



**FINDIK KABUĞU İLE SÜT ENDÜSTRİSİ  
ATIKLARINDAN *Eisenia foetida* YARDIMI İLE  
VERMİKOMPOST ELDE EDİLMESİ:  
KÜÇÜK ÖLÇEKLİ ÇALIŞMA**

**Özgür SOYTÜRK**

Yüksek Lisans Tezi

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı  
Danışman: **Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK**  
2020



T.C.

TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FINDIK KABUĞU İLE SÜT ENDÜSTRİSİ ATIKLARINDAN *Eisenia foetida*  
YARDIMI İLE VERMİKOMPOST ELDE EDİLMESİ:  
KÜÇÜK ÖLÇEKLİ ÇALIŞMA

Özgür SOYTÜRK

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

TEKİRDAĞ-2020

Her hakkı saklıdır.



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde eksiksiz biçimde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Özgür SOYTÜRK



Bu tez NKÜBAP tarafından 03.YL.19.218 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK danışmanlığında, Özgür SOYTÜRK tarafından hazırlanan “Fındık Kabuğu İle Süt Endüstrisi Atıklarından *Eisenia foetida* Yardımı İle Vermikompost Elde Edilmesi: Küçük Ölçekli Çalışma” başlıklı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından 08.05.2020 tarihinde Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul/red edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU

*İmza:*

Üye : Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

*İmza:*

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Selçuk GÖÇMEZ

*İmza:*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### FINDIK KABUĞU İLE SÜT ENDÜSTRİSİ ATIKLARINDAN *Eisenia foetida* YARDIMI İLE VERMİKOMPOST ELDE EDİLMESİ: KÜÇÜK ÖLÇEKLİ ÇALIŞMA

**Özgür SOYTÜRK**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

Bu araştırmada bitkisel kökenli fındık kabuğu (NS) ve hayvansal kökenli inek dışkısı (M) atıkları belirli oranlarda karıştırılarak *Eisenia foetida* yardımıyla laboratuvar koşullarında vermikompost üretilmiştir. Bu amaçla Sakarya ilindeki bir laboratuvar ortamında 4 ay süren ve 3 tekerrürlü olarak düzenlenen söz konusu araştırma tamamıyla şansa bağlı deneme planına göre planlanarak yürütülmüştür. Denemede kapaklı özel kaplar kullanılarak 5 farklı uygulama (NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub>; NS<sub>75</sub>M<sub>25</sub>; NS<sub>50</sub>M<sub>50</sub>; NS<sub>25</sub>M<sub>75</sub>; NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub>) ve her bir uygulama için de 250'şer adet *Eisenia foetida* cinsi solucanlar kullanılmış olup, nemlendirme ihtiyacı için saf su kullanılmıştır. Deneme sonunda elde edilen 5 farklı vermikompost örneklerinde; pH, EC, nem, organik madde, toplam hümik+fulvik asit, toplam azot, toplam organik karbon (TOC), toplam P, suda çözünür K ile Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu analizleri yapılmıştır. Denemenin sonunda aynı zamanda solucan sayıları da belirlenmiş ve geçen süredeki değişim değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, ortalama en yüksek % N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu değerleri sırasıyla % 1,75; 0,38; 1,12; 1,7; 0,38; 0,12; 0,01; 0,01 ve 0,004 değerleri ile inek dışkısının yüksek oranda olduğu NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub> uygulamasında, söz konusu tüm parametreler için en düşük değerler ise fındık kabuğunun en yüksek oranda olduğu NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> uygulamasında tespit edilmiştir. Bütün parametreler göz önüne alındığında ortalama pH, EC ve nem değerleri sırasıyla 7,64; 964,51 µS/cm ve % 67,73 olarak bulunmuştur. Bütün parametreler içerisinde ortalama en yüksek organik madde miktarı %41,11 ve TOC miktarı %41,23 değeri ile NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> uygulamasında, ortalama en yüksek toplam hümik+fulvik asit miktarı ise %25,89 değeri ile NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub> uygulamasında tespit edilmiştir. Vermikompost için aranan özelliklerden birisi olan ve düşük değerlerde olması arzu edilen ortalama C:N oranı en yüksek 101,67 değeri ile NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> uygulamasında, en düşük 19,43 değeri ile NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub> uygulamasında tespit edilmiştir. Deneme sonunda analizi yapılan bütün parametreler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,01). Elde edilen sonuçlara göre, araştırmanın son günündeki 3 tekerrürün ortalamasına göre solucan sayısı en fazla 258 adet solucan ile 4. uygulamada (NS<sub>25</sub>M<sub>75</sub>) belirlenmiş olup, başlangıca göre sadece 8 adet solucan artışı olduğu gözlemlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** İnek gübresi, fındık kabuğu, *Eisenia foetida*, vermikompost, organik madde.

2020, 77 sayfa

## ABSTRACT

MSc. Thesis

### VERMICOMPOSTING OF WASTES FROM HAZELNUT SHELL AND DIARY INDUSTRIES WITH *Eisenia foetida*: A SMALL-SCALE STUDY

**Özgür SOYTÜRK**

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

In this study vermicompost was produced by *Eisenia foetida* using mix of certain ratios of nut shell (NS) and cow manure in lab conditions. The experiments were conducted according to randomized complete block design with three replicates in a lab in Sakarya, Turkey for 4 months. Five different treatments (NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub>; NS<sub>75</sub>M<sub>25</sub>; NS<sub>50</sub>M<sub>50</sub>; NS<sub>25</sub>M<sub>75</sub>; NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub>) were tried in special containers with lids together with 250 *Eisenia foetida* worms for each trial. Distilled water was used for humidification. pH, EC, humidity, organic matter, total humic+fulvic acid, total nitrogen, total organic carbon (TOC), total P, dissolved K, Mg, Ca Fe, Mn, Zn and Cu were analyzed for each 5 trials at the end of the experiment. Moreover, worms were counted and changes over time were determined. The highest average N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn and Cu percentages were obtained as 1,75; 0,38; 1,12; 1,7; 0,38; 0,12; 0,01; 0,01 an 0,004 %, respectively in the trial with the highest ratio of cow manure (NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub>), and the lowest of these measurements were obtained in the trial with the highest ratio shell (NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub>). The average pH, EC, and humidity were found to be 7,64; 964,51 µS/cm and 67,73%, respectively. The highest organic matter content (41,11%) and TOC content (41,23%) was obtained from NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub>, and the highest humic+fulvic acid content (25,89%) was obtained from the trial NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub>. The C:N ratio which is desired to be low for vermicompost was obtained as highest from NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> trial, and lowest from NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub> as 101,67 and 19,43, respectively. The differences between each parameter were found to be statistically significant (p<0,01). The highest average earthworm count on the last day of the experiment was 258 in the NS<sub>25</sub>M<sub>75</sub> trial and it was only 8 earthworms more than the starting count.

**Keywords:** Cow manure, hazelnut shell, *Eisenia foetida*, vermicompost, organic matter.

2020, 77 pages



## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL DİZİNİ.....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	x
TEŞEKKÜR.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
2.1. İnek Gübresi İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	5
2.2. Fındıkta Bitki Besleme ve Gübreleme İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	6
2.3. Fındık Kabuğunun Değerlendirilmesi İle İlgili Yapılan Diğer Çalışmalar.....	9
2.4. Vermikompost İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
3.1. Materyal.....	19
3.2. Araştırma Yerinin Coğrafi Konumu.....	19
3.3. Denemenin Planlanması ve Yürütülmesi.....	21
3.4. Yapılan Analizler.....	23
3.4.1. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri.....	23
3.4.2. İstatistiksel Analiz Yöntemleri.....	24
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	25
4.1. İnek Gübresi ve Fındık Kabuğunda Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	25
4.1.1. İnek Gübresi ve Fındık Kabuğunda Makro Element Analizleri.....	25
4.1.2. İnek Gübresi ve Fındık Kabuğunda Mikro Element Analizleri.....	25
4.1.3. İnek Gübresi ve Fındık Kabuğuna Ait Diğer Analizler.....	25
4.2. Vermikompost Örneklerinde Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	26
4.2.1. Vermikompost Örneklerinde Makro Element Analizleri.....	26
4.2.2. Vermikompost Örneklerinde Mikro Element Analizleri.....	28
4.2.3. Vermikompost Örneklerine Ait Diğer Analizler.....	29
4.3. Vermikompost Örneklerinin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi.....	31
4.3.1. Vermikompost Örneklerinden Makro Elementlerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi.....	32

4.3.2. Vermikompost Örneklerinden Mikro Elementlerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi.....	39
4.3.3. Vermikompost Örneklerinde Diğer Analizlerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi.....	43
4.4. Deneme Sonrasındaki Solucan Sayıları.....	47
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	49
KAYNAKLAR.....	51
EKLER.....	62
ÖZGEÇMİŞ.....	66



## ÇİZELGE DİZİN

<u>Çizelge 4.1. İnek gübresi ve fındık kabuğunda N, P, K, Ca, Mg, C ve C:N analiz sonuçları...</u>	<u>25</u>
<u>Çizelge 4.2. İnek gübresi ve fındık kabuğunda Fe, Mn, Zn ve Cu analiz sonuçları.....</u>	<u>25</u>
<u>Çizelge 4.3. İnek gübresi ve fındık kabuğunda pH, EC, organik madde, hümik+fulvik asit ve nem analizi sonuçları.....</u>	<u>26</u>
<u>Çizelge 4.4. Vermikompost örneklerinde N, P, K, Ca, Mg, C ve C:N analiz sonuçları.....</u>	<u>26</u>
<u>Çizelge 4.5. Vermikompost örneklerinde Fe, Mn, Zn ve Cu analiz sonuçları.....</u>	<u>28</u>
<u>Çizelge 4.6. Vermikompost örneklerinde pH, EC, organik madde, hümik+fulvik asit ve nem analizi sonuçları.....</u>	<u>30</u>
<u>Çizelge 4.7. Farklı uygulamalarla elde edilen vermikompost örneklerinin makro analiz değerlerine ve C:N oranına göre tanımlayıcı istatistikleri (Xort±Sh) ve önem testi sonuçları.</u>	<u>32</u>
<u>Çizelge 4.8. Farklı uygulamalarla elde edilen vermikompost örneklerinin mikro element analiz değerlerine göre tanımlayıcı istatistikleri (Xort±Sh) ve önem testi sonuçları.....</u>	<u>39</u>
<u>Çizelge 4.9. Farklı uygulamalarla elde edilen vermikompost örneklerinin diğer analiz değerlerine göre tanımlayıcı istatistikleri (Xort±Sh) ve önem testi sonuçları.....</u>	<u>43</u>
<u>Çizelge 4.10. Deneme sonunda kaplardaki solucan sayısı.....</u>	<u>47</u>

## ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1.1 Ülkemizde 2019 yılında kayıtlı verim çağındaki fındığın illere göre alan bazlı dağılımı (%).....	3
Şekil 3.1. 2 mm çapında elek.....	19
Şekil 3.2. Öğütülmüş fındık kabuğu.....	19
Şekil 3.3 Sakarya ilinin haritadaki konumu.....	20
Şekil 3.4. Kapaklı deneme kabı.....	21
Şekil 3.5. Deneme planı.....	22
Şekil 3.6. Deneme bileşenleri.....	23
Şekil 4.1. Vermikompost muamelelerinin a (N), b (P), c (K), d (Ca), e (Mg), f (C), g (C:N) değerleri ortalamalarına ait sütun grafik.....	34
Şekil 4.2. Vermikompost muamelelerinin a (Fe), b (Mn), c (Zn), d (Cu), değerleri ortalamalarına ait sütun grafik.....	40
Şekil 4.3. Vermikompost muamelelerinin a (pH), b (EC), c (OM), d (toplam hümik+fulvik asit), e (nem) değerleri ortalamalarına ait sütun grafik.....	44
Şekil 4.4. Deneme sonunda sayılan solucanlar.....	48

## **EKLER DİZİNİ**

Ek 1. Uygulamalara ait makro element değerleri (tekerrürler dahil).....	59
Ek 2. Uygulamalara ait mikro element değerleri (tekerrürler dahil).....	60
Ek 3. Uygulamalara ait diğer analiz değerleri (tekerrürler dahil).....	61
Ek 4. Uygulamalardan makro element değerlerine ait varyans analizleri.....	62
Ek 5. Uygulamalardan mikro element değerlerine ait varyans analizleri.....	63
Ek 6. Uygulamalardan diğer analiz değerlerine ait varyans analizleri.....	64
Ek 7. Deneme sonunda kaplardaki solucan sayıları (tekerrürler dahil).....	65



## SİMGELER VE KISALTMALAR

ANOVA	: Tek değişkenli varyans analizi
ASTM	: American Society For Testing and Materials- Amerikan Test ve Malzeme Kurumu
Cal	:Kalori
df	: Serbestlik derecesi
M	: İnek gübresi-manure
NaOH	:Sodyum hidroksit
KO	:Kareler ortalaması
KT	: Kareler toplamı
NS	: Fındık kabuğu-nut shell
MPa	: Megapascal
OM	: Organik madde
p	: Varyans analizi önem derecesi
RG	: Resmi Gazete
S <sub>h</sub>	: Standart hata
SPSS	: Statical Package for the Social Sciences- Sosyal bilimler için istatistik programı
TSE	:Türk Standartları Enstitüsü
TSS	:Total Soluble Solids - Toplam çözünür katı madde
TOC	: Toplam organik karbon
VC	: Vermicompost- solucan gübresi
X <sub>ort</sub>	: Paralel örneklerin ortalama değeri
µm	: Mikrometre

## TEŞEKKÜR

Bu tezin tüm aŐamalarında yardım ve desteklerini esirgemeyen, mesleki bilgi ve birikimini paylaŐarak her konuda yanımda olup beni yönlendiren, danışmanlığımı üstlenen saygı değer hocam Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK'e teŐekkürlerimi sunarım.

Tezin istatistiksel analizlerinin yorumlanmasında bana yardımcı olan değerli hocam Prof. Dr. Eser Kemal GÜRÇAN'a teşekkür ederim.

Tezimi NKÜBAP 03.YL.19.218 sayılı proje ile finansal olarak destekleyen Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında manevi desteğini sürekli yanımda hissettiğim, sabrı ve hoşgörüsü için değerli eşim ve meslektaşım Zir. Müh. Berrin SOYTÜRК'e, kızlarım Beren SOYTÜRК ve Ceren SOYTÜRК'e teşekkür ederim.

Mayıs, 2020

Özgür SOYTÜRК  
Ziraat Mühendisi

## 1. GİRİŞ

Günümüzden 10-12 bin yıl öncesi dünya nüfusu 80 milyon iken 17. yüzyıl ortalarında 500 milyona ve geçtiğimiz 350 yılda da 12 kat artarak 6 milyara yükselmiştir (Çamurcu, 2005). Birleşmiş Milletler'in tahminlerine göre 21. yüzyılın ortalarında dünya nüfusu 9,7 milyar ve 2100 yılında 11,2 milyara yükselmesi öngörülmektedir (Özgür, 2017). Günümüzde dünyadaki nüfus artışı devam etmekte ve tahminen 7,8 milyar olduğu belirtilmektedir (Anonim, 2020).

Dünya Bankası yayınladığı raporda, 2,9 milyar insanın kentlerde yaşadığı 10 yıl öncesinde günlük kişi başına atık üretme miktarı 0,64 kilogram seviyesindeyken, günümüzde bu miktarın 1,2 kilogram seviyelerine yükseldiği, 2025 yılında 4,3 milyar kişiye yükselmesi öngörülen kentli nüfusun, günlük kişi başına atık üretme miktarının 1,42 kilograma kadar yükseleceğini belirtmektedir (Anonim, 2019).

Bugüne kadar yapılan klasik (geleneksel) tarımda, sadece verimi yükseltmek hedef alınmış ve üretici destekleri de yetkili mercilerce bu şekilde devam etmiştir. Örneğin, verimi artırma etkisi olan “yüksek verimli çeşitler ve tohumlar” desteklenmiş, gübre doz ve çeşitlerinin verim artırma üzerindeki etkileri ele alınmış, hastalık ve zararlılar için en etkili ilaçlar geliştirilmiş, sulama yöntem ve zamanlarının belirlenmesinde ve ayrıca insan gücü yerine makinelerin geliştirilmesi hedeflenmiştir (Kutar ve Ayan, 2004). Ancak verim ile birlikte kaliteye de etkisi olan özellikle sürdürülebilir tarımın sağlanmasını destekleyen organik gübrelerin kullanımı ve toprak analizleri gibi uygulamaların önemi bugünlerde anlaşılmaya başlanmış ve bu sayede de modern tarımın temelleri günümüzde yeniden atılmaya başlanmıştır.

Yeniden değerlendirme imkânı olan atıkları fiziksel, kimyasal ve biyolojik işlemlerle kullanılabilir hammaddelere dönüştürülmesi ve üretim sürecine dahil edilmesi işleme geri dönüşüm denir. Ekonomik bir atık yönetimiyle geri dönüştürülebilir malzemeler tekrar üretim sürecine dahil edilerek hem atık miktarı azaltılır hem de yeniden üretim sürecine dahil edilebilir.

Yakın geçmişe kadar tarımsal üretimde en çok tercih edilen ahır gübresinin yabancı ot kontrolünde problemlere sebep olması ve hijyenik olmaması gibi problemlerin ortaya çıkmasıyla, 1970'li yıllardan itibaren bilim insanlarının uğraşlarıyla solucanlar kullanılarak



ahır gübreleri özel işlemlerden geçirilmiş ve etkisi çok yönlü olan bir yandan bitki besin maddeleri içeren bir yandan toprak ıslah maddesi olarak kullanılan vermikompost ortaya çıkmıştır (Bellitürk, 2017).

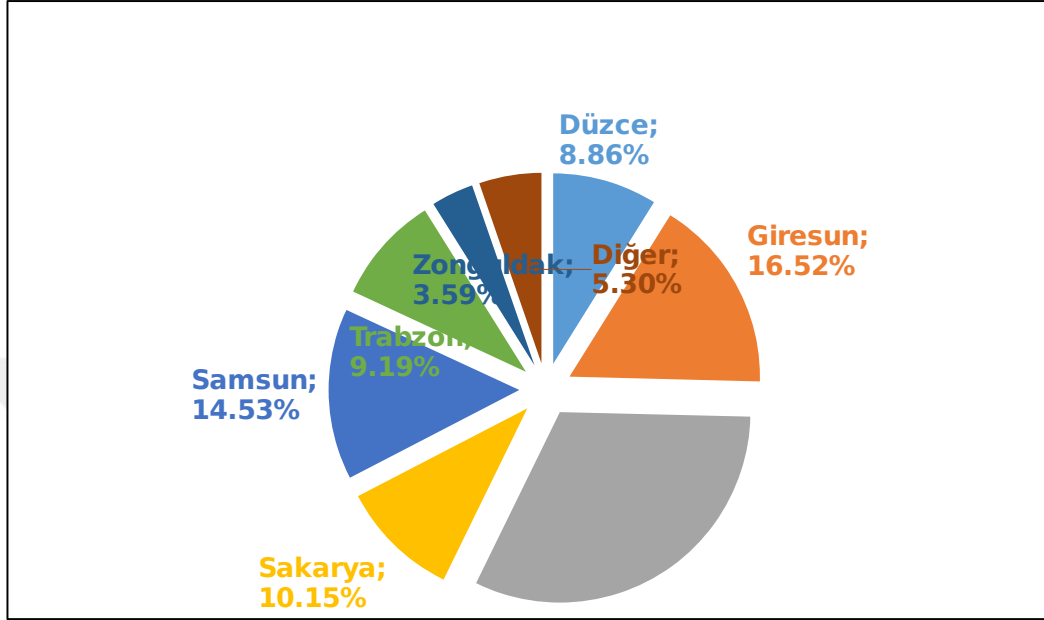
Küresel ısınma gibi nedenlere bağlı doğanın ve iklimlerin değişmesi neticesinde, tarım toprakları, bitki büyümesindeki etkili olan bitki besin elementlerini tutamaz hale gelmiş ve verimsizleşme sürecine girmiştir. Toprakların bilinçsizce kullanımı sebebi ile toprak organik maddesinin gün geçtikçe azalması ile %1 seviyesinin altına inmiştir. Toprak organik maddesini artırmak için kimyasal gübre kullanımı tek başına yeterli değildir. Toprakta organik madde miktarını arttırmak için solucan gübresi, çöp komposu, yarasa gübresi, yeşil gübre, termofilik kompost vb. gübrelerin takviyesi ile sürdürülebilir tarım yapmak mümkündür. Organik gübreler içinde ise yıldızı giderek parlayan vermikompostun iyi bilinmesi, hem üretiminin hem de tarımda kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir (Bellitürk, 2016).

Genel bir kural olarak hayvansal ve bitkisel atıkların karışımıyla beslenen solucanlardan elde edilen vermikompostun daha iyi kaliteli bir organik gübre olduğu belirtilmektedir (Bellitürk, 2017).

Fındık, bademden sonra dünyada en yaygın yetiştiriciliği yapılan, sert kabuklu meyvedir. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü (TMO) 2018 Fındık Sektörü Raporu'nda; Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK) ve Uluslararası Sert Kabuklu ve Kuru Meyveler Konseyi (International Nut and Dried Fruit Council-INC) verilerine göre 2014-2018 yılları arasında ortalama kabuklu fındık üretiminin %68'inin (541.200 ton) Türkiye ve %32'sinin (333.470 ton) diğer ülkelerin üretimlerinin olduğu belirtilmiştir (TMO, 2019).

