55 7.24	
	20%	7.04	6.56 8.01	
			0.07	
EC	5%	1.78	3.15 0.01	0.63
	10%	2.32	2.52 1.40	
	15%	2.56	3.27 0.01	
	20%	1.93	3.03	
			20.5	
Nem	5%	53.15	76.5 6.9	0.93
	10%	40.2	67.6 24.4	
	15%	40.45	70.7 5.4	
	20%	38	71.5	
			2.58	
TN	5%	8.51	11.43 2.82	0.95
	10%	9.63	15.62 3.67	
	15%	11.59	12.28 3.30	
	20%	9.76	13.29	
			8.92	
Karbon	5%	18.93	71.96 8.95	0.98
	10%	20.62	70.47 8.41	
	15%	20.74	66.61	
	20%	25.37	8.80	

			69.60	
			18.08	
	5%	21.49	62.92	
			13.63	
C/N	10%	34.98	60.97	
			19.72	
	15%	31.23	62.53	0.89
			21.58	
	20%	24.5	63.76	

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde bazı bölgelerde aşırı gübre kullanımı sonucu tarım topraklarının verimliliğini kaybetmesi, çevreyi olumsuz yönde etkilemesi, istenilen verimin alınamaması gibi sorunlara neden olurken tam tersi uygulandığında ise; verimin düşük olmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple gübre kullanım bilincinin oluşması ve yetiştirilecek bitki çeşidine göre yapılacak olan toprak analizleri sonucu elde edilecek verilere bağlı olarak kullanılacak gübre miktarı ve ne zaman kullanılacağına dair soruların çözümüne gidilmelidir. Tarımda gübreleme ile verimlilik arasında sıkı bir ilişki vardır. Sağlıklı bir bitki gelişimi için toprakta bitki besin elementinin bulunması ve bu bitki besin elementlerinin bitkilerin yeterince yararlanabilmesi için bitkiler tarafından alınabilirliği son derece önemlidir. Toprakta noksan olan besin elementlerini gübre ile takviye etmek için, gübre çeşidi, yetiştirilecek bitki, iklim vb. gibi birçok faktör etki etmektedir.

Kompostlaşma, çevre kirliliğinin önüne geçmeyi hedefleyen bir tarım sistemidir. Ülkemiz için çok eski bir geçmişe sahip olmayan solucan kompostu (vermikompost) kullanımı ile çevre kirliliğinin önüne geçmeyi, kimyasal gübre kullanım oranının azaltılması hedeflenmektedir. Son zamanlarda popüler olan solucanlarla vermikompost üretimi, ekonomik açıdan kârlı olmasına ilave olarak organik atıkların toprak solucanları yardımıyla (toprak solucanlarının sindirim sistemlerinden geçerek) bitkiler tarafından kullanılabilir forma dönüşümüne katkıda bulunmaktadır.

Günümüzde arıtma çamurlarının bertarafı konusunda birçok çalışma yapılmaktadır. Arıtma çamurları toprağa verilerek bertarafı, ekonomiye katkısı bakımından üzerinde yoğun çalışmalar yapılan bir yöntem olmuştur. Uygun özelliklere sahip arıtma çamurlarının toprağa uygulanması durumunda organik gübre ve toprak düzenleyici olarak görev yapan çamurun bertarafı sağlanacak, hem de arıtma çamurunun içeriğinde bulunan azot, fosfor gibi bitki besin elementleri toprak verimini artıracaktır. Ancak ülkemizde arıtma çamurları genellikle katı atık olarak uzaklaştırılmaktadır.

Arıtma çamurlarının yeniden kazanılması açısından kapsamlı araştırmalar yapılmalı, çamur uzaklaştırma masraflarını azaltmak, arıtma çamurunu tarımsal alanlarda kullanılmasına teşvik edilmesi, bu konuda çalışmaların yürütülmesi doğal çevrime en kısa yoldan sokulması kirliliğinin faydaya dönüştürülmesi sağlanmalıdır.

İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin, 2014 yılında açtığı Çiğli Çamur Çürütme ve Kurutma Tesisi'nde kurutulan arıtma çamurları Ege Üniversitesi'nin Menemen'deki Araştırma Çiftliği'nde denendi. İlk sonuçlar mükemmel çıktı. Normal toprağa ekilen mısırlar

1.48, ticari gübrenin kullandığı mısırlar 1.60, arıtma çamuruna ekilen mısırlar ise 2 metre boy verdi. 5 dekarlık alanda yapılan çalışmalarda toprağın bir bölümüne çiftçilerin kullandığı ticari gübre, bir bölümüne normal toprak, bir bölümüne de yüzde 90 oranında çürütülmüş-kurutulmuş arıtma çamuru kullanılarak mısır ekildi. Gübresiz toprakta mısırların boyu 1 metre 48 santimetre olurken, dekar başına 3 ton arıtma çamuru kullanılan toprakta yetişen mısırların boyu 2 metreyi buldu. Ticari gübre kullanılan topraktaki mısırların boyu ise 1 metre 60 santimetrede kaldı. Arıtma çamuru kullanılan toprakta yetişen mısırlar, ticari gübreli toprağa göre yüzde 35 oranında daha fazla boy verdi (Anonim-10).