Ülkemizde fındık üretimi, 2844 sayılı Fındık Üretim Planlanması ve Dikim Alanlarının Belirlenmesi Hakkında Kanun çerçevesinde ruhsatlı üretim alanları en son 2014/7253 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile 16 il ile sınırlandırılmıştır. Türkiye ekonomisinde oldukça önemli bir yeri olan fındığın Karadeniz'e kıyısı olan hemen her ilimizde ticari olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Fındık, dünyanın çeşitli bölgelerinde ve coğrafi alanlarında yaşam tarzıyla özdeşleşen, bölge insanının kültürü, sosyal ve ekonomik yapısı üzerinde derin izler oluşturan nadir ürünlerdendir. Fındık meyvesi yemiş olarak tüketildiği gibi pasta ve çikolata endüstrisinde geniş ölçüde kullanılmaktadır (Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, 2018). Ancak fındık kabuğunun kullanımı ve geri dönüşümünün sağlanarak ikinci bir gelir konusunda üreticilerin bilgi ve deneyimi konusunda yetersiz olduğu bilinen bir durumdur.

Geçtiğimiz yıl verim çağındaki fındığın alan bazlı dağılımı kayıtlı 7.128.569 dekarın %8,86'sı Düzce, %16,52'si Giresun, %31,86'sı Ordu, %10,15'i Sakarya, %14,53'ü Samsun, %9,19'u Trabzon, %3,59'u Zonguldak ve %5,3'ü diğer iller olarak Şekil 1.1'de gösterilmiştir (TMO, 2019).



Şekil 1.1 Ülkemizde 2019 yılında kayıtlı verim çağındaki fındığın illere göre alan bazlı dağılımı (%)

Fındıkta randıman (iç oranı), kavramı fındığın iç ağırlığının (sağlam meyve) toplam meyve ağırlığına oranlanmasıyla % olarak ifade edilir (Denklem 1.1). Randıman genellikle 50 olarak kabul edilir ve fiyatlandırmada önemli kriterlerden biridir.

$$\text{Randıman (\%)} = (\text{İç Ağırlığı} / \text{Meyve Ağırlığı}) \times 100 \quad (1.1)$$

TMO “2018 Fındık Sektörü Raporu” dikkate alındığında 2014-2018 yılları arasında ülkemizde üretilen 541.200 ton kabuklu fındığın, ortalama %50 randımanla 270.600 tonunun sert kabuk olduğu sonucuna varılır. Fındık işlemeden sonra ortaya çıkan ve genellikle yakacak olarak kullanılan bu organik atığın vermikompost üretiminde kullanılması amaçlanmaktadır. Bu sayede inek dışkısı ve fındık kabuğundan elde edilen organik gübre ile tarıma olumlu yönde katkı sağlanacaktır. Atıklar çevreye zarar vermeden bertaraf edilecek, atıklardan katma değeri yüksek yan ürün elde edilmiş olunacak, kimyasal gübre miktarı azaltılarak ekonomiye

katkı sağlanacak, topraklarımızın organik madde miktarı arttırılarak sürdürülebilir tarım için zemin oluşturulacaktır.

Ülkemizde sığır varlığı; TUIK verilerine göre 8.559.855 baş kültür, 7.554.625 baş melez ve 1.573.659 baş yerli sığır olarak toplamda 17.688.139 baştır (TUIK, 2020). Bu durumda büyükbaş hayvanların dışkılarının kompost, vermikompost teknikleri ile organik gübreye dönüştürülmesi ve tarım topraklarının iyileştirilmesi için “organik gübre” materyali olarak kullanılmasının artırılması ve yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu durum, özellikle organik madde miktarı bakımından fakir olan tarım topraklarımızın sürdürülebilir olarak kullanımı ve gelecek nesillere aktarılmasında mutlak bir zorunluluk haline gelmiştir.

Türkiye tarım topraklarının verimlilik kapasiteleri giderek düşmekte, organik madde düzeyleri azalmakta ve bazı alanların toprak pH değerleri asitleşme eğilimi göstermektedir. Bu konuda günümüzde yapılan bazı araştırmalar göstermiştir ki, tarım alanlarında toprak analizleri yapılmadan asla gübreleme yapılmamalı ve geleneksel bilgiler ile yanlış kimyasal gübre kullanılmasından vazgeçilmesi ve gübreleme programlarında vermikompost gibi organik gübrelerin yer alması gerekmektedir (Bellitürk, 2019).

İnek dışkısından üretilen vermikompost sadece NPK içeren bir gübre olmaktan ziyade, aynı zamanda ürün verimini, toprak sağlığını artıran ve topraklardaki yararlı Zn ile Fe oranlarını destekleyen organik materyallerdir (Aslam vd., 2019).

Bu araştırmada ülkemizin en önemli tarım ürünlerinden olan fındığın işlendikten sonra geriye kalan kuru dış kabukları ile inek dışkısı dışkısı karışımından üretilen solucan gübresinin (vermikompost) tarımsal bir girdi olarak “organik gübre” niteliği taşıyıp taşımadığı ve hangi karışımın analizleri yapılan besin elementleri ve diğer parametreler açısından daha önemli olduğu ortaya konulmaya çalışılmıştır. Dolayısıyla hayvansal ve bitkisel iki önemli atığın organik gübre olarak vermikomposta *Eisenia foetida* solucanları yardımıyla dönüştürülmesi neticesinde geri dönüşümünün küçük ölçekli işletmeler açısından sağlanmaya çalışılması da araştırmanın diğer önemli amaçlarından birisidir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. İnek Gübresi İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Ceylan, Yoldaş, Mordoğan ve Çakıcı (1999)'nın, sera koşullarında yaptıkları bir denemede 5 değişik hayvan gübresinin (keçi, at tavuk, koyun ve sığır) domates kalitesi ve verimi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları bir araştırma sonucunda, meyve eni, verim, et kalınlığı, meyve ağırlığı, pH ve C vitamini içeriğinin hayvansal gübrelerden önemli düzeyde etkilendiğini saptamışlardır.

Gopal, Gupta, Sunil ve Thomas (2009), yaptıkları bir çalışmada hindistan cevizi yaprakları ile inek gübresinden kompost ve vermikompost üretmişlerdir. Vermikompostun hindistan cevizi yaprakları ve inek gübresi kompostundan daha geniş bir mikrobiyal topluluğa sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Hasat sonrası sera atıklarından elde edilen kompost ahır gübresi ile beraber toprağa uygulanmış ve toprağın bazı kimyasal özellikleri ve biber (*Capsicum annuum* L.) verimi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Çalışma; 2014-2015 yılları arasında, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Denemede; NPK, gübreleri ile birlikte farklı oranlarda kompost ve ahır gübresi uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, toprağın kimyasal özellikleri ve biber verimi üzerine en etkili uygulamaların NPK ile birlikte 4 t da<sup>-1</sup> ahır gübresi, 4 t da<sup>-1</sup> ve 8 t da<sup>-1</sup> kompost olduğu belirtilmiştir (Çerçioğlu, Yağmur, Kara ve Okur, 2017).

Hardal otu kullanılarak fitoremediasyon yöntemiyle topraktan ağır metal temizlenmesi amacıyla 81 günlük saksı deneyi yapılmıştır. Yapılan çalışmada toprak ve inek gübresi kompostu 1:1 oranında karıştırılmıştır. Toprakta pH, EC, organik madde ve organik karbon gibi fiziko-kimyasal parametreler 0., 21., 51. ve 81. günlerde analiz edilmiştir. ICP-MS ile ağır metal analizi yapılmıştır. Sonuçlar, kurşun alımının diğer ağır metallere göre daha fazla olduğunu ortaya koymuş ve translokasyon faktörüne dayanan hardal otunun, hiperakümülatör olarak işlev gördüğü belirtilmiştir (Gayatri, Sailesh, Srinivas, 2019).

Ham fosfat ve farklı organik gübre uygulamalarının mısır bitkisinin gelişimi, P içeriği ve fizyolojik etkinliği ile bazı bitki besin maddesi içerikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla kontrol toprağı ile beraber %3 oranında çeşitli organik gübre ve kompostlar ile 300 mg kg<sup>-1</sup> P olacak şekilde ham fosfat uygulanmış ve 15 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır.

Sonuçta, bitkide en yüksek kuru ağırlık sığır, tavuk ve at gübre uygulamalarından, en düşük ise kontrol uygulaması ile birlikte ticari organik gübre ve çöp kompostu uygulamalarından elde edilmiştir. Bitkinin P içeriği tavuk gübresi, çöp kompostu ve fındık zuruf kompostu uygulamalarında, Mısır bitkisinin toplam N, K, Fe ve Cu içerikleri en yüksek tavuk gübresi uygulamasından elde edilirken, en düşük kontrol, çöp kompostu ve sığır gübresi uygulamalarından elde edilmiştir. Çöp ve çay atığı kompostlarında bitkinin Zn ve Mn içerikleri yüksek olmuştur. Ham fosfat uygulamaları mısır bitkisinin kuru ağırlığını, P içeriğini, P alımını, konsantrasyona göre fizyolojik etkinliğini ve Fe içeriğini önemli düzeyde arttırmıştır. P alımına göre fizyolojik etkinlik, bitkinin Cu, Zn ve Mn içeriği ham fosfat uygulaması ile önemli düzeyde azalırken, N ve K içerikleri önemli düzeyde arttırdığı belirtilmiştir (Yurtseven, 2019).

Organik sebze yetiştiriciliği yapılan arazide çiftlik gübresi ve yeşil gübrelemenin etkilerinin toprağın fiziksel özelliklerine etkilerinin incelendiği çalışma yürütülmüştür. Çalışmada kontrol (gübresiz), çiftlik gübresi (3,5 t da<sup>-1</sup>) ve yeşil gübre uygulamalarının bazı toprak fiziksel özellikleri (toprak su karakteristikleri, yarayıklı su içeriği, gözeneklilik ve hacim ağırlığı) üzerine etkileri 2 yıl süreyle incelenmiştir. Araştırmada, en yüksek hacimsel toprak su içeriği ve en yüksek toplam gözeneklilik ile makro ve mikro gözenek hacmi çiftlik gübresi uygulamasında, en düşük değerler ise kontrol uygulamasında elde edilmiştir. En yüksek hacim ağırlığı kontrol uygulamasında, en düşük hacim ağırlığı ise çiftlik gübresi uygulamasında bulunmuştur. Bu sonuçlar, farklı organik materyal uygulamalarının toprak fiziksel özellikleri üzerine etkilerinin önemli olduğunu göstermiştir (Müjdeci, Demircioğlu ve Alaboz, 2020).

## **2.2. Fındıkta Bitki Besleme ve Gübreleme İle İlgili Yapılan Çalışmalar**

Palaz fındık çeşidinde azotun farklı dozlarının uygulandığı 2 yıllık çalışmada, verim, meyve kalitesi ve beslenme üzerine etkisi incelenmiştir. Artan azot dozlarının verim, meyve ağırlığı, iç ağırlığı, iç oranı, sağlam iç oranı, boş iç oranı ve buruşuk iç oranı üzerine etkisi, istatistikî olarak önemli değildir. Azot uygulamasıyla, çotanaktaki meyve adedini kontrole göre önemli düzeyde artmıştır (Beyhan, Demir ve Sürücü, 1998).

Ülkemizde ekonomik öneme sahip fındık çeşitlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlendiği çalışmada, analiz bulguları ile fındık çeşitlerinin arasındaki farklılık, beslemenin önemi, ürün kalitesi ve diğer çerezlerle olan ilişkileri karşılaştırılmıştır.

Yapılan analizlerle çeşitlerin iç oranı, tane ağırlığı, nem, yağ, protein, selüloz, kül ve mineral içerikleri belirlenmiştir (Özdemir, Topuz, Doğan ve Karkacier, 1998).

Ordu'da fındık arazilerinin verimlilik ve bitki beslenme durumunu belirlemek amacıyla toprak ve fındık yaprağında yapılan çalışmada, yöre topraklarının asidik karakterli, az kireçli, ağır ve orta bünyeli, azot ve organik madde bakımından yeterli olduğu belirtilmiştir. Fındık bahçelerinden alınan yaprak örneklerinin yarıdan fazlasında N, P, K, Mg ve B içeriklerinde noksanlık, yaklaşık 1/3'ünde Zn içeriğinde noksanlık gözlenirken; Ca, Fe, Cu ve Mn içeriklerinin yeterli ve fazla miktarlarda olduğu belirlenmiştir (Tarakçıoğlu, Yalçın, Bayrak, Küçük ve Karabacak, 2001).

Fındık zurufunun organik tarımda kullanılabilirliği, ürün ve toprak özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla çalışma yürütülmüştür. Organik gübre kullanımının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fındık zurufu (taze) ve organik ticari gübrenin tek başına uygulandığı parsellerde fındık verimi maksimum düzeye çıkmıştır. Organik gübre kullanımının, hasat sonrası alınan toprakların pH, yarayışlı P ve K içeriklerine etkisinin önemli, OM içeriğine etkisinin ise çok önemli olduğu belirtilmiştir (Özyazıcı, Özdemir, Özyazıcı, Üstün ve Turan, 2010).

Ordu ilinde yetiştirilen 2007 ve 2008 yıllarında farklı dozlarda toprak ve yapraktan bor uygulanmış ve fındıkta verim ve bazı meyve özellikleri ile yaprak analizleriyle N, P, K ve B içeriklerine etkisi incelenmiştir. Uygulanan borlu gübre dozunun verim üzerine etkisi, denemenin ilk yılında ve ikinci yılında istatistikî açıdan önemli bulunmuştur. Denemede gübre çeşidi ile dozunun istatistikî açıdan önemli olduğu belirtilmiştir. Toprak uygulamaları sağlam meyve oranını artırmış, yaprak uygulamaları ise boş meyve oranını azaltmıştır. Artan düzeylerde topraktan ve yapraktan uygulanan B dozu ile fındık bitkisi yapraklarının toplam B içeriği düzenli bir şekilde artış göstermiş; bu artış yapraktan uygulama dozlarında daha yüksektir. Gübre uygulamalarıyla, genel olarak yaprakların N içeriği azalırken, P ve K içerikleri yaprak uygulamalarında artmıştır. K içeriği toprak uygulamalarında ise azalmıştır (Şahin, 2010).

Fındık zurufundan biyoteknolojik tekniklerle elde edilen kompostun, toprak kalitesi üzerine etkisi, farklı toprak tekstürlerinde ve farklı örnekleme zamanlarında araştırılmıştır. Çalışmada kompostlanmış atık fındık zurufu farklı dozlarda uygulanarak toprakla karıştırılmıştır. Toprak örnekleri araziden farklı örnekleme dönemlerinde (ilkbahar, yaz,

sonbahar ve kış) alınmış ve bazı fiziksel ve kimyasal özellikler incelenmiştir. Fındık zurufu kompostu uygulaması organik madde içeriğini ve buna bağlı olarak değişebilir Na, K ve Mg miktarını artırmıştır. Fındık zurufu kompostu uygulamasının değişebilir Ca içeriğine etkisi ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Aygün, 2015).

Özkutlu vd. (2016) tarafından bildirildiğine göre Ordu ili merkeze bağlı köylerde fındık bahçelerinin toprak verimliliği ile bitki besleme arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için fındık bahçelerinden 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri ve toprak örneklerinin alındığı bahçeleri temsil edecek şekilde yaprak örnekleri alınmıştır. Toprak ve yaprak örneklerinin analiz sonuçları, toprak ve yaprak için kullanılan sınır değerlere göre karşılaştırılmıştır. Toprak ve yapraklarda makro ve mikro element düzeyinde noksanlıklar bulunmuş ve genel olarak beslenme sorunu olduğu tespit edildiği belirtilmiştir.

Ordu ilinde fındık yaprakları tarafından topraktan kaldırılan makro (N, P, K, Ca, Mg) ve bazı mikro (Zn, Cu, Mn, Fe) besin elementi miktarlarının saptanmasına yönelik gerçekleştirilen çalışmada; yaprak örneklerinde yapılan analiz sonuçlarına göre makro element konsantrasyonlarında önemli oranda eksiklikler saptanmıştır. Buna göre konsantrasyonların; N; %0,86-2,39, P; %0,08-0,22, K; %0,36-1,40, Ca; %1,05-2,20, Mg; %0,12-0,45 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yapraklardaki Zn konsantrasyonunun ise 10-68 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre fındıkta element konsantrasyonu bakımından çok geniş varyasyonların olduğu, fındığın mutlaka yaprak analizlerinin yapılması gerektiği belirtilmiştir (Özkutlu, Özcan, Ete Aydemir ve Akgün, 2018).

Konvansiyonel ve organik tarım yapılan fındık bahçelerinin toprak ve yaprak analizleriyle beslenme durumlarının araştırıldığı çalışmada, çalışma yapılan bütün bahçelerden 15'er adet toprak örneği ile Tombul ve Palaz fındık çeşitlerinden yaprak örnekleri alınmıştır. Toprak analiz sonuçlarına göre bahçeler arasında toprak özellikleri bakımından belirgin bir fark olmadığı, organik tarım yapılan fındık bahçesi topraklarının OM, toplam N, bitkiye yararlı P, ekstrakte edilebilir Ca ve Na, bitkiye yararlı Fe, Cu, Zn, Mn ve B içeriklerinin konvansiyonel tarım yapılan fındık bahçesi topraklarına oranla düşük olduğu belirlenmiştir. Organik tarım yapılan bahçelerde yapraklarının toplam N ve Na, Mg, Fe, Zn, Cu ve B içeriklerinin konvansiyonel bahçelerden daha düşük olduğu ve yaprak analiz sonuçlarına göre fındık bitkisi yapraklarının toplam Ca, Mg, Cu ve Zn içerikleri arasında önemli farklar olduğu tespit edilmiştir. Yaprakların besin element içerikleri optimum sınır

değerleriyle karşılaştırıldığında bahçelerin benzer oranlarda dağılım gösterdiği ve benzer beslenme sorunlarına rastlanıldığı belirtilmiştir (Bektaş, 2019).

Fındık arazilerinde yarayışlı Zn beslenmesi bakımından genel durumunu belirlemek ve ayrıca toprakların çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yarayışlı Zn element kapsamlarıyla ilişkilerini saptamak amacıyla toprak örneklerinde ekstrakte edilebilir Zn, Fe, Mn, Cu ve yarayışlı B analizleri yapılmıştır. Fındık yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı bahçelerde büyük oranda Zn noksanlığı olduğu belirtilmiştir. Ordu ilinin diğer fındık üretim alanlarına kıyasla veriminin düşük olmasının nedenleri arasında Zn noksanlığının, verimliliği sınırlayan gizli bir etmen olabileceği belirtilmiştir. Zn yetersizliğiyle birlikte, B bakımından da fındık bitkisinin yüksek oranında yetersiz beslendiği belirtilmiştir (Özkutlu, Ete Aydemir, Akgün ve Özcan, 2019).

### **2.3. Fındık Kabuğunun Değerlendirilmesi İle İlgili Yapılan Diğer Çalışmalar**

Atık fındık kabuklarının değerlendirilmesi amaçlanan çalışmada; kabuklarından lignin ekstre edilmiş ve nişasta bazlı biyofilmlerde katkı maddesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Fındık lignininin, saf lignin ile benzer spektrumlar verdiği saptandıktan sonra, fındık kabuğundaki lignin miktarı saptanmıştır. Lignin, mısır nişastasına çeşitli oranlarda katılarak karışımlar hazırlanmış, gliserol ve sorbitol gibi plastikleştiricilerin yardımı ile farklı özelliklerde biyofilmler elde edilmiştir. Fındık kabuğundan elde edilen ligninin uygun oranlarda nişastaya katılması ile düzgün, parlak filmler oluşturduğu ve bu filmlerin karakteristik özelliklerini iyileştirdiği belirtilmiştir (Çalgeriş, 2010).

Polipropilen ve atık fındık kabuklarından elde edilen unlar farklı oranlar kullanılarak polimer kompozit üretilmiş ve ekstrüzyon ve pres kalıplama yöntemleriyle üretilen kompozitlerin; çekme, eğilme, darbe direnci, kalınlığına şişme ve su alma değerleri araştırılmıştır. En iyi sonucun %30 oranında fındık kabuğu unu kullanılan kompozitlerde elde edildiği belirlenmiştir. Bununla birlikte üretilen kompozitlerin eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerine bakıldığında ASTM standardındaki değerleri sağladığı görülmüştür. Fındık kabuğunun farklı alanlarda kullanılarak üreticilere yeni bir gelir kaynağı oluşturulması hedeflenmiştir (Akbaş, Güleç, Tufan, Taşcıoğlu ve Peker, 2013).

Tarımsal atıklardan olan fındık kabuğu ve ceviz kabuğunun pirolizi ile elde edilen biyokömürlerin, sulu çözeltilerden Pb ve Cu iyonlarının gideriminde adsorpsiyon



özelliklerinin incelendiği çalışmada, farklı koşullarda gerçekleştirilen kesikli adsorpsiyon deneyleri ile belirtilen ağır metallerin sulu çözeltilerden giderimi için adsorpsiyon parametrelerinin (başlangıç ağır metal konsantrasyonu, sıcaklık, adsorban miktarı, pH, temas süresi ve karıştırma hızı) etkisi incelenmiş, optimum şartlar belirlenmiş ve elde edilen deneysel sonuçların Langmuir, Freundlich ve Temkin izoterm modellerine uygunluğu araştırılmıştır. Biyokömürlerin sulu çözeltilerden  $Cu^{+2}$  ve  $Pb^{+2}$  iyonlarının uzaklaştırılmasında etkin birer adsorban oldukları ve su kaynaklarından çevresel kirleticilerin ekonomik bir şekilde uzaklaştırılmasında değerlendirilmelerinin mümkün olabileceği belirtilmiştir (Arslan, 2018).

Samsun'da tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan fındık zurufu atığı, yakıt briketi üretimi amacıyla kullanıldığı çalışmada, fındık zurufu %13-15 nem aralığına gelinceye kadar kurutulmuş, 10 mm öğütme inceliği altında küçültülüp, 80 MPa sıkıştırma basıncında briketler haline getirilmiştir. Fındık zurufundan elde edilen briketlerin ortalama alt ısıl değeri 4232 cal  $g^{-1}$  olarak elde edilmiştir. Briketlerin kül içeriği değeri; %10,65, tumbler indeksi %75,82, shatter indeksi %95,82 ve birinci dakika sonunda su alma direnci %91,52 olarak tespit edildiği bildirilmiştir (Demirel ve Gürdil, 2018).