Araştırma sonuçlarına göre; Eysel ve tekstil çamurun bulunduğu tüm karışımlar %20'den fazla atıksu arıtma tesisi arıtma çamuru içeren karışımlarda solucanların yaşamadıkları, %5-%20 arasında arıtma çamuru ve ahır gübresiyle birlikte kullanıldığı uygulamalarda ise solucanların gerekli aktiviteyi göstererek vermikompost oluşturduğu belirlenmiştir.

Eysel arıtma çamuru (en fazla %20) ve tekstil arıtma çamuru (en fazla %20) ahır gübresi ile karıştırılmış, kırmızı kaliforniya (*E. Fetida*) solucanları karışıma ilave edilip ortalama 21-22 °C'de karanlıkta, nemli koşullarda yaklaşık 3 ay sürede kompostlanmış ve vermikompost kalitesine bakıldığında her iki çamurda ortalama pH, EC, Nem, TOC sınır değerler arasında olup, TN ve C/N sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur. . Buna göre, en düşük C/N oranı %15 evsel çamur uygulamasında, en yüksek C/N oranı ise %20 evsel çamur uygulamasında görülmüştür.

C/N oranı 30'u geçerse biyolojik aktivite yavaşlar ve prosesin tamamlanabilmesi için daha çok süreye ihtiyaç duyulur. Diğer taraftan tam tersi bir durumda yani azot miktarı fazla ise, başka bir deyişle C/N oranı 25'in altında ise amonyak açığa çıkar ve bu da mikroorganizmalara zarar verir ve koku oluşmasına yol açar. C/N oranı büyük olan bir organik maddenin toprağa verilmesi ile toprakta bulunan azot miktarı organik maddenin parçalanması için yeterli olmamaktadır. Fakat ayrışma işine katılan mikroorganizmalar, yeni hücre yapımı için ihtiyaçları olan azotu topraktaki kolay çözülen azot bileşiklerini alarak hücrelerini inşa ederler. Tersine olarak C/N oranının küçük olması halinde fazla azot amonyak şeklinde dışarı çıkabilir. Her iki durumda da azot kaybına dolayısı ile toprağın fakirleşmesine yol açacağından istenmeyen bir durum ortaya çıkar (Anonim 2018-9).

Elde edilen solucan gübresi (vermikompost) içeriğinde bulunan ağır metal miktarları organik gübre yönetmeliğinde belirtilen sınır değerler dikkate alınmalı toprağa uygulanmadan analizleri yapılmalıdır.