Tekinok ve Doğan (2020)'ın bildirdiğine göre; fındık zurufu çürütülüp parçalandıktan sonra, saksı toprağı için istenilen fizikokimyasal ve biyolojik özellikleri sağlayabilmektedir. Bununla birlikte, kuruduktan sonra tekrar su çekme zorluğu (hidrofobisite), torfa kıyasla daha yüksek olmaktadır. Yaz aylarında sahillerde büyük kitleler oluşturan yosunların kolay su çekme (hidrofilik) özelliklerinden faydalanılarak fındık zurufunun hidrofobik özelliğinin iyileştirilmesine çalışılmıştır. Fındık zurufuna yosun karıştırılması su tutma kapasitesini arttırılmıştır. Yosunun fındık zurufunun hidrofobisitesini iyileştirici, su tutma kapasitesini arttırıcı madde olarak kullanılabilceği, bu sayede fındık zurufu bitkiler için daha fazla kullanılabilir olacağı belirtilmiştir.

#### **2.4. Vermikompost İle İlgili Yapılan Çalışmalar**

Vermikompostun chandler çileğinin büyüme, fizyolojik bozuklukları, meyve verimi ve kalitesi üzerindeki etkisini belirlemek için Hindistan'da yapılan çalışmada, çileğin gübre ihtiyacını dengelemek için 4 farklı dozda vermikompost (2,5; 5,0; 7,5 ve 10 t  $ha^{-1}$ ) inorganik gübrelerle desteklenmiştir. Vermikompost, önerilen besin maddesi dozunu eşitlemek için hesaplanan inorganik N, P, K gübre miktarı ile kimyasal analiz temelinde takviye edilmiş üst

10 cm'lik toprak tabakasına uygulanmıştır. Vermikompost uygulaması bitki yayılımını (%10,7), yaprak alanını (%23,1), kuru maddeyi (%20,7) ve toplam meyve verimini (%32,7) arttırmıştır. Vermikompostun kullanılmasının pazarlanabilir meyve veriminin %58,6'ya kadar arttırıldığı belirtilmiştir. Vermikompost uygulanan bitkiden hasat edilen meyveler daha sıkı, daha yüksek TSS'ye, askorbik asit içeriğine ve daha düşük asitliğe sahip ve çekici bir renge sahip olduğu görülmüştür. Belirtilen parametrelerde en iyi sonuçlar 7,5 t da<sup>-1</sup> dozunda görülmüş ve artan vermikompost dozunun belirtilen parametreler üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Singh, Sharma, Kumar, Gupta ve Patil, 2008).

Demir, Polat ve Sönmez (2010)'in vermikompostun önemini belirttikleri çalışmalarında, ülkemiz topraklarının organik madde miktarlarının yetersizliğinin bilindiği, bununla birlikte mevcut atıkların değerlendirilerek topraklara yeniden dönüşümünün sağlanması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu atıkların değerlendirilmesinde solucanların olumlu etkileri bilinmektedir ve bu olumlu etkilerle birlikte hem toprağın organik madde ihtiyacı karşılanmakta, hem de atıklar değerlendirilmektedir. Doğanın korunmasının temel amaç olması gerektiği dikkate alındığında solucan gübresinin önemli bir rol üstlendiği ve organik tarımın geleceğinde de ciddi katkılar sağlayabileceği belirtilmiştir.

Vermikompost ve ahır gübresinin farklı dozlarıyla ve hiçbir muamele yapılmayan kontrol uygulamasının tarla koşullarında ıspanak (*Spinacia oleracea* var. L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliğine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, genel olarak bitki gelişimi, verim, mineral madde kapsamı ve toprak verimliliği gibi parametrelerde ahır gübresi uygulanan örnekler öne çıkarken, vermikompost uygulanan örnekler de kontrole oranla önemli artışlar gözlemlenmiştir. Özellikle bitkinin Fe içeriği ile toprağın Ca içeriği üzerine vermikompost uygulaması en iyi sonucu vermiştir. Toprakta pH, EC ve organik madde miktarları kontrole oranla tüm uygulamalarda yüksek değerler göstermiş, toprağın N, P, K ve Mg içeriklerine ahır gübresi uygulamaların etkilerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çıtak, Sönmez, Koçak ve Yaşin, 2011).

Kuzeybatı İspanya'da, Valdeorras şarap bölgesinde üzüm posasının kompostlanması ve organik gübre olarak değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmada; toprak ve üzüm posasından elde edilen vermikompost karışımları (%2 ve %4, kuru ağırlık) on hafta boyunca 25 °C'de inkübe edilmiş ve C ve N'nin mineralizasyonu incelenmiştir. Organik maddenin başlangıç seviyelerini korumak için mevcut ortalama sıcaklık dikkate alındığında bağ toprağına eklenmesi gereken üzüm posasından elde edilen vermikompost laboratuvar

verilerinden tahmin edilmiş ve yıllık 1,7 t ha<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Sıcaklıkta 2 °C'lik bir artış göz önüne alındığında ise yıllık 2,1 t ha<sup>-1</sup> vermikompost uygulamasının topraktaki organik madde kaybını önlediği belirtilmiştir (Paradelo, Moldes ve Borral, 2011).

Farklı dozlarda (kontrol, 1 t da<sup>-1</sup>, 2 t da<sup>-1</sup>, 3 t da<sup>-1</sup>, 4 t da<sup>-1</sup>) uygulanan vermikompostun toprağın enzim aktivitesi ve bakteriyel varlığı üzerine etkisinin, aynı dozlarda uygulanan çiftlik gübresi ile karşılaştırmalı olarak incelendiği saksı denemesinde toprak-gübre karışımları hazırlanmış ve bu karışımlar toprak tarla kapasitelerinin %60'ı kadar nemlendirilerek 16 haftalık inkübasyona bırakılmıştır. Deneme boyunca belirli haftalarda (0, 1, 4, 7, 10 ve 13) toprak örnekleri alınarak analizleri yapılmıştır. 16 haftalık toplam inkübasyon süresi sonunda yapılan analiz sonucuna göre uygulama yapılan toprakların enzim aktiviteleri ve toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları kontrol seviyesinin üzerindedir. Bu parametrelerde kontrole göre görülen değişimin istatistiksel olarak önemli olduğu belirtilmiştir. Organik madde miktarındaki en yüksek artış çiftlik gübresi uygulanmış topraklarda belirlenmiş ve en yüksek toplam N artışı ve en yüksek alınabilir P artışı vermikompost uygulanmış toprakta belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar vermikompostun tarımsal üretimde önemli faydalar sağlayabilme potansiyeli olduğunu ve genel olarak vermikompostun çiftlik gübresine alternatif oluşturabilecek bir gübre olduğunu göstermektedir (Tavalı, 2011).

Belediye aktif çamurunun stabilizasyonu için alt tabaka olarak vermikompost kullanılarak gübrelemenin fizibilitesini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada, *Eisenia foetida* ve *Bimastus parvus* olmak üzere iki epigeik solucan türü, taze susuzlaştırılmış aktif çamurun kompostlanması için alt tabakaya aşılmıştır. Doğrudan vermistabilizasyon, pH, TOC, C:N oranı ve içeriğinde önemli azalmalara neden olduğu tespit edilmiştir. Ağır metallerin yanı sıra son vermikompostta EC, toplam N, toplam P ve toplam K artışları görülmüş, ayrıca, hem *Eisenia foetida* hem de *Bimastus parvus* türü daha hızlı büyüme oranı ve daha yüksek kokon oluşumu göstermiştir. Çalışmanın sonucunda, doğrudan vermistabilizasyonun basit, uygun maliyetli ve verimli olma avantajlarına sahip olduğu ve bu nedenle taze susuzlaştırılmış aktif çamurun tarımsal kullanım için değerli bir ürüne dönüştürülmesi için uygun bir vermikompost yaklaşımı olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Huang, Li, Fu ve Chen, 2013).

Manyuchi ve Phiri (2013), yaptıkları bir çalışmada 28-120 gün arasında değişen vermikompostlama dönemlerinde hayvan, bitki, ilaç, gıda atıkları ve atık su atıkları dâhil

olmak üzere çeşitli atıklar için vermikompozisyon yapmışlardır. Börülce ve soya fasulyesi üzerine biyo-gübreler olarak vermikompost ve vermiwash uygulanmıştır. Sonuç olarak vermikompostlamanın katı atık yönetimi ve biyo-gübre üretimi için kullanılabilir olduğunu belirtmişlerdir.

*Eisenia foetida* türü toprak solucanlarından elde edilen vermikompostun; etanol ve kloroform solventleri kullanılarak elde edilen ekstralarının, bitkilerde hastalık etmeni oluşturan toprak kaynaklı patojen 9 farklı bakteri ve 9 farklı fungus türüne karşı etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla çalışma yürütülmüştür. Çalışma sonucunda, toprak solucanlarından elde edilen vermikompostun kloroform ile elde edilen ekstraları *Pseudomonas syringae*, *Xantomonas carotae*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus humicola* ve *Aspergillus fumigatus*'a karşı güçlü etki oluştururken; *Erwinia chrysanthemi*, *Pseudomonas fluorescens*, ve *Penicillium brevicompactum*'a karşı etkilerinin daha zayıf olduğu görülmüştür. Vermikompostun, etanol ile elde edilen ekstralarının ise *Pseudomonas syringae*, *Xantomonas campestris* ve *Aspergillus fumigatus*'a karşı güçlü etki gösterirken, *Erwinia herbicola*, *Erwinia chrysanthemi* ve *Sclerotinia sclerotiorum*'a karşı ise daha zayıf bir etki gösterdiği saptanmıştır (Tutar, 2013).

Solucanların torf, perlit, organomineral gübre ve çay atığı gibi materyallere yönelim durumlarının ve davranışlarının araştırıldığı çalışmada, farklı materyal karıştırılmış topraklar ile kontrol toprağındaki solucanların açtıkları tünellerin toplam alanları ölçülmüştür. Solucanların, çok kısa sürede toprağına karıştırılan materyallere karşı ölçülebilir tepkiler verdiği, düşük maliyetlerle toprak parametreleri hakkında yorumlamalar yapılabileceğı belirtilmiştir (Türkmen, Temel, Çatal, Sinecen ve Mısırlıoğlu, 2013).

Aritma çamuru, fındık kabuğı ve inek gübresinin farklı oranlarda karıştırılmış ve *Eisenia foetida* türü solucanlar ile laboratuvar koşullarında vermikompostlama durumu gözlemlenmiştir. Araştırmacılar vermikompost için en uygun ortamı araştırmışlar ve aynı zamanda, farklı karışımlardaki ağır metal konsantrasyonunu vermikompost öncesi ve sonrası analiz etmişlerdir. Solucanlardaki ağır metal birikimini de ele almışlardır. En fazla solucan biyokütlesi %20 atık çamuru, %40 inek gübresi ve %40 fındık kabuğı karışımında, en fazla solucan sayısı %30 atık çamuru, %35 inek gübresi ve %35 fındık kabuğı karışımından elde edilmiştir. Vermikompostlama süreci arttıkça tüm karışımlarda ağır metal konsantrasyonunun azaldığını belirtilmiştir. Ayrıca solucanların bedenlerinde önemli miktarda ağır metal birikimi gözlemlenmiştir (Kızılkaya ve Hepşen Türkay, 2014).

Vermikompost ve mikorizanın ayrı ayrı ve birlikte kullanılmasının biber gelişimi ve mineral beslenmesi üzerine olan etkilerin araştırıldığı çalışmada, farklı mikoriza dozları ve farklı vermikompost dozları kullanılarak biber bitkisinin besin elementi içerikleri ve biber bitkisinin yaş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde biber yetiştiriciliğinde her iki uygulamanın da kullanımının biber bitkisinin gelişimi ve besin elementi içerikleri etkisinin olumlu olduğu belirtilmiştir. Genel olarak artan mikoriza ve vermikompost miktarı biber bitkisinin gelişiminin ve besin elementi içeriğinin artmasını sağlamıştır (Küçükyumruk, Gültekin ve Erdal, 2014).

Arıtma çamurlarının vermikompost yöntemi ile gübreye dönüştürülmesinin amaçlandığı çalışmada, maya endüstrisi arıtma çamuru ve inek gübresi substrat olarak ve *Eisenia foetida* solucan kültürü olarak kullanılmıştır. En uygun çamur konsantrasyonunu belirlemek amacıyla arıtma çamurunun %20 ile %100 arasında değiştiği karışımlar hazırlanmıştır. pH, TOC ve toplam azot değerleri her 15 günde bir izlenmiştir. C:N oranındaki değişimler vermikompostlama süreci boyunca kontrol edilmiştir. Karışım oranına bağlı olarak C:N oranında önemli azalmalar gözlemlenmiştir. C:N'deki en önemli azalma, en çok azot zenginleşmesinin de gerçekleştiği %20 çamur içeriğinde elde edilmiştir. Ancak vermikompostlama için en uygun koşullar, 60. gün sonunda durağan hale ulaşmasından dolayı %30 çamur, %70 gübre içeren karışımdan elde edilmiştir. Prosesin sonunda doğal gübre olarak kullanılabilen, C:N oranı açısından iyi kalitede bir ürün elde edildiği belirtilmiştir (Özüm, 2014).

Vermikompost ve tavuk gübresinin farklı dozlarının yazlık kabağın (*Cucurbita pepo* L. cv. Sakız) verim ve kalitesine etkilerinin araştırıldığı; vermikompostun 100, 200 ve 400 kg da<sup>-1</sup> ve tavuk gübresinin 300 ve 600 kg da<sup>-1</sup> miktarlarında yürütülen çalışmada, vermikompostun 400 ve tavuk gübresinin tüm uygulamaları kabakta verim ve kalite ile toprağın kimyasal özellikleri üzerine önemli katkı sağladığını belirtmişler, özellikle vermikompostun farklı tip topraklarda ekim nöbetini kapsayan çalışmalarda kullanılması ile ülkemiz tarımsal üretiminde toprakta organik madde miktarının artırılmasına yönelik alternatif çözümler üretebileceğini belirtmişlerdir (Tavalı, Uz ve Orman, 2014).

Bellitürk (2016), sığır gübresi, öğütülmüş kâğıt atığı ve zeytin budama atığı kullanarak elde edilen 4 farklı vermikompostu karşılaştırmıştır. Vermikompost yöntemiyle sığır gübresinin daha verimli ve değerli olan solucan gübresine dönüştürdüğünü ve solucan gübresi kullanımının daha doğru bir yöntem olduğunu belirtmiştir. Vermikompostun içerisindeki N, P,

K gibi makro elementlerin tarımsal yetiştiricilik için yeterli düzeyde olduğunu, özellikle ülkemiz tarım topraklarının genelinde yetersiz düzeyde bulunan Zn ve B gibi mikro elementlerce de zengin olduğunu belirtmiştir. Özellikle Zn ve B eksikliği görülen tarım toprakları için vermikompost gibi organik gübrelerin kullanılmasının yaygınlaştırılması tavsiye etmiş ve vermikompostun toprak düzenleyicisi olarak de büyük yararlar sağladığını belirtmiştir.

Toprak solucanlarının topraktan ağır metal gideriminin araştırıldığı çalışmada, toprak solucanlarının toprakta bulunan ağır metalleri bünyelerinde biriktirdiği gözlemlenmiştir. Toprak solucanlarının ağır metalleri dokularında biriktirmeleri yanı sıra, topraktaki bitki besin elementini artırma, bitkilerin gelişimine katkıda bulunma, toprağın havalanmasını sağlama, mikrobiyal aktiviteyi artırma gibi olumlu özellikleri nedeniyle, toprağa ek bir katkı sağlaması açısından yöntemin diğer arıtma teknolojilerine göre toprağa daha yararlı olduğu belirtilmiştir (Tacıroğlu, Kara ve Sak, 2016; Akyurt, 2018).

Evsel atıklar (kentsel çöp), kanalizasyon çamuru, elma, ayçiçeği ve gül atıklarından ayrı ayrı 1/3, 1/1 ve 3/1 oranlarında büyük baş hayvan gübresi ile karıştırılmış ve hazırlanan karışımlardan solucan gübresi ve kompost üretilmiş, kompost ile solucan gübresinin içerik analizi yapılmıştır. Yapılan analizlerde; kompost ve gübreler toplam azot, nitrat azotu, toplam fosfor, organik karbon, özgül ağırlık, tuz, organik madde, organik azot, yoğunluk Cu, Mn, Fe, Zn, K, Ca, Mg, Na, P, pH, EC özellikleri bakımından incelenmiş ve miktarların, atık çeşidi ile solucanla muamelesine göre değiştiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında farklı atıklardan elde edilen kompost bileşimlerinin, gübrenin nitel ve nicel özelliklerini önemli ölçüde değiştiği belirtilmiştir (Tavuç, 2016).

Kırmızı biber (*Capsicum annuum* L.) ve patlıcan (*Solanum melongena* L.) bitkisinde artan vermikompost dozlarının P ve K içeriklerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada; vermikompostun [%0 (VC0), %3 (VC1), %5 (VC2) ve %7 (VC3)] farklı dozları uygulanmıştır. Biber ve patlıcanın P ve K analizleri yapılmış ve her iki parametre değerinde de vermikompostun artan dozlarıyla doğrusal bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Biber bitkisinin fosfor ve potasyum içeriği sırasıyla en düşük vermikompost dozunda (VC0), %0,0162 ve %3,0454, en yüksek vermikompost dozunda (VC3), %0,0393 ve %6,2519 olarak ölçülmüştür. Patlıcan bitkisinin fosfor ve potasyum içeriği sırasıyla en düşük vermikompost dozunda (VC0), %0,0121 ve %2,1462, en yüksek vermikompost dozunda (VC3), %0,0277 ve %3,2843 olarak ölçülmüştür. Çalışma sonucunda, vermikompost uygulamalarının artan

dozları, biber ve patlıcan bitkilerinde P ve K içeriğini arttırmıştır. Bu sonuca göre bu tür sebzelerin yetiştirilmesinde vermikompost uygulaması, P ve K uygulamalarıyla birlikte kolayca kullanılabilceği belirtilmiştir (Bellitürk, Adiloğlu, Solmaz, Zahmacioğlu ve Adiloğlu, 2017).

Tarla koşullarda tesadüfi deneme desenine göre yürütölen çalışmada; farklı oranda vermikompost, inek ve koyun gübresi uygulamanın kıvırcık marulun gelişimine etkisi karşılaştırılmıştır. Vermikompostun özellikle Ca, Cu ve Zn elementlerinin kıvırcık marul bitki bünyesine alımında iyi sonuçlar verdiği ve erkencilik özelliğinde etkisinin önemli olduğu belirtilmiştir. Koyun gübresi uygulamalarının genel olarak bitki besin elementlerinin alınabilirliği açısından olumlu sonuçlar verdiği, inek gübresinin ise N alımında önemli rol oynadığı belirtilmiştir (Bellitürk, Hınıslı ve Adiloğlu, 2017).

Kırmızı baş lahana yetiştiriciliğinde vermikompostun kullanım olanaklarını belirlemek amacıyla tarla koşullarında yürütölen bir çalışmada 5 farklı uygulama ile deneme yapılmıştır. Hasat ile elde edilen bitki örneklerinde kalite özellikleri (bitki boyu, baş çapı, baş yüksekliği, minimum ve maksimum baş ağırlığı, ortalama baş ağırlığı, suda çözünebilen kuru madde, pH, vitamin C ve baş kuru ağırlığı), dekara verim değerleri ve bitkinin mineral beslenme durumu (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu) belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre vermikompostun artan dozları kırmızı baş lahananın kalite özellikleri, mineral beslenme durumu ve dekara verim değerlerini pozitif yönde etkilemiştir. Lahana yaprağında özellikle N, P, Fe, Zn, Mn elementlerinin miktarları vermikompost uygulaması ile beslenme açısından yeterli düzeye ulaştığı ve buna bağlı olarak bitki verim ve kalitesinde de artış olduğu belirtilmiştir (Maltaş, Tavalı, Uz ve Kaplan, 2017).

İnek gübresi ve vermikompostun lahana büyümesi ve verim üzerine etkisinin araştırıldığı denemede T1; 392 kg ha<sup>-1</sup> üre, 330 kg ha<sup>-1</sup> TSP, 150 kg ha<sup>-1</sup> MoP, 133 kg ha<sup>-1</sup> kireç, 8 kg ha<sup>-1</sup> inko sülfat ve 5 kg ha<sup>-1</sup> Solubor bor, T2; T1+ inek gübresi (5 t ha<sup>-1</sup>), T3; T1+ vermikompost (5 t ha<sup>-1</sup>) ve T4; vermikompost (10 t ha<sup>-1</sup>) 4 farklı deneme parseli kurulmuştur. Farklı yetişme dönemlerinde önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. En yüksek bitki (14,03 cm) T3'te 30. günde gözlemlenmiştir. Öte yandan T4'te en kısa bitki (9,01 cm) gözlemlenmiştir. 15. günde, T3 denemesinde bitki başına en fazla sayıda gevşek yaprak vermiş (4,87) ve T4, bitki başına en düşük sayıda gevşek yaprak vermiştir (3,67). En yüksek uzunluk ve kökün ağırlığı (25,75 cm ve 30,97 g) T3 örneğinde görölmüştür. En yüksek taze sap ağırlığı (14,17 g) T3'te gözlemlenmiştir. En yüksek baş verimi T3'te kaydedilmiştir (42,12 t ha<sup>-1</sup>). Sonuç

olarak, kimyasal gübrenin ve vermikompostun birlikte uygulanmasının verim ve kalite açısından tek başına kimyasal gübre uygulamasından daha iyi sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Ali ve Kashem, 2018).

Türüt (2018); demlenmiş çay atığı ve evsel yemek atıkları ile beslemenin kırmızı kalifornia solucanından elde edilen katı vermikompostaki bazı besin elementlere etkisini araştırmış olup, besi ortamlarından elde edilen solucan gübresindeki en yüksek N değerine (%2,16) %100 demlenmiş çay atığından elde edilen solucan gübresinde, en yüksek P, K, Ca, Zn, Cu, Fe, Mg değerleri ve pH'a % 50 demlenmiş çay atığı + %50 inek gübresinden elde edilen solucan gübresinde, en yüksek Mn değerine %40 demlenmiş çay atığı + %40 yemek atığı + %20inek gübresinden elde edilen solucan gübresinde rastlamıştır.

Tarla koşullarında toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirerek buğday bitkisinin daha iyi büyümesini gözlemlemek amacıyla farklı organik materyallerden hazırlanan (inek gübresi, kâğıt atığı ve pirinç samanı) vermikompost (VC) ve inorganik gübrelerin farklı kombinasyonları kullanılarak buğday denemesi kurulmuştur. Üç farklı vermikompostun fiziko-kimyasal özellikler ve topraktaki besin mevcudiyeti üzerindeki etkisi, kimyasal gübrelerle birlikte etkinlikleri incelenmiştir. Elde edilen en iyi sonuçlar N:P:K 100:50:50 kg ha<sup>-1</sup> + 10 t ha<sup>-1</sup> inek gübresi vermikompostu uygulanan denemede görülmüştür. Bununla birlikte, toprağın hasat sonrası analizi yapılmış ve sadece vermikompost uygulanan örneklemelerin toprağın fiziko-kimyasal özelliklerini geliştirerek toprak sağlığını iyileştirdiğini ortaya çıkarmıştır. Sonuç olarak, önerilen N:P:K ile birlikte inek gübresi vermikompostu uygulaması ile sadece ürün verimi, toprak sağlığı, yaprak biti istilasısı değil, aynı zamanda Zn ve Fe ile zenginleştirilmiş tahıllar yetiştirilebileceği belirtilmiştir (Aslam, vd., 2019).

Farklı organik gübre ve dozlarının toprak özelliklerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; organik gübre olarak tavuk gübresi, çiftlik gübresi ve vermikompost gübreleri ayrı ayrı maksimum 300 kg da<sup>-1</sup> olmak üzere farklı dozlarda ve leonardit maksimum 200 kg da<sup>-1</sup> olmak üzere farklı dozlarda kullanılarak saksı denemesi kurulmuştur. Marul yetiştirilen toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinde şu sonuçlara ulaşılmıştır. Tavuk gübresi ve çiftlik gübresi uygulamaları topraklarda pH, EC, organik madde, N, P, K, Ca, Zn ve Cu içeriklerinde etkili olmuştur. Uygulama dozları bakımından yapılan değerlendirmede ise EC, organik madde, N, P, K, Ca, Fe ve Mn içeriklerinde doz farklılıkları önemli olarak belirlenmiştir. Organik materyal ilavesinin toprakların verimliliği ve bitki besleme etkinliğini



artırdığı, toprakların sürdürülebilirliği açısından önemli avantajlar sağlanabileceği belirtilmiştir (Kılıç ve Sönmez, 2019).

Farklı inkübasyon sürelerinin ve artan dozlarda vermikompost uygulamalarının, toprakların bitki besin maddesi içerikleri (toplam N, alınabilir P, değişebilir K, Ca, Mg, alınabilir Zn, Fe, Mn ve Cu) üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada; vermikompost 4 farklı dozda ( $0 \text{ kg da}^{-1}$ ,  $50 \text{ kg da}^{-1}$ ,  $100 \text{ kg da}^{-1}$  ve  $200 \text{ kg da}^{-1}$ ) uygulanmış ve 0, 30 ve 60 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Çalışma sera koşullarında, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Inkübasyon süreleri sonucunda alınan toprak örneklerinde toplam N, alınabilir P, değişebilir K, Ca, Mg ve alınabilir Fe, Mn, Zn ve Cu analizleri yapılmıştır. Farklı inkübasyon sürelerinin toprakların toplam N, alınabilir P, değişebilir K, Ca, alınabilir Zn, Fe, Mn ve Cu içerikleri üzerine etkileri istatistiksel olarak %0,1 düzeyde önemli bulunmuş ve toprakların değişebilir Mg içeriği üzerine inkübasyon sürelerinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Farklı inkübasyon dönemlerine ve artan vermikompost uygulama dozlarına bağlı olarak toprakların bitki besin elementi içeriklerinin farklılık gösterdiği, inkübasyon süresinin uzamasına bağlı olarak bitki besin elementi içeriklerinin genel olarak azaldığı, artan vermikompost uygulamalarına bağlı olarak ise arttığı belirtilmiştir (Sönmez ve Özen, 2019).

Vermikompost ve yarasa gübresinin karşılaştırıldığı 4 tekrarlı yürütülen çalışmada 8,5 lt'lik kaplarda 1:2 oranında perlit ve cocopeat karışımında aşılı domates yetiştirilmiştir. Kontrol, sıvı vermikompost 1 lt. solucan gübresi/200 lt su, sıvı yarasa gübresi 1 lt. yarasa gübresi/200 lt su ve sıvı vermikompost + sıvı yarasa gübresi 0,5 lt. solucan gübresi + 0,5 lt yarasa gübresi/200 lt su karışımı ile dikimde 20., 40. ve 60. günde sulanmış ve yaprak sayısı, bitki boyu, kök uzunluğu, taze ve kuru bitki ağırlığı, taze ve kuru kök ağırlığı, klorofil içeriği, anaç ve filiz çapı, verim ve bazı kalite parametrelerine etkisi araştırılmıştır. En düşük verim kontrol numunelerinden elde edilmiş ve  $16,42 \text{ kg/m}^2$  olmuştur. Sıvı solucan ve yarasa gübresi karışımı uygulanan örneklerde  $21,19 \text{ kg/m}^2$ , guano gübre  $22,12 \text{ kg/m}^2$  olarak ölçülmüştür. Bitki başına en yüksek verim  $22,96 \text{ kg/m}^2$  sıvı solucan gübresi uygulanan örneklerde olmuştur. Aşılı domates yetiştiriciliğinde sıvı solucan gübresi, sıvı yarasa guano gübresi ve her iki gübrenin karışımının kullanımı tavsiye edilebileceği belirtilmiştir (Yarşı, 2019).

Solucanların topraklardaki pH, organik madde, tekstür ve strüktür yapılarına olan çeşitli olumlu etkilerinin yanında, toprak nemi ve toprak sıcaklığı gibi çevresel parametreler için de olumlu katkılar sağladığı ve hatta toprakta bulunan olası ağır metallerin

biyoakümülatör olarak tutulmasında da solucanların önemli rol oynadığı belirtilmektedir (Richardson, Görres ve Sizmür, 2020).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Denemede kullanılan solucan yemi (gübre seperatöründen geçmiş inek dışkısı) Sakarya Arifiye’de bulunan Adaworm Solucan Gübresi işletmesinden, *Eisena foetida* türü solucanlar İzmir Torbalı’da bulunan Vermis Tarım ve Hayvancılık Sanayi Ticaret Limited Şirketi’nden temin edilmiştir. Kompost karışımında kullanılan fındık dış kabuğu Sakarya Söğütü’de bulunan Hasbil Tarım Ürünleri İhracat İthalat Pazarlama Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi’nden temin edilerek doğal yöntemle taş değirmende öğütülmüş ve daha sonra 2 mm’lik elekten elenmiştir (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2).

#### 3.2. Araştırma Yerinin Coğrafi Konumu



Şekil 3.2. 2 mm çapında elek



Şekil 3.3. Öğütülmüş fındık kabuğu

Sakarya İli, Marmara Bölgesi’nde yer alır ve kuzeyinde Karadeniz, doğusunda Düzce ile Bolu, güneyinde Bilecik ile Bolu, batısında Kocaeli ile Bursa illeriyle sınır komşusudur.

Solucan gübresi üretmeye yönelik hazırlanan inkübasyon deneme; Sakarya Erenler ilçesinde bulunan Sakarya Tarım ve Orman İl Mdrlg Toprak Analiz Laboratuvarı'nda Temmuz 2019-Ekim 2019 tarihleri arasında yrtlmstr (ekil 3.3).

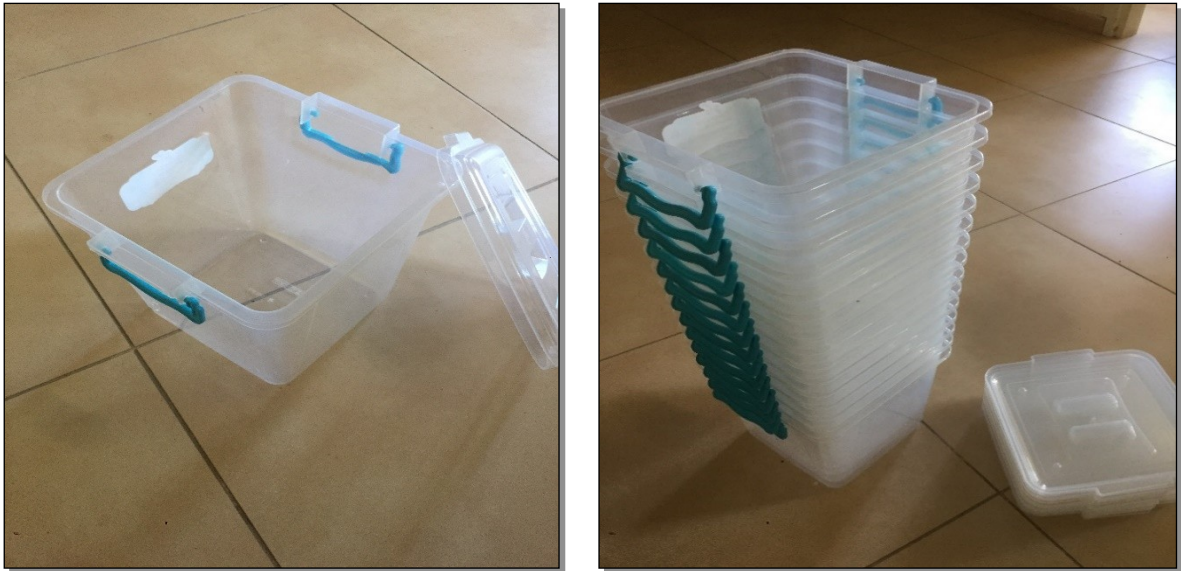


Şekil 3.4 Sakarya ilinin haritadaki konumu

### 3.3. Denemenin Planlanması ve Yürütülmesi

Genel olarak *Eisenia foetida* cinsi solucanların yaşam faaliyetlerini sürdürebilmeleri için ortalama 20-25 °C sıcaklık, %80-90 nem, oksijen ve düşük tuz konsantrasyonlu besinler gereklidir (Dominguez ve Edwards, 2011). Solucanların denemede kullanılacak yemlere adaptasyonunun sağlanması için, alıştırma amaçlı olarak önceden birkaç deneme yapılmış ve öğütülmüş fındık kabuğu ve inek dışkısı karışımından denemede kullanılan solucanların direkt olarak kaçmayarak yemlerini yedikleri gözlemlendikten birkaç gün sonra deneme kurulmuştur. Deneme kaplarının her birine başlangıçta 250'şer adet olgun (mature) *Eisenia foetida* solucanı konulmuştur. Denemede kullanılan solucanların yaşam faaliyetlerini sürdürebilmeleri için gerekli havanın sağlanması amacıyla kapların kapakları özel olarak delinmiş, ortalama 3 günde bir ortamın nemi ölçülerek ihtiyaç duyulan nem saf su (distilled water) ile pülverize edilerek sağlanmıştır.

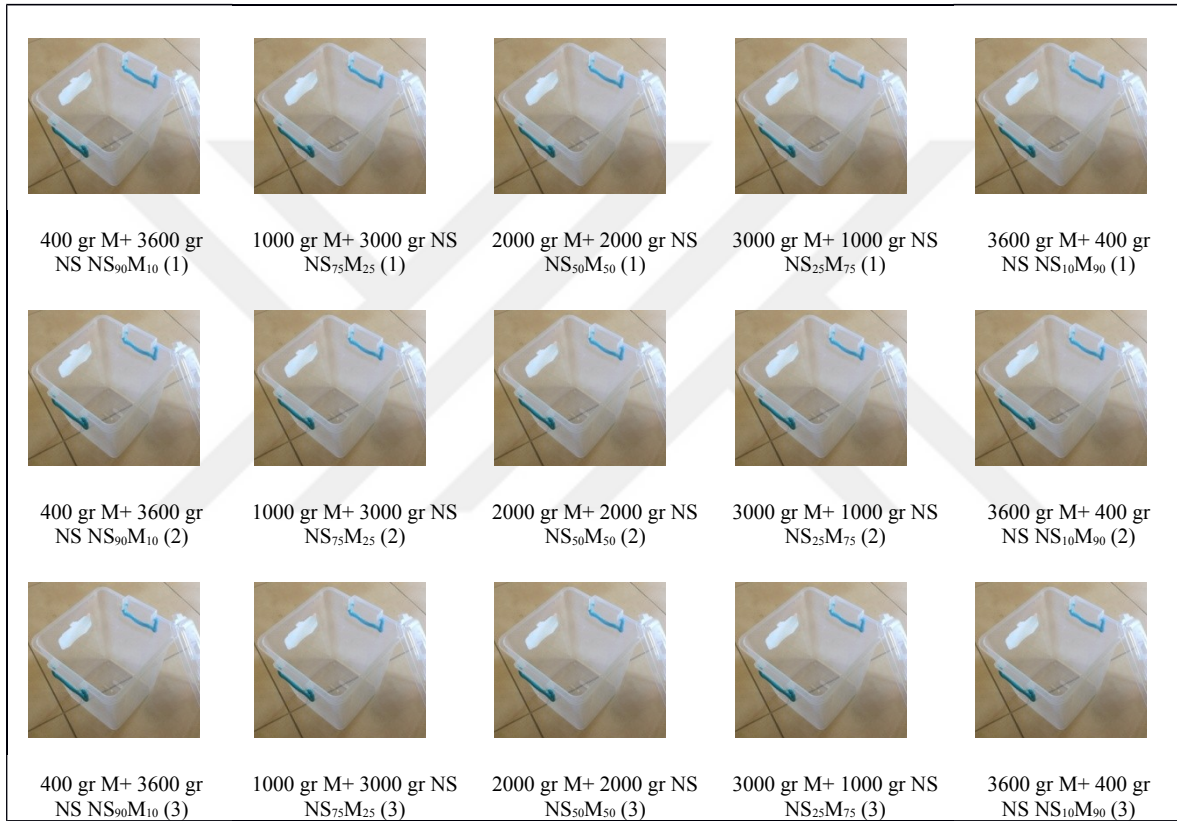
Bellitürk (2018)'e göre normal şartlar altında 6-8 aylık bir süreç olan vermikompost üretiminin küçük işletmeler için kontrollü inkübasyon denemeleri veya orta-büyük ölçekli işletmeler için modern teknolojiler kullanılarak bu sürecin 3-4 aya kadar düşürülmesi mümkündür. Buradan hareketle bu araştırma özel bir laboratuvarında 4 ay içerisinde tamamlanmış ve kaplardan alınan vermikompost örneklerinde gerekli analizler yapılmıştır.



Şekil 3.5. Kapaklı deneme kabı

Deneme 3 tekerrürlü ve ağırlıkça 5 farklı dozda [Uygulama 1, 3600 gr fındık kabuğu (nut shell)+ 400 gr inek dışkısı (manure) %90NS+%10M= NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub>; Uygulama 2, 3000 gr

findık kabuğu (nut shell)+ 1000 gr inek dışkısı (manure) %75NS+%25M= NS<sub>75</sub>M<sub>25</sub>; Uygulama 3, 2000 gr findık kabuğu (nut shell)+ 2000 gr inek dışkısı (manure) %50NS+%50M= NS<sub>50</sub>M<sub>50</sub>; Uygulama 4, 1000 gr findık kabuğu (nut shell)+ 3000 gr inek dışkısı (manure) %25NS+%75M= NS<sub>25</sub>M<sub>75</sub>; Uygulama 5, 400 gr findık kabuğu (nut shell)+ 3600 gr inek dışkısı (manure)= NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub>] karışımdan, her kap için toplam ağırlık 4.000 gr olacak şekilde 15 adet deneme kabında yürütülmüştür (Şekil 3.5 ve Şekil 3.6). İnkübasyon denemesinde kullanılan kaplar seçilirken, şeffaf renkte ve solucanları gözlemlemek için uygun nitelikte olmasına özen gösterilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.6. Deneme planı



Şekil 3.7. Deneme bileşenleri

### 3.4. Yapılan Analizler

İnkübasyon sonunda elde edilen vermikompost örneklerinde; pH, EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), organik madde (%), toplam hümik+fulvik asit (%), toplam azot (%), toplam organik karbon (%), toplam P ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), suda çözünür K ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) ile Ca ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), Mg ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), Fe ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), Mn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), Zn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) ve Cu ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) analizleri yapılmıştır.

#### 3.4.1. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri

**pH;** 1:2 gübre su karışımında (1 birim gübre ve 2 birim su) pH okuması yapılmıştır (Peters vd., 2003).

**EC;** TS 9106'ya göre 10 gr kompost ve 180 ml saf su karışımı 1 saat çalkalanmış ve süzülmüştür. Elde edilen süzükten kondüktivimetre ile okuma yapılarak belirlenmiştir (TSE, 1991a).

**Organik madde (%);** TS 9103'e göre 5 gr kompost örneği kül fırınında  $650\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 4 saat yakılarak gravimetrik yöntemle hesaplanmıştır (TSE, 1991b).

**Toplam azot (%);** Kjeldahl yöntemi ile yapılmıştır. Bu yöntemin esası, analiz edilen örneklerdeki organik ve inorganik N formalarını çeşitli katalizör yardımıyla  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ile kaynatmak suretiyle amonyum sülfat formuna dönüştürmektir. Örnekler NaOH'lu ortamda su

buharı yardımıyla destile edilerek meydana gelen amonyak borik asit içerisinde yakalanır ve elde edilen çözelti de 0,1 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile titre ederek N (azot) tayin edilir (Kacar ve İnal, 2008).

**Toplam hümik ve fulvik asit (%);** TS 5869: ISO 5073 No'lu yöntemle göre titrimetrik yöntemle belirlenmiştir (TSE, 2003).

**Toplam organik karbon (TOC, %);** 550 °C'de yanma kaybından kuru yakma yöntemiyle belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

**C:N oranı;** Toplam organik karbon (TOC) ve toplam azot oranlanarak hesaplama yöntemiyle bulunmuştur.

**Diğer P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu (mg kg<sup>-1</sup>) analizleri;** H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+ HNO<sub>3</sub> ile yakılarak elde edilen süzükten ICP-OES cihazıyla okuma yapılarak belirlenmiştir (Zarnicas, Cartwright ve Spauncer, 1987).

### **3.4.2. İstatistiksel Analiz Yöntemleri**

Araştırmadan elde edilen verilerde SPSS 25.0 istatistik paket programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA) yapılmış (SPSS, 2017) ve uygulamalar arasındaki farklar DUNCAN çoklu karşılaştırma testiyle belirlenmiştir (Soysal, 2000).

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. İnek Gübresi ve Fındık Kabuğunda Fiziksel ve Kimyasal Analizler

#### 4.1.1. İnek Gübresi ve Fındık Kabuğunda Makro Element Analizleri

Denemede kullanılan inek dışkısı (M) ve fındık kabuğuna (NS) ait N, P, K, Ca, Mg, C ve C:N analiz sonuçları, Çizelge 4.1’de topluca gösterilmiştir.

Çizelge 4.1.İnek gübresi ve fındık kabuğunda N, P, K, Ca, Mg, C ve C:N analiz sonuçları

Uygulama	N (%)	P (mg kg <sup>-1</sup> )	K (mg kg <sup>-1</sup> )	Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	C (%)	C:N
M	2,21	3862,80	12324,40	19049,75	3958,13	33,58	15,19
NS	0,33	1735,38	7928,52	8929,28	2165,32	41,75	126,51

#### 4.1.2. İnek Gübresi ve Fındık Kabuğunda Mikro Element Analizleri

Denemede kullanılan inek dışkısı (M) ve fındık kabuğuna (NS) ait Fe, Mn, Zn ve Cu analiz sonuçları Çizelge 4.2’de topluca gösterilmiştir.

Çizelge 4.2.İnek gübresi ve fındık kabuğunda Fe, Mn, Zn ve Cu analiz sonuçları

Uygulama	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )
M	1306,98	120,63	101,75	38,48
NS	553,80	66,75	47,62	22,42

#### 4.1.3. İnek Gübresi ve Fındık Kabuğuna Ait Diğer Analizler

Denemede kullanılan inek dışkısı (M) ve fındık kabuğuna (NS) ait pH, EC, organik madde, hümik+fulvik asit ve nem analizleri Çizelge 4.3’te topluca gösterilmiştir.

Çizelge 4.3.İnek gübresi ve fındık kabuğunda pH, EC, organik madde, hümik+fulvik asit ve nem analizi sonuçları

Uygulama	pH (1/2)	EC (µS/cm)	Organik Madde (%)	Hümik + Fulvik Asit (%)	Nem (%)
----------	-------------	---------------	----------------------	----------------------------	------------



M	9,04	3270,00	32,88	29,03	84,18
NS	6,76	96,67	41,47	-	55,96

#### 4.2. Vermikompost Örneklerinde Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Araştırmaya ait makro ve mikro elementler ile diğer analizlere ilişkin tekerrürler dahil ayrıntılı tüm değerler Ek 1, Ek 2 ve Ek 3’te topluca gösterilmiştir.