Bu alışma sonucunda elde edilen verilere göre; arıtma amurlarının tarımsal kullanımını söz konusu olduğunda vermikompost (maksimum %20 A) diğer kullanım Őekillerine (doğrudan kullanım, termofilik kompostlama, vb) göre daha etkilidir. Ancak arıtma çamurlarından elde edilen vermikompostların bitki gelişimini nasıl etkileyeceği, toprak kalitesi üzerine etkilerinin nasıl olacağı konusunda sera ve tarla denemelerine gereksinim bulunmaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Anonim (2018-1). Medeniyetleri Toprağa Gömen Bir Hayvan: Solucan.
<https://biokursat.wordpress.com/2016/05/12/darwinin-solucanlari/>.(erişim tarihi, 26.02.2018).
- Anonim (2018-2). Solucan Gübresi Üretimi.
<http://www.kirmizikaliforniyasolucani.org/solucan-gubresi-uretimi/>. (erişim tarihi, 26.02.2018).
- Anonim (2018-3). Kırmızı Kaliforniya Solucanları ve Karakteristik Özellikleri.
<http://www.kirmizikaliforniyasolucani.org/kirmizi-kaliforniya-solucani-ve-karakteristik-ozellikleri/>. (erişim tarihi, 26.02.2018).
- Anonim (2018-4). Kırmızı Kaliforniya Solucanının Genel Özellikleri.
<http://brsorganik.blogspot.com.tr/2017/02/kirmizi-kaliforniya-solucaninin-genel.html>. (erişim tarihi, 26.02.2018).
- Anonim (2018-5). Eisenia Fetida Anatomisi. <http://tweetboard.me/anatomy-of-worm/anatomy-of-worm-earthworms/> (erişim tarihi, 26.02.2018).
- Anonim (2018-6). <http://solucangubresi.web.tr/temel-bilgiler/solucanlar-ciftlesme-ve-ureme-ii.html> (erişim tarihi, 26.02.2018).
- Anonim (2018-7). Toprağın suyun pH derecesi. <https://azbitki.com/topragin-suyun-ph-derecesi>. (erişim tarihi, 09.04.2018).
- Anonim (2018-8). Vermikompost. <http://www.kaptar.org.tr/icerikler/vermikompost>. (erişim tarihi, 09.04.2018).
- Anonim (2018-9). Atıkların Kompostlanması.
http://web.deu.edu.tr/erdin/tr/ders/kati_atik/ders_not/kompost.pdf. (erişim tarihi, 08.05.2018).
- Anonim (2018-10).Aritma Çamuru Tarımda Kullanılan Yüzdesi.
<http://www.izmir.bel.tr/tr/Haberler/aritma-camuru-mucizesi/14517/156>. (erişim tarihi, 18.06.2018).
- Atiyeh R, Edwards C, Subtler S, Metzger J (2000). Effect of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedo Biologia*, 44: 579- 590.
- Agarwal, Sunita, 1999. Study of Vermicomposting of Domestic Waste and the Effects of Vermicompost on Growth of Some Vegetable Crops. Ph. D Thesis Awarded by University of Rajasthan, Jaipur, India. (Supervisor: Rajiv K. Sinha)
- Arancon, N. ve Edwards C.A. 2005. Effects of vermicomposts on plant growth. International Symposium Workshop on Vermitechnology. Philippines.
- Azarmi, R. Giglou, M.T., Talesmikail, R.D., 2008. Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field. *African Journal of Biotechnology*.7 (14), 2397-2401.

- Ateş N, Çoşkan A (2016) Toprak Solucanı, Organik ve Mineral Gübrelili Koşullarda Mısır Bitkisi Performansını Artırdı. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 31:39-49.
- Bayraklı,F (1987) Toprak ve Bitki Analizleri, Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Baran A, Çaycı G, İnal A (1995). Farklı Tarımsal Atıkların Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri. Mühendislik bilimleri dergisi, Sayı:2-3, 169-172, Ankara.
- Brinton WF. 2000. Compost quality standarts and guidelines. New York State Association of Recyclers. Report to NYSAR by Woods End Research Laboratory, Inc.
- Borah, M.C., Mahanta, P., Kakoty, S.K., Saha, U.K. and Sahasrabudhe, A.D (2007). Study of Quality Parameters in Vermicomposting. Ind. J. Biotechnol., 6, 410–413.
- Boran D (2015). “ Farklı Isıl Teknikleri Uygulanmış Solucan Gübresinin Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi ”, (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, ANKARA.
- Ceylan, S.,Yoldas, F., Mordoğan, N. ve Cakıcı, H.1999. Domates yetiştiriciliğinde farklı hayvansal gübrelerin verim ve kaliteye etkisi. III. Sebze Tarımı Sempozyumu 2000 s:51. Isparta.
- Canbek M, Işıklı B, Uyanoğlu M, Demir T, Berber A (2005). Determination of Lead Accumulation in the *Lumbricus terrestris* (earthworm) living in the Roadside Soils of Eskişehir. Journal of Arts and Sciences Sayı:4.
- Çepel, N. (1985), Toprak Fiziği, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3313, O.F. Yayın No: 374, İstanbul.
- Çıtak S, Sönmez, S, Koçak F , Yaşın S (2011). Vermikompost ve Ahır Gübresi Uygulamalarının Ispanak (*Spinacia oleracea var. L.*) Bitkisinin Gelişimi ve Toprak Verimliliği Üzerine Etkileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 2011, 28(1):56-69
- Çoban A, Türkoğan F, Demir G (2010). Organohalojenlerin Çevresel Açından Değerlendirilmesi ve Giderim Yöntemleri. KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi, 13(2).
- Contreras-Ramos SM, Escamilla-Silva EM, Dendooven L. 2005. Vermicomposting of biosolids with cow manure and oat straw. Biol. Fert. Soils 41: 190–198.
- Demir H, Polat E, Sönmez İ (2010). Ülkemiz İçin Yeni Bir Organik Gübre: Solucan Gübresi. Tarım Aktüel, 14: 54-60.
- Dominguez J, Briones MJI, Mato S. 1997. Effect of the diet on growth and reproduction *Essenia andrei* (Oligochatea, Lumbricidae), Pedobiologia 41: 566-576.
- Eruz, E. (1979), “Toprak Tuzluluğu ve Bitkiler Üzerindeki Genel Etkileri”, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 29, Sayı 2, 112-120.