##### 4.2.1. Vermikompost Örneklerinde Makro Element Analizleri

Denemeden elde edilen vermikompost örneklerine ait N, P, K, Ca, Mg, C ve C:N analiz sonuçları, maksimum, minimum ve ortalama değerler olarak Çizelge 4.4’te topluca gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Vermikompost örneklerinde N, P, K, Ca, Mg, C ve C:N analiz sonuçları

Uygulama	N (%)	(mg kg <sup>-1</sup> )				C (%)	C:N
		P	K	Ca	Mg		
1 NS <sub>90</sub> M <sub>10</sub>	0,41	126,28	1355,44	1484,55	247,11	41,23	101,67
2 NS <sub>75</sub> M <sub>25</sub>	0,57	324,73	2156,65	2273,02	507,04	40,08	70,58
3 NS <sub>50</sub> M <sub>50</sub>	0,76	829,14	4018,54	4855,28	1108,54	37,68	51,51
4 NS <sub>25</sub> M <sub>75</sub>	1,48	2041,51	7301,78	9955,13	2299,55	35,32	24,37
5 NS <sub>10</sub> M <sub>90</sub>	1,75	3778,33	11236,04	17716,74	3789,59	33,82	19,43
Maksimum	1,75	3778,33	11236,04	17716,74	3789,59	41,23	101,67
Minimum	0,41	126,28	1355,44	1484,55	247,11	33,82	19,43
Ortalama	0,99	1420,00	5213,69	7256,94	1590,37	37,62	53,51

Deneme sonunda vermikompost örneklerinde en yüksek ve en düşük toplam N sırasıyla %1,75 ve %0,41 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.4). Örneklerin ortalama N değeri ise %0,99 olarak hesaplanmıştır.

Tarım ve Orman Bakanlığı (eski adı Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı)’na ait “Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik”te belirtildiği üzere, ülkemizde kullanılan solucan gübresinin toplam N içeriği en az %0,5 olmalıdır (Resmi Gazete [RG], 2018). Deneme sonucunda elde edilen 2, 3, 4 ve 5 numaralı örneklerin toplam N miktarları %0,5’ten büyüktür. Arancon ve Edwards (2011)’ın yaptığı bir

çalışmaya göre inek gübresi vermikompostunun toplam %N değeri %1,9 olmalıdır. Bu deneme sonunda elde edilen vermikompost örneklerinin ortalama toplam N değerleri, artan inek dışkısı miktarıyla paralel olarak artış göstermiştir ancak söz konusu bu çalışmada belirtilen %1,9 değerinden düşük olarak tespit edilmiştir.

Deneme sonunda vermikompost örneklerinde en yüksek ve en düşük toplam P sırasıyla 3778,33 mg kg<sup>-1</sup> ve 126,28 mg kg<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.4). Örneklerin ortalama P değeri ise 1420 mg kg<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

Deneme sonunda vermikompost örneklerinde en yüksek ve en düşük K sırasıyla 11236,04 mg kg<sup>-1</sup> ve 1355,44 mg kg<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.4). Örneklerin ortalama K değeri ise 5213,69 mg kg<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

Deneme sonunda vermikompost örneklerinde en yüksek ve en düşük Ca sırasıyla 17716,74 mg kg<sup>-1</sup> ve 1484,55 mg kg<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.4). Örneklerin ortalama Ca değeri ise 7256,94 mg kg<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

Deneme sonunda vermikompost örneklerinde en yüksek ve en düşük Mg sırasıyla 3789,59 mg kg<sup>-1</sup> ve 247,11 mg kg<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.4). Örneklerin ortalama Mg değeri ise 1590,37 mg kg<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

Bellitürk (2018), Türkiye'de vermikompostun önemini ve gelişim sürecini anlattığı çalışmasında Türkiye'de inek gübresinden elde edilen vermikompost örneklerinin ortalama % P, K, Ca ve Mg içeriklerini sırasıyla %1,01; 0,74; 2,80 ve 0,98 olarak açıklamış olup, bu denemede elde edilen örneklerin % P, K, Ca ve Mg analiz sonuçları ile karşılaştırıldığında tüm örnekler %P, Ca ve Mg içerikleri yönünden fakir, %K içerikleri yönünden 4. ve 5. örnekler zengindir.

Deneme sonunda vermikompost örneklerinde en yüksek ve en düşük C sırasıyla %41,23 ve %33,82 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.4). Örneklerin ortalama C değeri ise %37,62 olarak hesaplanmıştır.

Deneme sonunda vermikompost örneklerinde en yüksek ve en düşük C:N oranı sırasıyla 101,67 ve 19,43 olarak hesaplanmış ve ortalama C:N oranı ise 53,51 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.4).

Dominguez ve Edwards (2011), vermikompost örneklerinde C:N oranının en fazla 25/1- 30/1 arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Deneme sonunda elde edilen 5 numaralı örnek bu sonuçlara yakın değerdedir. “Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik”te ülkemizde kullanılan solucan gübresinin C:N oranının 8/1- 22/1 arasında olması gerektiği belirtilmiştir (RG, 2018). Elde edilen sonuçlar incelendiğinde; uygulamalar içerisinde fındık kabuğunun fazla olduğu vermikompost örneklerinde ölçülen makro elementlerin daha düşük olmasının nedeni ise, direkt olarak kabuğun öğütülerek ön kompostlama yapılmadan yem olarak solucanlara verilmesi olabilir. Bu nedenle bundan sonraki çalışmalarda fındık kabuğunun öğütüldükten sonra inek dışkısı ile karıştırılması neticesinde elde edilen karışımın C:N oranını bir miktar düşürene kadar fermente edip, daha sonra solucanlara yedirilmesi konusu araştırılmalıdır.

#### 4.2.2. Vermikompost Örneklerinde Mikro Element Analizleri

Denemeden elde edilen vermikompost örneklerine ait Fe, Mn, Zn ve Cu analiz sonuçları, maksimum, minimum ve ortalama değerler Çizelge 4.5’te topluca gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Vermikompost örneklerinde Fe, Mn, Zn ve Cu analiz sonuçları

Uygulama	Fe	Mn	Zn	Cu
	(mg kg <sup>-1</sup> )			
1 NS <sub>90</sub> M <sub>10</sub>	100,88	33,09	6,44	9,79
2 NS <sub>75</sub> M <sub>25</sub>	137,69	34,51	10,44	11,46
3 NS <sub>50</sub> M <sub>50</sub>	290,78	46,39	24,37	15,43
4 NS <sub>25</sub> M <sub>75</sub>	688,06	80,84	58,65	24,58
5 NS <sub>10</sub> M <sub>90</sub>	1196,12	114,91	102,14	37,38
Maksimum	1196,12	114,91	102,14	37,38
Minimum	100,88	33,09	6,44	9,79
Ortalama	482,71	61,95	40,41	19,73

Deneme sonunda vermikompost örneklerinde en yüksek ve en düşük Fe sırasıyla 1196,12 mg kg<sup>-1</sup> ve 100,88 mg kg<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.5). Örneklerin ortalama Fe değeri ise 482,71 mg kg<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

Deneme sonunda vermikompost örneklerinde en yüksek ve en düşük Mn sırasıyla 114,91 mg kg<sup>-1</sup> ve 33,09 mg kg<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.5). Örneklerin ortalama Mn değeri ise 61,95 mg kg<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

Deneme sonunda vermikompost örneklerinde en yüksek ve en düşük Zn sırasıyla 102,14 mg kg<sup>-1</sup> ve 6,44 mg kg<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.5). Örneklerin ortalama Zn değeri ise 40,41 mg kg<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

Deneme sonunda vermikompost örneklerinde en yüksek ve en düşük Cu sırasıyla 37,38 mg kg<sup>-1</sup> ve 9,79 mg kg<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.5). Örneklerin ortalama Cu değeri ise 19,73 mg kg<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

Arancon ve Edwards (2011)'in çalışmalarında belirttiği inek gübresinden elde edilen vermikompostun Fe, Mn ve Zn analiz sonuçları sırasıyla; 3454, 160 ve 516 mg kg<sup>-1</sup> dir. İzmir'de yapılan bir çalışmada inek gübresi + sebze atıklarından elde edilen vermikompostun Cu içeriği 1100 mg kg<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür (Barlas, Cönkeroğlu, Unal ve Bellitürk, 2018). Deneme sonunda yapılan analiz sonuçlarına göre tüm örneklerin Fe, Mn, Zn ve Cu değerleri diğer örneklere kıyasla daha düşük olarak tespit edilmiştir. Önceki çalışmalara göre denemeden elde edilen mikro element sonuçlarının daha düşük olduğu görülmüş olup, ileride yapılacak benzer çalışmalarda solucanların yemi hazırlanırken bu konu göz önünde bulundurulmalıdır.

#### 4.2.3. Vermikompost Örneklerine Ait Diğer Analizler

Denemeden elde edilen vermikompost örneklerine ait pH, EC, organik madde ve hümik+fulvik asit, %nem analizi sonuçları, maksimum, minimum ve ortalama değerler Çizelge 4.6'da topluca gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Vermikompost örneklerinde pH, EC, organik madde, hümik+fulvik asit ve nem analizi sonuçları

Uygulama	pH (1/2)	EC (µS/cm)	Organik Madde (%)	Hümik + Fulvik Asit (%)	Nem (%)
1 NS <sub>90</sub> M <sub>10</sub>	6,59	153,00	41,11	12,36	51,87

2 NS <sub>75</sub> M <sub>25</sub>	6,91	419,00	39,77	15,90	58,56
3 NS <sub>50</sub> M <sub>50</sub>	7,55	835,33	37,23	18,61	68,39
4 NS <sub>25</sub> M <sub>75</sub>	8,31	1352,33	35,08	23,44	78,18
5 NS <sub>10</sub> M <sub>90</sub>	8,85	2062,89	33,92	25,89	81,64
Maksimum	8,85	2062,89	41,11	25,89	81,64
Minimum	6,59	153,00	33,92	12,36	51,87
Ortalama	7,64	964,51	37,42	19,24	67,73

Deneme sonunda vermikompost örneklerinde en yüksek ve en düşük pH sırasıyla 8,85 ve 6,59 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.6). Örneklerin ortalama pH değeri ise 7,64 olarak hesaplanmıştır. Dominguez ve Edwards (2011), ideal bir vermikompostun pH değerinin 5 ve 9 arasında olması gerektiğini belirtmişlerdir. Deneme sonunda elde edilen tüm örneklerin ortalama değerleri açısından izin verilen sınırlar içerisinde olduğu görülmektedir.

Deneme sonunda vermikompost örneklerinde en yüksek ve en düşük EC sırasıyla 2062  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (2,06 dS/m) ve 153  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (0,15 dS/m) olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.6). Örneklerin ortalama EC değeri ise 964,51  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (0,96 dS/m) olarak hesaplanmıştır.

Tuzluluk tarımsal üretimde verimi kısıtlayıcı hatta engelleyici olabildiğinden istenmeyen bir faktördür. Türkiye’de inek gübresinden üretilen vermikompostların EC değerleri ortalama 6,85 dS/m dir (Bellitürk, 2018). Deneme sonunda elde edilen örneklerin maksimum EC değeri 2,06 dS/m olarak ölçülmüş ve tuz oranları ortalamanın altında bulunmuştur.

Deneme sonunda vermikompost örneklerinde en yüksek ve en düşük organik madde miktarı sırasıyla %41,11 ve %33,92 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.6). Örneklerin ortalama organik madde değeri ise %37,42 olarak hesaplanmıştır.

Bellitürk vd. (2014), yapmış oldukları inek gübresi ve zeytin artıkları karışımından elde edilen vermikompostun organik madde içeriğinin %48 olduğunu belirtmişlerdir. Türkiye’de üretilen vermikompostun organik madde içeriği en az %20 olmalıdır (RG, 2018). Deneme sonunda elde edilen vermikompost örneklerinin hepsinin organik madde içerikleri, sığır gübresi ve zeytin artıklarının karışımından elde edilen vermikomposta göre fakir olmasına karşın tüm örneklerin organik madde içerikleri %20’nin üzerindedir.

Deneme sonunda vermikompost örneklerinde en yüksek ve en düşük hümik+fulvik asit miktarları sırasıyla %25,89 ve %12,36 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.6). Örneklerin ortalama hümik+fulvik asit değeri ise %19,24 olarak hesaplanmıştır. Organik solucan gübresi için hümik+fulvik asit değerinin yüksek olması üreticiler tarafından tercih edilmektedir.

Deneme sonunda vermikompost örneklerinde en yüksek ve en düşük nem miktarları sırasıyla %81,64 ve %51,87 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.6). Örneklerin ortalama nem değeri ise %67,73 olarak hesaplanmıştır. Diğer yandan ticari olarak satışı yapılan vermikompostun nem değerinin % 30'dan daha düşük olması gerekmektedir (RG, 2018). Bu çalışmadan elde edilen vermikompost direkt olarak analiz edildiği için, eğer satış amaçlı üretilmiş olsaydı, nem değerinin düşürülmesi için kurutma işlemine ve yönetmeliklere göre paketleme öncesinde ısıtma işlemine (70 °C'de 1 saat) tabi tutulduktan sonra satışının yapılması gerekmektedir (RG, 2018).

#### **4.3. Vermikompost Örneklerinin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi**

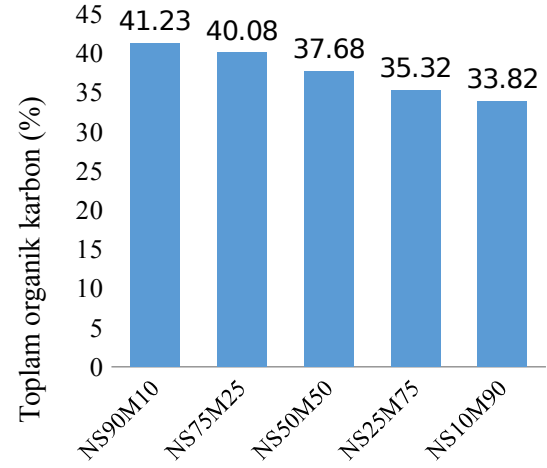
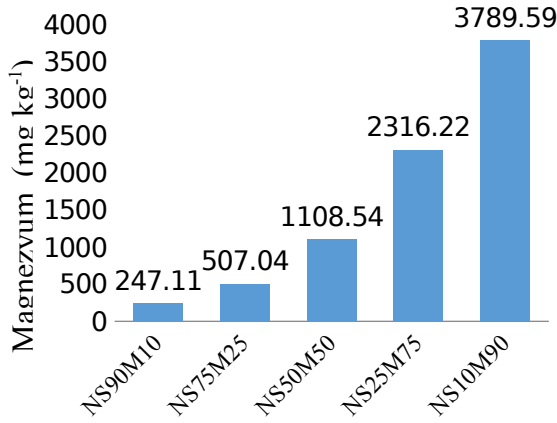
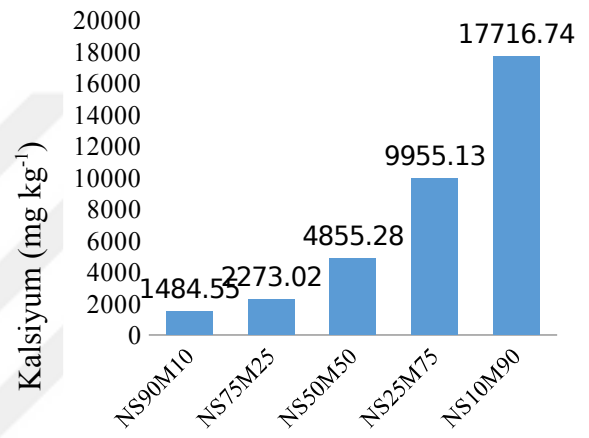
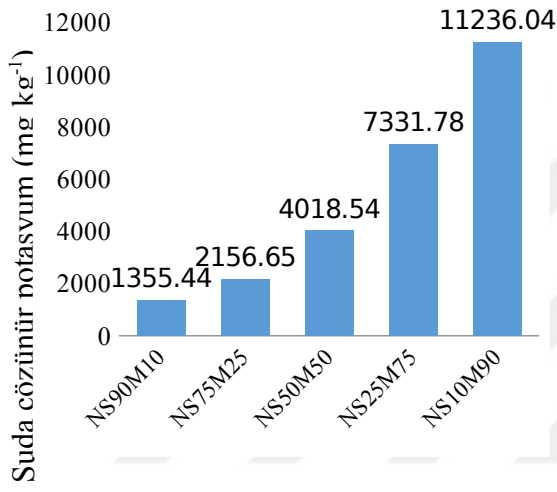
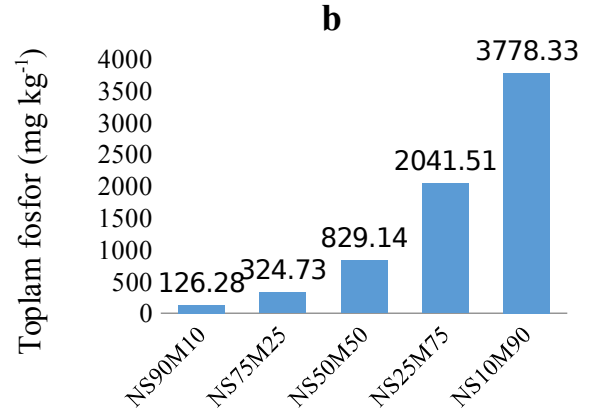
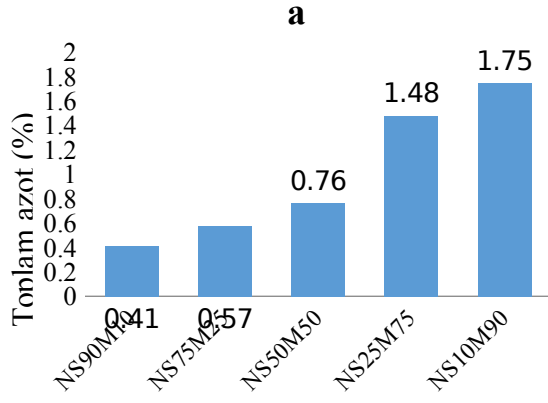
Araştırma sonucunda elde edilen vermikompost örneklerinin ortalama toplam (%) N, P, (%) suda çözünür K ve Ca, Mg, (%) C ve C:N içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi Çizelge 4.7, Çizelge 4.8, Çizelge 4.9, Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'te detaylı olarak gösterilmiştir. Vermikompost örneklerinin varyans analiz tabloları Ek 4, Ek 5 ve Ek 6'da gösterilmiştir.

### 4.3.1. Vermikompost Örneklerinden Makro Elementlerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

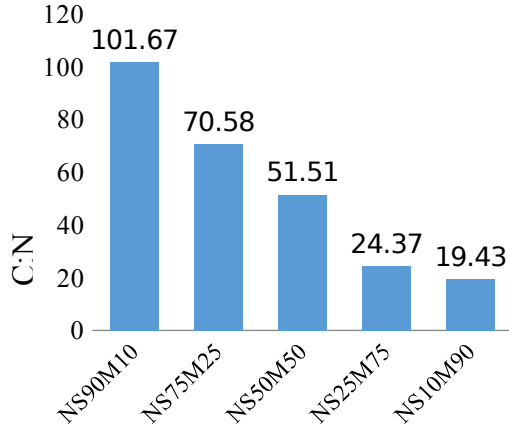
Çizelge 4.7. Farklı uygulamalarla elde edilen vermikompost örneklerinin makro analiz değerlerine ve C:N oranına göre tanımlayıcı istatistikleri (Xort±Sh) ve önem testi sonuçları

Parametre	Uygulamalar				
	NS <sub>90</sub> M <sub>10</sub>	NS <sub>75</sub> M <sub>25</sub>	NS <sub>50</sub> M <sub>50</sub>	NS <sub>25</sub> M <sub>75</sub>	NS <sub>10</sub> M <sub>90</sub>
N (%)	0,41±0,01528 c	0,5733 ± 0,02186 bc	0,7633 ± 0,09905 b	1,4767 ± 0,15235 a	1,7467 ± 0,06173 a
P (mg kg <sup>-1</sup> )	126,2767±7,43044 c	324,7333±33,27848 c	829,14±268,41 bc	2041,5067±704,53056b	3778,325±135,905 a
K (mg kg <sup>-1</sup> )	1355,4367±89,33354c	2156,65±39,30074 c	4018,535±654,065 bc	7331,7767±1888,05376 b	11236,035±206,165 a
Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	1484,55±73,62660 c	2273,02±141,32265 c	4855,275±1217,675 bc	9955,1267±3049,16868 b	17716,74±1294,49 a
Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	247,1067±14,91136 c	507,0433±30,65756 c	1108,535±260,865 bc	2316,22±679,14965 b	3789,59±84,74 a
C (%)	41,2267±0,20995 a	40,0767±0,32692 b	37,6833±0,13195 c	35,3167±0,48168 d	33,82±,012124 e
C:N	101,6733±4,12428d	70,5833±3,48561 c	51,5067±7,39239 b	24,37±2,08001 a	19,4267±0,67356 a

Not: Her satır için a,b,c, d ve e farklı harf ile indisenmiş ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir (p<0,01).