- Eryüksel S (2016). Farklı Oranlarda Vermikompost Uygulamasının Bazı Sebzelerin Besin Elementi İçeriklerine Olan Etkileri. Namık Kemal Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Hınıslı N (2014). Vermikompost Gübresinin Kıvırcık Bitkisinin Gelişmesi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi ve Diğer Bazı Organik Kaynaklı Gübrelerle Karşılaştırılması. Namık Kemal Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Jackson, M. L. (1962), Soil Chemical Analysis, Constable and Company Ltd., London, England.
- Kantarıcı, M. D. (2000), Toprak İlimi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 4261, O.F. Yayın No: 462, İstanbul.
- Kacar B, İnal A (2008). Bitki Analizleri, Nobel Yayın No: 1241, ISBN 978-605-395-036-3, Nobel Yayın Dağıtım, ANKARA.
- Kacar B (1972). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri-II; Bitki analizleri. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları. ANKARA.
- Kalaycı Ş (2006). SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri (Vol. 2). Asil Yayın Dağıtım.
- Kızılkaya R, Türkay H, Aşkın T, Akça İ, Ceyhan V, Bayraklı B, Türkmen C. 2010. Fındık zurufu ve arıtma çamurunun solucanlar (*Eisenia fetida*) ile kompostlanması, elde edilen vermikompostun sera ve tarla koşullarında buğday (*Triticum aestivum*) bitkisinin verim ve bazı toksik metal kapsamlarına etkisinin belirlenmesi (yayınlanmamış). TÜBİTAK Proje No: 107O128.
- Kirven DM. 1986. An Industry Viewpoint: Horticultural Testing is Your Language Confusing. Proc. of the Sym. Interpretation of Extraction and Nutrient Determination Procedures for Organic Potting Substrates, 215-217.
- Köse Ö, (1998). Mikoriza inokulasyonu, Kompost, Ahır Gübresi ve Mineral Gübrelemenin Biber Bitkisinin Büyüme ve Besin Elementi Alımı Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ç.U., Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı Adana.
- Neuhauser, E.F, Loehr, R.C, and Malecki, M.R (1988). The Potential of earthworms for managing sewage sludge. In earthworms and Waste Management. C.A.Edwards and E.F. Neuhauser (ed.) SPB Academic Publishing, The Netherlands, 9-20.
- Namlı, A., Akça, O., Perçimli, C., Beşe, S., Gür, Ş., Arıkan, H., Eser, İ., İzci, E., Gümüşay, E., Tunca, G., Khalau J., Mutağçılar, Z. ve Demirtaş, Ö (2014). Evsel ve endüstriyel arıtma çamurlarının solucanlar (*Eisenia fetida*) ile kompostlanması. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi 2 (1) 46 - 56
- Orozco, S.H., Cegarra, J., Trujillo, L.M., and Roig, A (1996). Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia fetida*: effects on C and N contents and the availability of nutrients. Biology and Fertility of Soils. 22:162-166.

- Okur N, Kayıkçıoğlu H, Tunç G, Tüzel Y (2007). Organik Tarımda Kullanılan Bazı Organik Gübrelerin Topraktaki Mikrobiyal Aktivite Üzerine Etkisi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2007, 44 (2):65-80.
- Öner, B, (2002). Organik Yetiştiricilikte Dolmalık Biberin Kimyasal İçerik, Ürün ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bölümü Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 57s, İzmir.
- Özüm A (2014), “Vermikompost Yöntemi İle Arıtma Çamurlarından Kompost Üretimine Araştırılması ”, (Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İZMİR.
- Özden S (2015). Tütün Atığı Ve At Gübresinden Vermikompost Eldesi. (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İZMİR.
- Öztürk M (2017). Hayvan Gübresinden Ve Atıklardan Kompost Üretimi. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı yayınları 207 s, ANKARA.
- Parvaresh A, Movahedian H, Hamidian L. 2004. Vermistabilization of municipal wastewater sludge with *Eisenia fetida*. Iranian J. Environ. Health Sci. Eng. 1(2), 43-50.
- Şimşek-Erşahin Y. (2007). Vermikompost Ürünlerinin Eldesi ve Tarımsal Üretimde Kullanım Alternatifleri. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 24 (2), 99-107.
- Simsek-Ersahin Y. (2011). The Use of Vermicompost Products to Control Plant Diseases and Pests. In: Karaca A (ed) Biology of Earthworms, Soil Biology Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Tangolar S, Özdemir G, Gürsöz S, Çakır A, Tangolar S (2007). Bazı Organik Gübre Uygulamalarının Asmanın (*Vitis Vinifera* L. Çiloreş) Fenolojik Gelişmesi İle Salkım, Tane Ve Şıra Özellikleri Üzerine Etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 20(2) ,319-325.
- Turgut B, Aksakal E (2010). Fiğ Samanı ve Ahır Gübresi Uygulamalarının Toprak Aşınım Parametreleri Üzerine Etkileri. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 11 (1):1-10.
- Türkmen C, Temel E, Çatal G, Sinecen M, Mısırlıoğlu M (2013). Bazı Atık Ve Toprak Düzenleyicilerin Toprakta Solucan Davranışlarına Etkisi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 11: 79–86.
- Tavallı İ (2011), “ Farklı Dozlarda Uygulanan Vermikompostun Toprağın Enzim Aktivitesi Ve Bakteriyel Varlığı Üzerine Etkisi ”, (Yüksek Lisans Tezi), Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, ANTALYA.
- Tavallı İ, Maltaş A, Uz İ, Kalan M (2013). Karnabaharın (*Brassicaoleracea* var. *botrytis*) Verim, Kalite ve Mineral Beslenme Durumu Üzerine Vermikompostun Etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 26(2): 115-120.

- Tutar U (2013). Toprak Solucanlarından Elde Edilen Vermikompostun Bazı Bitki Patojenleri Üzerindeki Antimikrobiyal Aktivitelerinin Araştırılması. Cumhuriyet University Faculty of Science ISSN: 1300-1949 Science Journal (CSJ), Vol.34, No.2
- Tacıroğlu B, Kara E, Sak T (2016). Toprakta Ağır Metal Gideriminde Solucanların Kullanımı. KSÜ Doğa Bil. Derg. 19(2), 201-207.
- Tavuç İ (2017). Orman Ekosisteminde Toprak Solucanlarının Önemi ve Popülasyonlarının Örneklemede Kullanılan Metotlar Üzerine Bir Bakış. Ormancılık Araştırma Dergisi, 4:1, 22-29.
- Tutar U, Karaman İ (2017). Investigation of Antibacterial Properties of Mucus and Coelomic Fluid Obtained from *Eisenia fetida*. Cumhuriyet Sci. J., Vol.38-3: 427-434.
- Ünlü H, Padem H (2009). Organik Domates Yetiştiriciliğinde Çiftlik Gübresi, Mikrobiyal Gübre ve Bitki Aktivatörü Kullanımının Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Ekoloji 19, 73, 1-9.
- Yoloğlu E (2015). Toprak Solucanları Üzerine Tebukonazol ve Thiramın Toksik Etkilerinin Alan Çalışması ile Değerlendirilmesi. Fen Bilimleri Dergisi 5 (1): 24-35.
- Yılmaz E, Ozen N, Ozen M (2017). Determination of Changes in Yield and Quality of Tomato Seedlings (*Solanum lycopersicon* cv. Sedef F1) in Different Soilless Growing Media. Mediterranean Agricultural Sciences 30(2): 163-168.
- <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.13887&MevzuatIliski=0&sourceXMLSearch=.pdf> (Erişim tarihi: 19.04.2018)
- <http://resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/08/20100803-5.htm> (Erişim tarihi: 19.04.2018)
- <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/02/20180223-4.htm> (Erişim tarihi: 19.04.2018)

ÖZGEÇMİŞ

Seyhan AKYURT 04.10.1992 yılında İstanbul'da doğdu. 1998 yılında İstanbul'da Ticaret Odası İlköğretim Okulunda başlayan İlkokul hayatını, 2002 yılında Giresun'un Görele İlçesinde bulunan Hasan Ali Yücel İlköğretim Okulunda devam etti. 2006-2010 yılları arasında Görele Anadolu Lisesi / Giresun lisesinden mezun oldu. 2011-2015 yılları arasında Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nü bölüm birinciliğiyle bitirerek Çevre Mühendisi ünvanını aldı.

2015 yılında mezun olduktan sonra aynı yılda Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans'a başladı. Öğrencilik Yıllarının 2012-2016 yılları arasında Zafer Prefabrik'de stajyer olarak çalıştı. 2017 yılında Uzunoğlu OSGB'de Çevre Mühendisi olarak işe başladı. 2017 Temmuz ayı itibari ile Moroğlu Geri Dönüşüm'de Çevre Mühendisi olarak devam etmektedir.