*Not: Tablo içindeki a, b, c, d, e harfleri DUNCAN çoklu karşılaştırma testi sonuçları olup farklı harf ile gösterilen değerler birbirinden istatistik olarak farklıdır ( $p < 0,01$ ).*

Şekil 4.8. Vermikompost muamelelerinin a (N), b (P), c (K), d (Ca), e (Mg), f (C), g (C:N) değerleri ortalamalarına ait sütun grafik

Farklı dozlar içeren uygulamalardan elde edilen vermicompost örneklerinin içerdiği toplam N (%) değerlerinin ortalamaları sütun grafik olarak Şekil 4.1(a)'da gösterilmiştir. Araştırma sonucunda vermicompost örneklerinin içerisindeki M miktarı arttıkça %N değerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi en yüksek %N değeri NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub> %1,7467 olarak ve en düşük %N değeri ise NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> %0,41 olarak görülmüştür. Muamele ortalamaları varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ). Yapılan bir çalışmada, bahçe atıklarından elde edilen vermicompostun % azot değerini Glosch çalışmasında (aktaran, Aalok, Sani ve Tripgati, 2009) %0,99 ve %1,45 olarak belirtmiştir. Das, Powell, Bhattacharyya ve Banik (2014), inek gübresinin toplam N değeri %1,6 olarak analiz etmiştir; mutfak atığı, pazaryeri atıkları ve çay fabrikası atıklarından elde edilen vermicompostun analiz sonucunda azot miktarı %0,51 ile %0,82 arasında ölçülmüştür (Mochache, Yegon ve Ngetich, 2019). Tekirdağ ilinde yapılan bir inkübasyon çalışmasında zeytin budama atığı+inek gübresi atıklarından elde edilen vermicompostun ortalama azot değerinin ise % 1.62 arasında olduğu bulunmuştur (Bellitürk, Göçmez, Turan, Bağdatlı ve Üstündağ, 2018). Araştırmadan elde edilen toplam N sonuçlarının önceki çalışmalar ile uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen vermicompost örneklerinin toplam P (mg kg<sup>-1</sup>) içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi Çizelge 4.7 ve Şekil 4.1(b)'de gösterilmiştir. Farklı dozlar içeren uygulamalardan elde edilen vermicompost örneklerinin içerdiği toplam P (mg kg<sup>-1</sup>) değerlerinin ortalaması sütun grafik olarak Şekil 4.1(b)'de detaylı olarak

gösterilmiştir. Araştırma sonucunda vermikompost örneklerinin içerisindeki M miktarı arttıkça toplam P ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi en yüksek toplam P ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değeri  $\text{NS}_{10}\text{M}_{90}$  3778,325  $\text{mg kg}^{-1}$  olarak ve en düşük P değeri ise 126,2767  $\text{mg kg}^{-1}$   $\text{NS}_{90}\text{M}_{10}$  olarak ölçülmüştür. Muamele ortalamaları varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ). Güneş, Alpaslan ve İnal (2007)’a göre, fosfor elementi bitkinin daha çok generatif gelişmesi üzerine etkili olan bir elementtir. Bununla beraber fosfor eksikliği bitkinin vegetatif gelişmesini de olumsuz etkilemektedir. Öyleyse fosfor eksikliği olan bitkilerde büyüme gerilemekte olduğu için, özellikle organik gübrelerin P içerikleri yönünden yeterli olması oldukça önemlidir. Aalok, Sani ve Tripathi (2009)’nin aktardığına göre; inek gübresinden elde edilen vermikompost örneğinde P miktarını Handreck çalışmasında 7000  $\text{mg kg}^{-1}$  ve Aalok çalışmasında 10870  $\text{mg kg}^{-1}$  olarak bulmuşlardır. Das, Powell, Bhattacharyya ve Banik (2014), farklı organik materyallerle kompost ve vermikompost elde etmişlerdir. Elde edilen inek gübresinin toplam P değeri 8500  $\text{mg kg}^{-1}$  olarak analiz edilmiştir. Başka araştırmacılar (Mochache, Yegon ve Ngetich, 2019) yaptıkları bir çalışmada mutfak atığı, pazaryeri atıkları ve çay fabrikası atıklarından elde edilen vermikompostun analiz sonucunda toplam P miktarının 7600  $\text{mg kg}^{-1}$  ile 8067  $\text{mg kg}^{-1}$  arasında olduğunu belirtmişlerdir. Bellitürk, Göçmez, Turan, Bağdatlı ve Üstündağ (2018), zeytin atıkları ile inek gübresini farklı oranlarda karıştırarak yaptıkları bir çalışmada, 6. ayın sonunda elde edilen ortalama P değerinin sadece inek gübresiyle üretilen vermikompostta 6300  $\text{mg kg}^{-1}$ , inek gübresi+zeytin atığından elde edilen vermikompostta ise 4400  $\text{mg kg}^{-1}$  olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmadaki 5 farklı uygulamanın ortalama P değeri ise 1420  $\text{mg kg}^{-1}$  olup, en yüksek değer inek gübresinin % 90 oranında fazla bulunduğu 5. uygulamadan (3778,33  $\text{mg kg}^{-1}$  P) elde edilmiştir. Bu durumun, yüksek P değerine sahip fındık+inek gübresi karışımıyla vermikompost elde edilmesi uygulamalarında dikkate alınması gerekmektedir.

Araştırma sonucunda elde edilen vermikompost örneklerinin suda çözünür K ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi Çizelge 4.7 ve Şekil 4.1 (c)’de gösterilmiştir. Farklı dozlar içeren uygulamalardan elde edilen vermikompost örneklerinin içerdiği suda çözünür K ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerlerinin ortalaması sütun grafik olarak Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

Araştırma sonucunda vermikompost örneklerinin içerisindeki M miktarı arttıkça suda çözünür K ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi en yüksek suda çözünür K ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değeri  $\text{NS}_{10}\text{M}_{90}$  11236,035  $\text{mg kg}^{-1}$  olarak ve en düşük suda

çözünür K ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değeri ise  $1355,4367 \text{ mg kg}^{-1}$   $\text{NS}_{90}\text{M}_{10}$  olarak ölçülmüştür. Muamele ortalamaları varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,01$ ). Yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testine göre ise  $\text{NS}_{90}\text{M}_{10}$  ( $1355,4367 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ile  $\text{NS}_{75}\text{M}_{25}$  ( $2156,65 \text{ mg kg}^{-1}$ ) muameleleri arasındaki,  $\text{NS}_{75}\text{M}_{25}$  ( $2156,65 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ile  $\text{NS}_{50}\text{M}_{50}$  ( $4018,535 \text{ mg kg}^{-1}$ ) muameleleri arasındaki ve  $\text{NS}_{50}\text{M}_{50}$  ( $4018,535 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ile  $\text{NS}_{25}\text{M}_{75}$  ( $7331,7767 \text{ mg kg}^{-1}$ ) muameleleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p<0,01$ ). Aalok, Soni ve Tripathi (2009)'nin bildirdiğine göre; inek gübresinden elde edilen vermikompost örneğinde K miktarını Handreck çalışmasında  $7400 \text{ mg kg}^{-1}$  ve Aalok çalışmasında  $7530 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulmuşlardır. Das, Powell, Bhattacharyya ve Banik (2014), farklı organik materyallerle kompost ve vermikompost elde etmişlerdir. Araştırmacılar inek gübresinden elde edilen vermikompostun suda çözünür K değerinin  $18200 \text{ mg kg}^{-1}$  olduğunu belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada mutfak atığı, pazaryeri atıkları ve çay fabrikası atıklarından elde edilen vermikompostun analiz sonucunda suda çözünür K miktarı  $19700 \text{ mg kg}^{-1}$  ile  $27433 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında ölçülmüştür (Mochache, Yegon ve Ngetich, 2019).

Araştırma sonucunda elde edilen vermikompost örneklerinin Ca ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi Çizelge 4.7 ve Şekil 4.1 (d)'de gösterilmiştir. Farklı dozlar içeren uygulamalardan elde edilen vermikompost örneklerinin içerdiği Ca ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerlerinin ortalaması sütun grafik olarak Şekil 4.1 (d)'de gösterilmiştir. Araştırma sonucunda vermikompost örneklerinin içerisindeki M miktarı arttıkça Ca ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi en yüksek Ca ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değeri  $\text{NS}_{10}\text{M}_{90}$   $17716,74 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak ve en düşük Ca ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değeri ise  $1484,55 \text{ mg kg}^{-1}$   $\text{NS}_{90}\text{M}_{10}$  olarak ölçülmüştür. Muamele ortalamaları varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,01$ ). Yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testine göre ise  $\text{NS}_{90}\text{M}_{10}$  ( $1484,55 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ile  $\text{NS}_{75}\text{M}_{25}$  ( $2273,02 \text{ mg kg}^{-1}$ ) muameleleri arasındaki,  $\text{NS}_{75}\text{M}_{25}$  ( $2273,02 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ile  $\text{NS}_{50}\text{M}_{50}$  ( $4855,275 \text{ mg kg}^{-1}$ ) muameleleri arasındaki ve  $\text{NS}_{50}\text{M}_{50}$  ( $4855,275 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ile  $\text{NS}_{25}\text{M}_{75}$  ( $9955,1267 \text{ mg kg}^{-1}$ ) muameleleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p<0,01$ ). Nagavallemma, Wani, Stephane Lacroix, Padmaja, Vineela, Babu Rao, Sahrawat (2004), vermikompostun Ca içeriğinin %1,18 ile %7,61 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda elde edilen % Ca değerleri literatür ile uyumluluk göstermektedir.

Araştırma sonucunda elde edilen vermikompost örneklerinin Mg ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi Çizelge 4.7 ve Şekil 4.1 (e)'de

gösterilmiştir. Farklı dozlar içeren uygulamalardan elde edilen vermikompost örneklerinin içerdiği Mg ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerlerinin ortalaması sütun grafik olarak Şekil 4.1 (e)'de gösterilmiştir. Araştırma sonucunda vermikompost örneklerinin içerisindeki M miktarı arttıkça Mg ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi en yüksek Mg ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değeri NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub> 3789,59  $\text{mg kg}^{-1}$  olarak ve en düşük Mg ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değeri ise NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> 247,1067  $\text{mg kg}^{-1}$  olarak ölçülmüştür. Muamele ortalamaları varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ). Yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testine göre ise, NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> (247,1067  $\text{mg kg}^{-1}$ ) ile NS<sub>75</sub>M<sub>25</sub> (507,0433  $\text{mg kg}^{-1}$ ) muameleleri arasındaki, NS<sub>75</sub>M<sub>25</sub> (507,0433  $\text{mg kg}^{-1}$ ) ile NS<sub>50</sub>M<sub>50</sub> (1108,535  $\text{mg kg}^{-1}$ ) muameleleri arasındaki ve NS<sub>50</sub>M<sub>50</sub> (1108,535  $\text{mg kg}^{-1}$ ) ile NS<sub>25</sub>M<sub>75</sub> (2316,22  $\text{mg kg}^{-1}$ ) muameleleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p < 0,01$ ). Yemek artığı, inek gübresi ve koyun gübresinden elde edilen vermikompostların karşılaştırıldığı bir çalışmada, örneklerin Mg değerleri 6200  $\text{mg kg}^{-1}$  ile 10600  $\text{mg kg}^{-1}$  arasında değişkenlik göstermektedir (Bellitürk, 2018).

Araştırma sonucunda elde edilen vermikompost örneklerinin %C içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi Çizelge 4.7 ve Şekil 4.1 (f)'de gösterilmiştir. Farklı dozlar içeren uygulamalardan elde edilen vermikompost örneklerinin içerdiği %C değerlerinin ortalaması sütun grafik olarak Şekil 4.1 (f)'de gösterilmiştir. Araştırma sonucunda vermikompost örneklerinin içerisindeki M miktarı arttıkça toplam organik C (%) değerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi en yüksek karbon (C) değeri NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> %41,2267 olarak ve en düşük karbon (C) değeri ise NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub> %33,82 olarak ölçülmüştür. Muamele ortalamaları varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ). Yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testine göre ise, tüm muameleler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ).

Suthar (2009) yapmış olduğu çalışmada, buğday (*Triticum aestivum* L.), darılar (*Pennisetum typhoides* L. ve *Sorghum vulgare* L.) ve bir fasulye türünün (*Vigna radiata* L.) hasat sonrası kalıntıları ile inek ve koyun gübrecelerini farklı oranlarda karıştırılarak vermikompost elde etmiştir. Elde edilen vermikompost örneklerinin % toplam organik C değerleri %20,4 ile %29,0 arasında değiştiği bildirilmiştir. Farklı bitkisel ve hayvansal atıkların kullanıldığı 2 farklı çalışmada elde edilen % toplam organik C içerikleri bakımından benzer olduğu görülmüştür. Das, Powell, Bhattacharyya ve Banik (2014), farklı organik materyallerle kompost ve vermikompost elde etmişlerdir. Elde edilen inek gübresinin organik

C değeri %22,1 olarak analiz edilmiştir. Bhat, Singh ve Vig (2015)'in şeker kamışı küspesi ve inek gübresinin farklı oranlarda karışımından elde ettikleri vermikompostun TOC değerleri %33,79 ile %49,53 arasında değişmiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen vermikompostların C:N oranlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi Çizelge 4.7 ve Şekil 4.1 (g)'de gösterilmiştir. Farklı dozlar içeren uygulamalardan elde edilen vermikompost örneklerinin C:N oranlarının ortalaması sütun grafik olarak Şekil 4.1 (g)'de gösterilmiştir. Araştırma sonucunda vermikompost örneklerinin içerisindeki M miktarı arttıkça C:N oranının azaldığı gözlemlenmiştir. Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi en yüksek C:N oranı NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> 101,6733 olarak ve en düşük C:N oranı ise NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub> 19,4267 olarak ölçülmüştür. Muamele ortalamaları varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli bulunmuştur (p<0,01). Yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testine göre ise, NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub> (19,4267) ile NS<sub>25</sub>M<sub>75</sub> (24,37) muameleleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p<0,01). Bellitürk vd., (2014), zeytin bitki artıkları+ahır gübresi kullanarak elde etmiş oldukları vermikompostun ortalama C:N oranının 21,08 olduğunu bulmuştur. Yapılan bir çalışmada mantar atığı ve inek gübresi karışımıyla elde edilen vermikompost gübresinin ortalama C:N oranının 11,32 bulunmuş olup (Song, Liu, Wu, Qi, Ye, Jalio ve Hu. 2014), bu çalışmada ise fındık kabuğunun yoğun olduğu uygulamalardaki C:N oranının yüksek olduğu görülmüştür. Das, Powell, Bhattacharyya ve Banik (2014), farklı organik materyallerle kompost ve vermikompost elde etmişlerdir. Elde edilen inek gübresinin organik C:N değeri 13,8 olarak bulunmuştur. Bhat, Singh ve Vig (2015)'in şeker kamışı küspesi ve inek gübresinin farklı oranlarda karışımından elde ettikleri vermikompostun C:N değerleri 16,89 ile 57,59 arasında değişmiştir.

Bellitürk vd. (2018) tarafından yapılan bir araştırmada zeytin atıkları ile inek gübresi farklı şekilde karıştırılmış ve 6 ay süre ile solucanlara yedirilmek suretiyle vermikompost elde edilmiştir. Elde edilen eşit orandaki zeytin atığı+inek gübresi karışımına ait vermikompostun ortalama K, Ca, Mg, C ve C:N değerleri sırasıyla 17.700 mg kg<sup>-1</sup>, 37.500 mg kg<sup>-1</sup>, 4.700 mg kg<sup>-1</sup>, %28,06 ve 17,33 olduğu belirtilmiş olup, fındık kabuğu ile inek gübresinin solucan beslemede kullanıldığı bu çalışmadaki vermikomposta ait söz konusu analiz değerleri ile kıyaslandığında sadece “NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub>” uygulamasına ait sonuçlar ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Diğer uygulamalara ait K, Ca, Mg, C ve C:N ile ilgili sonuçlar daha düşük değerlerdedir.

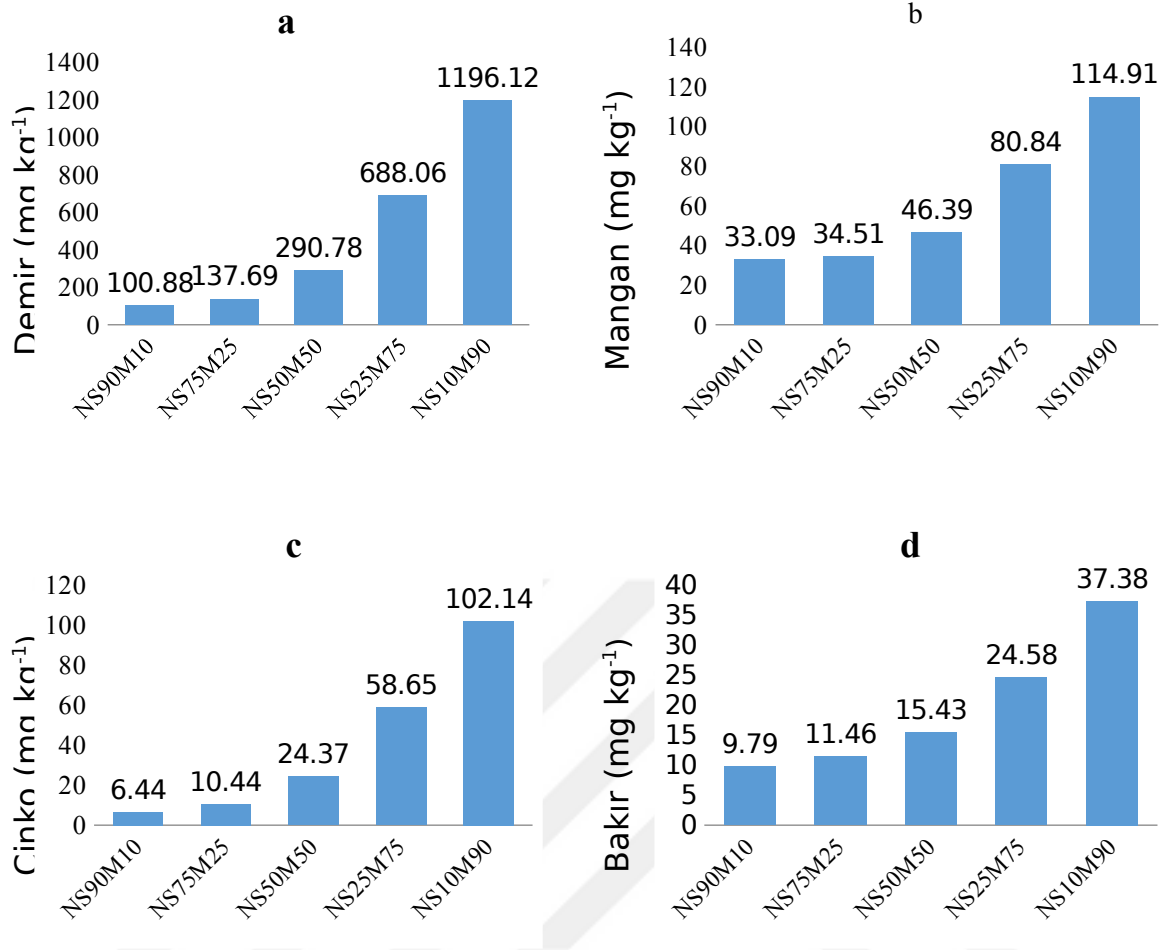
### 4.3.2. Vermikompost Örneklerinden Mikro Elementlerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

Uygulamalar				
NS <sub>90</sub> M <sub>10</sub>	NS <sub>75</sub> M <sub>25</sub>	NS <sub>50</sub> M <sub>50</sub>	NS <sub>25</sub> M <sub>75</sub>	NS <sub>10</sub> M <sub>90</sub>
100,88±17,0011c	137,6867±17,10639c	290,775±83,575bc	688,0633±234,64204b	1196,12±95,0a
33,0933±2,04317c	34,5067±3,10282c	46,39±13,81bc	80,84±20,709ab	114,905±3,725a
6,4433±0,12601c	10,4433±1,56791c	24,365±7,235bc	58,65±20,4983b	102,14±9,21a
9,7867±0,16667c	11,4567±0,22995c	15,425±2,02500bc	24,5833±5,90639b	37,38±2,25a

Not: Her satır için a,b,c, d ve e farklı harf ile indislenmiş ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir ( $p<0,01$ ).

Çizelge 4.8. Farklı uygulamalarla elde edilen vermicompost örneklerinin mikro element analiz değerlerine göre tanımlayıcı istatistikleri (Xort±Sh) ve önem testi sonuçları

Fe (mg kg <sup>-1</sup> )
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )



**Not:** Tablo içindeki a, b, c, d, e harfleri DUNCAN çoklu karşılaştırma testi sonuçları olup farklı harf ile gösterilen değerler birbirinden istatistik olarak farklıdır ( $p < 0,01$ ).

Şekil 4.9. Vermikompost muamelelerinin a (Fe), b (Mn), c (Zn), d (Cu), değerleri ortalamalarına ait sütun grafik

Araştırma sonucunda elde edilen vermicompost örneklerinin Fe (mg kg<sup>-1</sup>) içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi Çizelge 4.8 ve Şekil 4.2 (a)'de gösterilmiştir. Farklı dozlar içeren uygulamalardan elde edilen vermicompost örneklerinin içerdiği Fe (mg kg<sup>-1</sup>) değerlerinin ortalaması sütun grafik olarak Şekil 4.2 (a)'de gösterilmiştir. Araştırma sonucunda vermicompost örneklerinin içerisindeki M miktarı arttıkça Fe (mg kg<sup>-1</sup>) değerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Çizelge 4.8'de görüldüğü gibi en yüksek Fe (mg kg<sup>-1</sup>) değeri NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub> 1196,12 mg kg<sup>-1</sup> olarak ve en düşük Fe (mg kg<sup>-1</sup>) değeri ise NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> 100,88 mg kg<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür. Muamele ortalamaları varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ). Demir açısından, yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testine göre ise, NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> (100,88 mg kg<sup>-1</sup>) ile NS<sub>75</sub>M<sub>25</sub> (137,6867 mg kg<sup>-1</sup>), NS<sub>75</sub>M<sub>25</sub> (137,6867 mg kg<sup>-1</sup>) ile NS<sub>50</sub>M<sub>50</sub> (290,775 mg kg<sup>-1</sup>) muameleleri arasındaki ve NS<sub>50</sub>M<sub>50</sub> (290,775 mg kg<sup>-1</sup>) ile NS<sub>25</sub>M<sub>75</sub>



(688,0633 mg kg<sup>-1</sup>) muameleleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p<0,01). Bhat, Singh ve Vig (2015)'in şeker kamışı küspesi ve inek gübresinin farklı oranlarda karışımından elde ettikleri vermikompostun Fe değerleri 459,1 mg kg<sup>-1</sup> ile 1030 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen vermikompost örneklerinin Mn (mg kg<sup>-1</sup>) içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi Çizelge 4.8 ve Şekil 4.2 (b)'de gösterilmiştir. Farklı dozlar içeren uygulamalardan elde edilen vermikompost örneklerinin içerdiği Mn (mg kg<sup>-1</sup>) değerlerinin ortalaması sütun grafik olarak Şekil 4.2 (b)'de gösterilmiştir. Araştırma sonucunda vermikompost örneklerinin içerisindeki M miktarı arttıkça Mn (mg kg<sup>-1</sup>) değerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Çizelge 4.8'de görüldüğü gibi en yüksek Mn (mg kg<sup>-1</sup>) değeri NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub> (114,905 mg kg<sup>-1</sup>) olarak ve en düşük Mn (mg kg<sup>-1</sup>) değeri ise NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> (33,0933 mg kg<sup>-1</sup>) olarak ölçülmüştür. Muamele ortalamaları varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli bulunmuştur (p<0,01). Manganez elementi açısından yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testine göre ise, NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> (33,0933 mg kg<sup>-1</sup>) ile NS<sub>75</sub>M<sub>25</sub> (34,5067 mg kg<sup>-1</sup>) muameleleri arasındaki, NS<sub>75</sub>M<sub>25</sub> (34,5067 mg kg<sup>-1</sup>) ile NS<sub>50</sub>M<sub>50</sub> (46,39 mg kg<sup>-1</sup>) muameleleri arasındaki, NS<sub>50</sub>M<sub>50</sub> (46,39 mg kg<sup>-1</sup>) ile NS<sub>25</sub>M<sub>75</sub> (114,905 mg kg<sup>-1</sup>) muameleleri arasındaki ve NS<sub>25</sub>M<sub>75</sub> (114,905 mg kg<sup>-1</sup>) ile NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub> (114,905 mg kg<sup>-1</sup>) muameleleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p<0,01). Bhat, Singh ve Vig (2015)'in şeker kamışı küspesi ve inek gübresinin farklı oranlarda karışımından elde ettikleri vermikompostun Mn değerleri 20,67 mg kg<sup>-1</sup> ile 181,4 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Yemek artığı, inek gübresi ve koyun gübresinden elde edilen vermikompostların karşılaştırıldığı bir çalışmada, örneklerin Mn değerleri 900 mg kg<sup>-1</sup> ile 1800 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişkenlik göstermektedir (Bellitürk, 2018).

Araştırma sonucunda elde edilen vermikompost örneklerinin Zn (mg kg<sup>-1</sup>) içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi Çizelge 4.8 ve Şekil 4.2 (c)'de gösterilmiştir. Farklı dozlar içeren uygulamalardan elde edilen vermikompost örneklerinin içerdiği Zn (mg kg<sup>-1</sup>) değerlerinin ortalaması sütun grafik olarak Şekil 4.2 (c)'de gösterilmiştir. Araştırma sonucunda vermikompost örneklerinin içerisindeki M miktarı arttıkça Zn (mg kg<sup>-1</sup>) değerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Çizelge 4.8'de görüldüğü gibi en yüksek Zn (mg kg<sup>-1</sup>) değeri NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub> (102,14 mg kg<sup>-1</sup>) olarak ve en düşük Zn (mg kg<sup>-1</sup>) değeri ise NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> (6,4433 mg kg<sup>-1</sup>) olarak ölçülmüştür. Muamele ortalamaları varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli bulunmuştur (p<0,01). Çinko elementi söz konusu olduğunda yapılan DUNCAN

çoklu karşılaştırma testine göre ise, NS<sub>75</sub>M<sub>25</sub> (10,4433 mg kg<sup>-1</sup>) ile NS<sub>50</sub>M<sub>50</sub> (24,365 mg kg<sup>-1</sup>) muameleleri arasındaki ve NS<sub>50</sub>M<sub>50</sub> (24,365 mg kg<sup>-1</sup>) ile NS<sub>25</sub>M<sub>75</sub> (58,65 mg kg<sup>-1</sup>) muameleleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p<0,01). Bhat, Singh ve Vig (2015)'in şeker kamışı küspesi ve inek gübresinin farklı oranlarda karışımından elde ettikleri vermikompostun Zn değerleri 60,63 mg kg<sup>-1</sup> ile 130,02 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Yemek artığı, inek gübresi ve koyun gübresinden elde edilen vermikompostların karşılaştırıldığı bir çalışmada, örneklerin Zn değerleri 350 mg kg<sup>-1</sup> ile 430 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişkenlik göstermektedir (Bellitürk, 2018).

Araştırma sonucunda elde edilen vermikompost örneklerinin Cu (mg kg<sup>-1</sup>) içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi Çizelge 4.8 ve Şekil 4.2 (d)'de gösterilmiştir. Farklı dozlar içeren uygulamalardan elde edilen vermikompost örneklerinin içerdiği Cu (mg kg<sup>-1</sup>) değerlerinin ortalaması sütun grafik olarak Şekil 4.2 (d)'de gösterilmiştir. Araştırma sonucunda vermikompost örneklerinin içerisindeki M miktarı arttıkça Cu (mg kg<sup>-1</sup>) değerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Çizelge 4.8'de görüldüğü gibi en yüksek Cu (mg kg<sup>-1</sup>) değeri NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub> (37,38 mg kg<sup>-1</sup>) olarak ve en düşük Cu (mg kg<sup>-1</sup>) değeri ise NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> (9,7867 mg kg<sup>-1</sup>) olarak ölçülmüştür. Muamele ortalamaları varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli bulunmuştur (p<0,01). Bakır elementi dikkate alındığında, yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testine göre ise, NS<sub>75</sub>M<sub>25</sub> (11,4567 mg kg<sup>-1</sup>) ile NS<sub>50</sub>M<sub>50</sub> (15,425 mg kg<sup>-1</sup>) muameleleri arasındaki ve NS<sub>50</sub>M<sub>50</sub> (15,425 mg kg<sup>-1</sup>) ile NS<sub>25</sub>M<sub>75</sub> (24,5833 mg kg<sup>-1</sup>) muameleleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p<0,01). Bhat, Singh ve Vig (2015)'in şeker kamışı küspesi ve inek gübresinin farklı oranlarda karışımından elde ettikleri vermikompostun Cu değerleri 15,47 mg kg<sup>-1</sup> ile 41,33 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiştir.

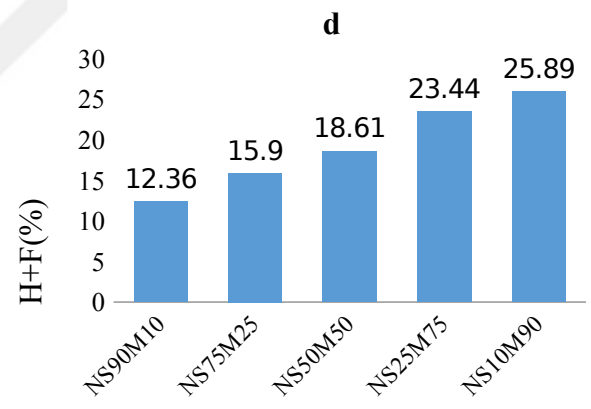
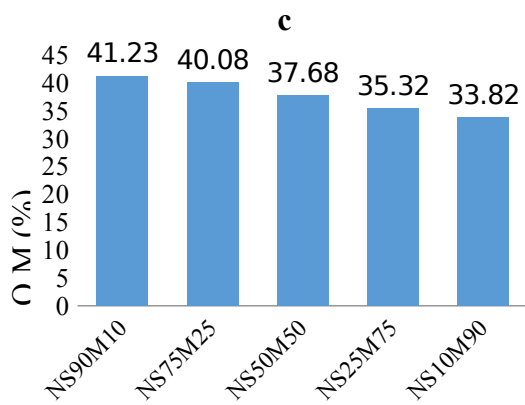
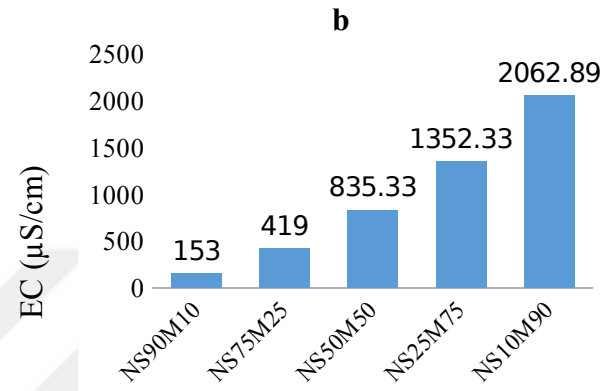
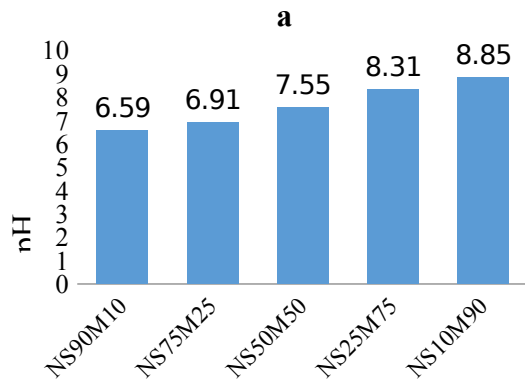
### 4.3.3. Vermikompost Örneklerinde Diğer Analizlerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

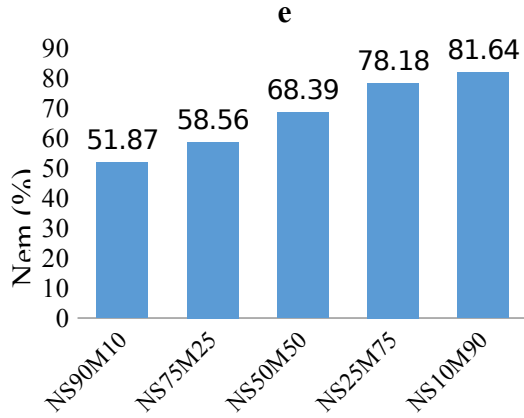
Çizelge 4.9. Farklı uygulamalarla elde edilen vermikompost örneklerinin diğer analiz değerlerine göre tanımlayıcı istatistikleri (X<sub>ort</sub>±Sh) ve önem testi sonuçları

	Uygulamalar					
	NS <sub>90</sub> M <sub>10</sub>	NS <sub>75</sub> M <sub>25</sub>	NS <sub>50</sub> M <sub>50</sub>	NS <sub>25</sub> M <sub>75</sub>	NS <sub>10</sub> M <sub>90</sub>	
pH	6,59±0,6028 d	6,9067±0,7688 d	7,55±0,4509 c	8,3067±0,19548 b	8,8533±0,23258 a	
EC (µS/cm)	153±2,71409 e	419±20,52641 d	835,33±69,75565 c	1352,33±84,66404 b	2062,89±83,56176 a	
% OM	41,1133±0,9838 a	39,7733±0,4149 b	37,23±0,17616 c	35,0833±0,4271 d	33,9233±0,24361 e	
% hümik+fulvik	12,36±0,67104 d	15,9±0,97755 cd	18,61±1,77652 bc	23,4433±2,96347 ab	25,8867±1,1123 a	
% nem	51,8667±0,35139 d	58,5633±1,84505 c	68,39±1,46647 b	78,18±1,94557 a	81,64±1,87602 a	

Not: Her satır için a,b,c, d ve e farklı harf ile indislenmiş ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir (p<0,01).

--	--	--	--	--	--	--	--





*Not: Tablo içindeki a, b, c, d, e harfleri DUNCAN çoklu karşılaştırma testi sonuçları olup farklı harf ile gösterilen değerler birbirinden istatistik olarak farklıdır ( $p < 0,01$ ).*

Şekil 4.10. Vermikompost muamelelerinin a (pH), b (EC), c (OM), d (toplam hümik+fulvik asit), ve (nem) değerleri ortalamalarına ait sütun grafik

Araştırma sonucunda elde edilen vermikompostların pH'larının istatistiksel olarak değerlendirilmesi Çizelge 4.9 ve Şekil 4.3 (a)'te gösterilmiştir. Farklı dozlar içeren uygulamalardan elde edilen vermikompost örneklerinin pH değerlerinin ortalaması sütun grafik olarak Şekil 4.3 (a)'te gösterilmiştir. Araştırma sonucunda vermikompost örneklerinin içerisindeki M miktarı arttıkça pH değerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Çizelge 4.9'da görüldüğü gibi en yüksek pH değeri NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub> 8,8533 olarak ve en düşük pH değeri ise NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> 6,59 olarak ölçülmüştür. Muamele ortalamaları varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ). Yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testine göre ise, NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> (pH: 6,59) ile NS<sub>75</sub>M<sub>25</sub> (pH: 6,9067) muameleleri arasındaki, farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p < 0,01$ ). Rize'de demlenmiş çay atığı, evsel yemek atığı ve inek gübresinin farklı oranlarda karışımlarından elde edilen vermikompostun pH değeri 7,30 ile 8,023 arasında ölçülmüştür (Türüt, 2018). Yapmış olduğumuz çalışmanın pH sonuçları literatür çalışmasıyla uyumlu olduğu görülmüştür.

Araştırma sonucunda elde edilen vermikompost örneklerinin EC ( $\mu\text{S/cm}$ ) içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi Çizelge 4.9 ve Şekil 4.3 (b)'te gösterilmiştir. Farklı dozlar içeren uygulamalardan elde edilen vermikompost örneklerinin EC ( $\mu\text{S/cm}$ ) değerlerinin ortalamaları sütun grafik olarak Şekil 4.3 (b)'te gösterilmiştir. Araştırma sonucunda vermikompost örneklerinin içerisindeki M miktarı arttıkça EC ( $\mu\text{S/cm}$ ) değerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Çizelge 4.9'da görüldüğü gibi en yüksek EC ( $\mu\text{S/cm}$ ) değeri

NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub> (2062,89  $\mu$ S/cm) olarak ve en düşük EC ( $\mu$ S/cm) değeri ise NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> (153  $\mu$ S/cm) olarak ölçülmüştür. Muamele ortalamaları varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,01$ ). Yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testine göre ise, tüm muameleler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,01$ ).

Hanc ve Chadimova (2015), elma prina atıkları ve samanı belli oranlarda karıştırarak elde ettikleri vermikompostun pH değeri 5,9 ile 6,9 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Çin’de yapılan bir çalışmada mantar atığı ve inek gübresi karışımıyla elde edilen vermikompostun ortalama pH değeri 7,57 ve EC değeri 2490  $\mu$ S/cm olarak tespit edilmiş olup (Song vd., 2014), fındık kabuğu atığı ile inek gübresi karışımından elde edilen bu çalışmadaki vermikompostun ortalama pH değeri 7,64 ve EC değeri ise 964,51  $\mu$ S/cm olarak ölçülmüştür. Her iki çalışmanın da bu 2 parametre açısından benzerlik gösterdiği, tuz içeriği bakımından fındık kabuklarının kullanıldığı çalışmanın daha az tuz içererek avantajlı olduğu görülmüştür.

Araştırma sonucunda elde edilen vermikompost % organik madde içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi Çizelge 4.9 ve Şekil 4.3 (c)’te gösterilmiştir. Farklı dozlar içeren uygulamalardan elde edilen vermikompost örneklerinin % organik madde değerlerinin ortalamaları sütun grafik olarak Şekil 4.3 (c)’te gösterilmiştir. Araştırma sonucunda vermikompost örneklerinin içerisindeki M miktarı arttıkça % organik madde değerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Çizelge 4.9’da görüldüğü gibi en yüksek % organik madde değeri NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> %41,2267 olarak ve en düşük % örneklerinin organik madde değeri ise NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub> %33,92 olarak ölçülmüştür. Muamele ortalamaları varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,01$ ). Yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testine göre ise, tüm muameleler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,01$ ).

Araştırma sonucunda elde edilen vermikompost örneklerinin toplam hümik+fulvik asit (%) içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi Çizelge 4.9 ve Şekil 4.3 (d)’te gösterilmiştir. Farklı dozlar içeren uygulamalardan elde edilen vermikompost örneklerinin hümik+fulvik asit (%) değerlerinin ortalamaları sütun grafik olarak Şekil 4.3 (d)’te gösterilmiştir. Araştırma sonucunda vermikompost örneklerinin içerisindeki M miktarı arttıkça toplam hümik+fulvik asit (%) değerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Çizelge 4.9’da görüldüğü gibi en yüksek % hümik+fulvik asit değeri NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub> (%25,8867) olarak ve en düşük % hümik+fulvik asit değeri ise NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> (%12,36) olarak ölçülmüştür. Muamele ortalamaları varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,01$ ). Yapılan DUNCAN

çoklu karşılaştırma testine göre ise, NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> (%12,36) ile NS<sub>75</sub>M<sub>25</sub> (%15,9) muameleleri arasındaki, NS<sub>75</sub>M<sub>25</sub> (%15,9) ile NS<sub>50</sub>M<sub>50</sub> (%18,61) muameleleri arasındaki, NS<sub>50</sub>M<sub>50</sub> (%18,61) ile NS<sub>25</sub>M<sub>75</sub> (%23,4433) muameleleri arasındaki ve NS<sub>25</sub>M<sub>75</sub> (%23,4433) ile NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> (%25,8867) muameleleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p<0,01). Arancon ve Edwards (2011), vermikompostların ana malzemeye göre daha fazla hümik asit içerdiklerini ve organik maddenin kararlı hümik bileşiklere dönüştüğünü belirtmişlerdir. Lange (2005), gıda ve bahçe atıklarının karışımından elde ettiği vermikompostun organik madde miktarının %30 olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte Bellitürk, Zahmacıoğlu, Şerif ve Top (2015), kağıt atıklarını kullanarak vermikompost elde etmişler ve organik madde miktarını %39 olarak açıklamışlardır. Çalışma sonucunda bulunmuş olduğunuz organik madde ve hümik+fulvik asit değerleri literatürle uyumludur.

Araştırma sonucunda elde edilen vermikompostların % nem değerlerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi Çizelge 4.9 ve Şekil 4.3 (e)'te gösterilmiştir. Farklı dozlar içeren uygulamalardan elde edilen vermikompost örneklerinin % nem değerlerinin ortalamaları sütun grafik olarak Şekil 4.3 (e)'te gösterilmiştir. Araştırma sonucunda vermikompost örneklerinin içerisindeki M miktarı arttıkça nem (%) değerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Çizelge 4.9'da görüldüğü gibi en yüksek % nem NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub> (%81,64) olarak ve en düşük % nem değeri ise NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> (%51,8667) olarak ölçülmüştür. Muamele ortalamaları varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli bulunmuştur (p<0,01). Yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testine göre ise, NS<sub>25</sub>M<sub>75</sub> (%78,18) ile NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub> (%81,64) muameleleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p<0,01). Solucanlar organik atıkları yiyerek, hacim olarak besi ortamlarındaki atığı % 40–60'lara kadar düşürürler. Sonuçta üretilen vermikompostun nem değeri %32 ile %66 olup, pH değeri 7,0 civarında olur (Nagavallemma vd., 2004). Araştırma sonucunda elde edilen %nem değerleri literatürde belirtilen değerlerle benzerlik göstermektedir.

#### 4.4. Deneme Sonrasındaki Solucan Sayıları

Deneme başlangıcında her kaba 250 adet *Eisenia foetida* cinsi solucan koyulmuş ve deneme süresince solucanların ihtiyacı olan nemin ayarlanması için (her bir deneme kabında ortalama % 80 nem olacak şekilde) saf su kullanılmıştır. Deneme sonunda kaplardaki solucanlar sayılmıştır (Şekil 4.4). Deneme sonunda NS<sub>90</sub>M<sub>10</sub>, ve NS<sub>75</sub>M<sub>25</sub> kaplarındaki solucan sayıları azalmış, NS<sub>50</sub>M<sub>50</sub>, NS<sub>25</sub>M<sub>75</sub> ve NS<sub>10</sub>M<sub>90</sub> kaplarındaki solucan sayılarında başlangıçtaki

solucan sayılarına kıyasla artış gözlemlenmiştir (Çizelge 4.10). Tekerrürler dahil tüm kaplardaki solucan sayıları Ek 7’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Deneme sonunda kaplardaki solucan sayısı

Uygulama	Solucan sayısı
NS <sub>90</sub> M <sub>10</sub>	245
NS <sub>75</sub> M <sub>25</sub>	250
NS <sub>50</sub> M <sub>50</sub>	255
NS <sub>25</sub> M <sub>75</sub>	258
NS <sub>10</sub> M <sub>90</sub>	252

Kostecka ve Kaniuczak (2008), su mercimeği ve sığır gübresinden vermikompost üretmişlerdir. Çalışma sonucunda sığır gübresi ile karıştırılan su mercimeklerinden hazırlanan kompostlarda solucan sayısının arttığını, yalnız su mercimeğinden üretilen vermikompostlarda ise solucan sayısının azaldığını belirlemiştir. Yüksek (2019), farklı yemlerin solucan davranışlarına etkisini araştırdığı çalışmasında fındık atığı, organik çay lifi, inek gübresi, gürgen talaşı ve gazete kâğıdını değişik oranlarda kullanarak vermikompost üretmiştir. Fındık atığının kullanıldığı deneme sonunda solucan sayısında yaklaşık %10’luk bir azalma olduğunu belirtmiştir. Çalışma sonucunda solucan sayısındaki değişimin diğer çalışmalarla uyumlu olduğu görülmüştür.

Normal olarak bu çalışmanın sonunda sayıları belirlenen solucanların daha fazla olması beklenirdi, ancak denemenin sonundaki ve başındaki solucan sayılarının birbirine neredeyse yakın sayılarda olduğu görülmüştür. Bunun olası nedenleri arasında; öğütülmüş fındık kabuğunun direkt olarak kullanılması ya da başka bir sebep olur. Yapılan bu çalışma direkt olarak solucan sayılarının belirlenmesine yönelik bir çalışma olmadığı için bu konu üzerinde ayrıntılı bir çalışma yapılmamış olup, ileride bu konuya ilişkin detaylı çalışma yapacaklara yardımcı bilgiler sunmak amacıyla solucan sayıları ile ilgili değerlendirme yapılmıştır.





Şekil 4.11. Deneme sonunda sayılan solucanlar

## SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tam olarak 120 günlük bir inkübasyon denemesi sonucunda elde edilen 5 farklı uygulamaya ait vermikompost örneklerinde analizi yapılan parametrelerle ilişkili olarak yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma testine göre, tüm muameleler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuş ( $p < 0,01$ ) ve fındık kabuğuna ilave edilen inek gübresinin miktarı arttıkça organik madde, toplam organik karbon ve C:N oranı hariç tüm değerler artmıştır. Dolayısıyla ülke kaynaklarının ekonomik ve sürdürülebilir olarak değerlendirilmesi amacıyla kırsal yaşamın sürdürülebilirliği ile birlikte tarım topraklarının korunması da göz önünde tutulması gereken önemli bir husustur. Bu yönüyle fındık yetiştiriciliği yapılan bölgelerde fındık harici ortaya çıkan kabuk, budama atıklarının da ekonomik olarak gelir getirici kompost, vermikompost gibi alternatif değerlendirilme olanakları üzerinde durulmalıdır. Bütün bu yönleriyle fındık bölge ekonomisinin temel unsuru olmakla beraber çevresel ve sosyolojik olarak da ele alınması gereken değerli bir üründür.

Son yıllarda seralarda, tarım ve peyzaj alanlarında, organik madde yetersizliği nedeniyle fermente edilmiş inek gübreleri, leonardit orijinli katı ve sıvı organik gübrelerinin kullanımı ve ayrıca bitkisel orijinli kompost uygulamalarının yaygınlaştırılmasının toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirmede önemli katkılar sağlayacağı dikkate alınarak bu konuda yapılan araştırmalar giderek artma eğilimindedir.

Organik atıkların mutlak surette geri dönüşümünün özellikle vermikompost yöntemi ile sağlanması ve elde edilen materyalin de tarım ve peyzaj alanlarına “organik gübre” olarak kazandırılması ülkemizin gelecek kuşaklara verimli tarım topraklarını ve peyzaj alanlarını taşıyabilmelerinde oldukça önemlidir (Bellitürk ve Goldmann Benardete, 2020).

Dünya fındık üretiminde Türkiye ilk sırada yer almaktadır. Türkiye ekonomisinde önemli bir yeri olan fındık, ihracat geliri ile de ülke ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır. Ancak, fındığın kabuk ve budama atıklarının değerlendirilmesi ile ilgili tanımlanmış bir rehberin olmaması bu tip çalışmalara ihtiyaç duyulmasına sebep olmaktadır. Türkiye’deki fındık üreticileri genellikle büyük kentlerde ikamet etme eğiliminde olup, fındık üretimini ek gelir olarak gördükleri için, fındık kabukları ile budama atıklarını değerlendirememektedirler. Tarımsal faaliyetlerinin başında bulunmayan, sıfır atıkla kaliteli üretim yapmayı ilke edinmeyen kişilerin bu davranışları, özellikle fındık kabuklarını çöp olarak düşünmelerine yol açarak çevrede kirletici atıkların birikmesine neden olmaktadır.

Ülkemizin özellikle Karadeniz Bölgesi'nde yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan fındık meyvesinin dış kabukları, köylerde yaşayan çiftçiler tarafından çoğunlukla yakacak olarak değerlendirilmektedir. Diğer yandan inek dışkıları da özel yöntemler ile kurutulduktan sonra ülkenin kırsal kesimlerinde maddi durumu iyi olmayan köylüler tarafından yakacak olarak kullanılabilir. Hem bitkisel ve hem de hayvansal kaynaklı olan bu organik atıkların çöp ve kısmen yakacak olarak değil de kompost veya vermikomposta dönüştürülmesi sağlanarak bu atıkların “organik gübre” olarak tarımda kullanılmasının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Üreticiler bu atıkları vermikomposta dönüştürerek hem geri dönüşüme katkı sağlamış ve hem de gübre maliyetlerini azaltmış olacak, bunun sonucunda da çevre kirletilmeyerek toprakların organik madde içerikleri vermikompostun tarımda kullanılmasıyla artırılmış olacaktır. Bu durumun insanlara olduğu kadar, doğaya da çok fazla yararları olduğuna ilişkin çok sayıda akademik çalışma bulunmaktadır.

Atıkların vermikomposta dönüştürülmesi, çiftçilere istihdam oluşturma bakımından da önemlidir. Son yıllarda özellikle Türkiye’de yapılan akademik araştırmalar içerisinde, farklı organik atıkların vermikompost olarak değerlendirilmesine yönelik olanların giderek arttığı görülmektedir. Vermikompostun bilinen tüm yararları dışında bunun diğer nedenleri arasında kimyasal gübrelerin fiyat artışları ve çevrenin yoğun kimyasal kullanımına bağlı olarak kirleniyor olması da bulunmaktadır.

Bu çalışma sahip oldukları atıkları değerlendirmek isteyenlere fikir verecek nitelikte olup, aynı zamanda solucan gübre sektörüne yatırım yapan küçük, orta ve büyük ölçekli işletmelerin sıklıkla dile getirdikleri “solucan yemi bulma sorunu” için de çözüme yönelik önemli bilgiler içermektedir. Artan nüfusun ihtiyaçları için tarımın sürdürülebilir olması ve bu amaçla toprakların verimliliklerinin artırılması mutlak bir zorunluluktur. Tarımda vermikompost gibi organik gübrelerin kullanılarak toprak ve ürün kalitesinin artırılmasıyla ticari faaliyetlerdeki gıda güvenliği ve kalitesi gibi unsurlar da desteklenmek suretiyle çevreci ve ekonomik tarımsal üretimler sağlanmış olacaktır. Bu nedenle sıfır atıklı tarımsal üretim modellerinin yaygınlaştırılması ve dolayısıyla sürdürülebilir tarımın desteklenmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Aalok, A., Soni, P. ve Tripathi, A.K. (2009). Role of earthworms in breakdown of different organic wastes into manure: a review. *Dynamic Soil, Dynamic Plants, Global Science Books*, 3(2), 13-20.
- Akbaş, S., Güleç, T., Tufan, M., Taşçioğlu, C. ve Peker, H. (2013). Fındık kabuklarının propilen esaslı polimer kompozit üretiminde değerlendirilmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 14(1), 50-56.
- Anonim (2019). *Dünya Bankası: Dünya hızla artan atık miktarı nedeniyle alarm veriyor*. 6 Mayıs 2019, Erişim adresi <https://tr.sputniknews.com/cevre/201809211035314327-birlesmis-milletler-dunya-bankasi-rapor-atk-artma-asya-sahraalti-africa/>
- Anonim (2020). *Worldmeter*. 8 Nisan 2020, Erişim adresi <https://www.worldometers.info/world-population/>
- Akyurt, S. (2018). *Evsel ve endüstriyel arıtma çamurlarının toprak solucanları ile kompostlanması ve vermikompost kalitesinin belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Ali, S. ve Kashem, M.A. (2018). Effect of vermicompost on the growth and yield of cabbage. *Journal of Agricultural Engineering and Food Technology*, 5(1), 45-49.
- Arancon, N. ve Edwards, C.A. (2011). The use of vermicomposts as soil amendments for production of field crops. *Vermiculture Technology* içinde (129-151). Boca Raton: CRC Press.
- Arslan, F. (2018). *Fındık kabuğu ve ceviz kabuğunun pirolizi ile biyokömür üretimi ve sulu çözeltilerden ağır metal gideriminde adsorpsiyon özelliklerinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çorum.
- Aslam, Z., Bashir, S., Hassan, W., Bellitürk, K., Ahmad, N., Niazi, N.K., Assan, K., Khan, M.İ., Chen, Z. ve Matiah, M. (2019). Unveiling the efficiency of vermicompost derived from different biowastes on wheat (*Triticum aestivum* L.) plant growth and soil health. *Agronomy* 2019, 9(12), 791.
- Aygün, S. (2015). *Fındık zuru kompostunun toprak kalitesi üzerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Barlas, T.N., Cönkeroğlu, B., Ünal, G. ve Bellitürk, K. (2018). The effect of different vermicompost doses on wheat (*Triticum vulgare* L.) nutrition. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2), 1-4.
- Bektaş, Z. (2019). *Organik ve konvansiyonel tarım yapılan fındık bahçesinin toprak ve yaprak analizleriyle beslenme durumlarının karşılaştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi), Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Bellitürk, K., Gorres, J.H., Turan, H.S., Göçmez, S., Bağdatlı, C., Eker, M. ve Aslan, S. (2014). *Zeytin bitki artıkları-ahır gübresi-kum karışımı ile yapılacak olan vermikompostun tarımda kullanılabilirliğinin araştırılması*. Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi, Proje No: NKUBAP.00.24.AR.13.15.
- Bellitürk, K., Zahmacıoğlu, A., Şerif, E. ve Top, M. (2015). Kağıt atıklarının vermikompost (solucan gübresi) yapılarak değerlendirilmesi projesi. *Trakya Toprak (Verimli Toprakların Dergisi)*, 3, 21-24.
- Bellitürk, K. (2016). Sürdürülebilir tarımsal üretimde katı atık yönetimi için vermikompost teknolojisi. *Çukurova Tarım, Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(3), 1-5.

- Bellitürk, K. (2017). Solucan gübresi üreticisinin el kitabı. "Toprak ve çevre için solucan gübresinin önemi." Tekirdağ: Riverm Yayınları.
- Bellitürk, K., Adiloğlu, S., Solmaz, Y., Zahmacıoğlu, A. ve Adiloğlu, A. (2017). Effects of increasing doses of vermicompost applications on P and K contents of pepper (*Capsicum annuum* L.) and eggplant (*Solanum melongena* L.). *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 4(4):372-375.
- Bellitürk, K., Hınıslı, N. ve Adiloğlu, A. (2017). The effect of vermicompost, sheep manure and cow manure on nutrition content of curly lettuce (*Lactuca sativa* var.). *Fresenius Environmental Buletin* 26(1a), 1116-1120.
- Bellitürk, K. (2018). Vermicomposting in Turkey: challenges and opportunities in future. *Eurasian Journal of Forest Science*, 6(4), 32-41.
- Bellitürk, K., Göçmez, S., Turan, H.S., Bağdatlı, M.C. ve Üstündağ, Ö. (2018). *The evaluation of olive waste as a vermicompost: macro elements*. International Agriculture, Envr. and Health Congr., Aydın. 26-28 October 2018: 2028-2034.
- Bellitürk, K. (2019). Asit ve düşük organik madde içeren toprakların ıslahı: Trakya Bölgesi örneği. *Kireç Dünyası*, 10, 19-22.
- Bellitürk, K. ve Goldmann Benardete, B. (2020). *Doğanın mucizevi canlıları (toprağın bereketi ve çevre sağlığına yüzyıllardır hizmet eden solucanlar)*. İstanbul: Eco Reform Yayınları.
- Beyhan, N., Demir, T. ve Sürücü, A. (1998). Farklı azot dozlarının palaz fındık çeşidinde verim, meyve kalitesi ve beslenme üzerine etkileri. *OMU Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1), 1-13.
- Bhat, S.A., Singh, J. ve Vig, A.P. (2015). Potential utilization of bagasse as feed material for earthworm *Eisenia fetida* and production of vermicompost. *Springer Plus Journal*, 11(4), 1-9.
- Ceylan, Ş., Yoldaş, F., Mordoğan, N. ve Çakıcı, H. (1999). *Domates yetiştiriciliğinde farklı hayvansal gübrelerin verim ve kaliteye etkisi*. III. Sebze Tarımı Sempozyumu 2000, 51s, Isparta.
- Çalgeriş, İ. (2010). *Fındık kabuğundan lignin izolasyonu ve lignin/nişasta biyoçözünür polimerlerin elde edilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çamurcu, H.(2005). Dünya nüfus artışı ve getirdiği sorunlar. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(8): 87-105.
- Çerçioğlu, M., Yağmur, B., Kara, R.S. ve Okur, B. (2017). Agro-endüstriyel kompost ve ahır gübresinin biber (*Capsicum annuum* L.) yetiştiriciliğinde toprağın bazı kimyasal özellikleri ile verim üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(1), 71-77.
- Çıtak S., Sönmez, S., Koçak, F. ve Yaşın, S. (2011). Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* var. L. ) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 2011, 28(1):56-69.
- Das, D., Powell, M., Bhattacharyya, P., Banik, P. (2014). Changes of carbon, nitrogen, phosphorous, and potassium content during storage of vermicomposts prepared from different substrates. [Environmental Monitoring and Assessment](#) 186 (12), 8827-8832.
- Demir, H., Polat, E. ve Sönmez, İ. (2010). Ülkemiz için yeni bir organik gübre: solucan gübresi. *Tarım Aktüel*, 14, 54-60.

- Demirel, B. ve Gürdil, G.A.K. (2018). Fındık zurufu atığından yakıt briketi elde edilmesi ve briketeye ait bazı özelliklerin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilim Dergisi*, 33, 24-29.
- Dominguez, J. ve Edwards, C.A. (2011). The use of vermicomposts as soil amendments for production of field crops. *Vermiculture Technology* içinde (11-25). Boca Raton: CRC Press.
- Gayatri, N., Sailesh, A.R. and Srinivas, N. (2019). Phytoremediation potential of *Brassica juncea* for removal of selected heavy metals in urban soil amended with cow dung. *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 10(5), 463-469.
- Gopal, M., Gupta, A., Sunil, E. ve Thomas, G. (2009). Amplification of plant beneficial microbial communities during conversion of coconut leaf substrate to vermicompost by *Eudrilus sp.* *Current Microbiology*. 59, 15-20.
- Gümrük ve Ticaret Bakanlığı. (2018). *Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü fındık raporu 2017*. Ankara: Erişim adresi <http://koop.gtb.gov.tr/data/5ad06bb9ddee7dd8b423eb23/2017%20F%C4%B1nd%C4%B1k%20Raporu.pdf>
- Güneş, A., Alpaslan, M. ve İnal, A. (2007). Bitki besleme ve gübreleme, (4. Baskı) içinde (290-310). Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları
- Hanc, A. ve Chadimova, Z. (2015). Nutrient recovery from apple pomace waste by vermicomposting technology. *Bioresource Technology*, 168, 240-244.
- Huang, K., Li, F., Fu, X. ve Chen, X. (2013). Feasibility of a novel vermiculture technology using vermicast as substrate for activated sludge disposal by two epigeic earthworm species. *Agricultural Sciences*, 10(4), 529-535.
- Kacar, B. ve İnal, A. (2008). *Bitki Analizleri* içinde (171-212). Ankara: Nobel Yayınları.
- Kılıç, B. ve Sönmez, İ. (2019). Farklı organik gübre ve dozlarının toprak özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*. 32, 91-96.
- Kızilkaya, R. ve Hepşen Türkay, Ş. (2014). Vermicomposting of anaerobically digested sewage sludge with hazelnut husk and cow manure by earthworm *Eisenia foetida*, *compost Science & Utilization*, 22, 68-82.
- Kostecka, J. ve Kaniuczak, J. (2008). Vermicomposting of duckweed (*Lemna minor* L.) biomass by *Eisenia fetida* (sav.) earthworm. *Journal of Elementology*, 13(4), 571-579.
- Kutar, E.S. ve Ayan, A.K. (2004). Organik tarım ve Türkiye'deki durumu. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 19 (1), 56-64.
- Küçükymruk, Z., Gültekin, M. ve Erdal, İ. (2014). Vermikompost ve mikorizanın biber bitkisinin gelişimi ve mineral beslenmesi üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 9(1), 51-58.
- Lange, M.G. (2005). *A comparison analysis of vermicomposting strategies in food substrates with an emphasis on nutrient values and reproduction (Research Advisor: Dr. Christopher Baxter and Dr. Ken Killian)*. Pioneer Undergraduate Research Fellowship. UT Dallas, Texas.
- Maltaş, A.Ş., Tavali, İ.E., Uz, İ. ve Kaplan, M. (2017). Kırmızı baş lahanası (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) yetiştiriciliğinde vermikompost uygulaması. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(2), 155-161.
- Manyuchi, M.M. ve Phiri, A. (2013). Vermicomposting in solid waste management:

a review. *International Journal of Scientific Engineering and Technology*, 12(2), 1234-1242.

- Mochache, M., Yegon, R. ve Ngetich, O. (2019). Vermicomposting kitchen, municipal market and tea factory waste using *Eisenia fetida* earthworms. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 4(3), 865-873.
- Müjdeci, M., Demircioğlu, A.C. ve Alaboz, P. (2020). The effects of farmyard manure and green manure applications on some soil physical properties. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Journal of Agricultural Science*, 30(1), 9-17.
- Nagavallema, K.P., Wani, S.P., Stephane Lacroix, Padmaja, V.V., Vineela, C., Babu Rao, M., Sahrawat, K.L. (2004). *Vermicomposting: recycling wastes into valuable organic fertilizer. global theme on agroecosystems. Report No: 8*, Maharashtra: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Erişim adresi <http://oar.icrisat.org/3677/>
- Özdemir, F., Topuz, A., Doğan, Ü. ve Karcier, M. (1998). Fındık çeşitlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Gıda Dergisi*, 23(1), 37-41.
- Özgür, E.M. (2017). Nüfus dinamikleri, çevre ve sürdürülebilirlik. *Coğrafi Bilimler Dergisi* 15 (1), 1-26.
- Özkutlu, F., Korkmaz, K., Özenç, N., Aygün, A., Şahin, Ö., Kahraman, M., Ete, Ö., Akgün, M. ve Taşkın, B. (2016). Ordu-merkez ilçedeki bazı fındık bahçelerinin mineral beslenme durumunun belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi* 5(2), 77-86.
- Özkutlu, F., Özcan, B., Ete Aydemir, Ö. ve Akgün, M. (2018). Yaprak analizleriyle fındığın çinko (Zn) ve diğer elementlerle beslenme durumunun belirlenmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(2), 195-205.
- Özkutlu F., Aydemir Ete, Ö., Akgün, M. ve Özcan, B. (2019). Ordu ilinde fındık (*Corylus avellana* L.) tarımı yapılan toprakların çinko (Zn) beslenme durumu ve potansiyel beslenme problemlerinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi* 8 (özel sayı), 131-140.
- Özüm, A. (2014). *Investigation of compost production from waste water treatment sludge by vermicomposting* (Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Özyazıcı, G., Özdemir, O., Özyazıcı, M., Üstün, G. ve Turan, A. (2010, 28 Haziran- 1 Temmuz). *Bazı organik materyallerin ve toprak düzenleyicilerin organik fındık yetiştiriciliğinde verim ve toprak özellikleri üzerine etkileri*. Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu'nda poster bildiri, Erzurum. Erişim adresi: <http://orgprints.org/18627>
- Paradelo, R., Moldes, A.B. ve Borral, M.T. (2011). Carbon and nitrogen mineralization in a vineyard soil amended with grape marc vermicompost. *Waste Management & Research* 29(11), 1177-1184.
- Peters, J., Combs, S., Hoskins, B., Jarman, J., Kovar, J., Watson, M., Wolf, A. ve Wolf, N. (2003). *Recommended methods of manure analysis*. (78-79). Wisconsin University U.S.
- Resmi Gazete, (2018). *Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik*. Ankara: 23.02.2018 tarih ve 30341 sayılı Resmi Gazete. Erişim adresi <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/02/20180223.htm>
- Richardson, J.B., Görres, J.H. ve Sizmur, T. (2020). Synthesis of earthworm trace

- metal uptake and bioaccumulation data: role of soil concentration, earthworm ecophysiology and experimental design. *Environmental Pollution* 262, 1-11.
- Singh, R., Sharma, R.R., Kumar, S., Gupta R.K. ve Patil, R.T. (2008). Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Bioresource Technology*, 99(17), 8507-8511.
- Song, X., Liu, M., Wu, D., Qi, L., Ye, C., Jialio, J. ve Hu, F. (2014). Heavy metal and nutrient changes during vermicomposting animal manure spiked with mushroom residues. *Waste Management* 34(11), 1977-1983.
- Soysal, M.İ. (2000). *Biyometrinin Prensipleri* (İstatistik I ve II Ders Notları). Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No:95, Ders Notu No:64, Tekirdağ.
- Sönmez, S. ve Özen, N. (2019). Farklı inkübasyon dönemlerine ve vermikompost uygulamalarına bağlı olarak toprakların bitki besin maddesi içeriklerindeki değişim. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(özel sayı), 121-125.
- SPSS, (2017). IBM SPSS statistics for windows, version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Suthar, S. (2009). Bioremediation of agricultural wastes through vermicomposting. *Bioremediation Journal*, 13(1), 21-28.
- Şahin, M. (2010). *Borlu gübrelemenin fındık bitkisinin verim ve yaprakların bazı bitki besin maddesi içerikleri üzerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Tacıroğlu, B., Kara, E. ve Sak, T. (2016). Toprakta ağır metal gideriminde solucanların kullanımı. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi* 19(2), 201-207.
- Tarakçıoğlu, C., Yalçın, S.R., Bayrak, A., Küçük, M. ve Karabacak, H. (2001). Ordu yöresinde yetiştirilen fındık bitkisinin (*Corylus avellana* L.) beslenme durumunun toprak ve yaprak analizleriyle belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 9(1), 13-22.
- Tavali, İ.E. (2011). *Farklı dozlarda uygulanan vermikompostun toprağın enzim aktivitesi ve bakteriyel varlığı üzerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Tavali, İ.E., Uz, İ. ve Orman, Ş. (2014). Vermikompost ve tavuk gübresinin yazlık kabağın (*Cucurbita pepo* L. cv. Sakız) verim ve kalitesi ile toprağın bazı kimyasal özellikleri üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2), 119- 124.
- Tavuç, İ. (2016). *Farklı atıklardan hazırlanan kompost bileşiminin solucan gübresinin nitel ve nicel özelliklerine etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Tekinok, M. ve Doğan, İ. (2020). *Fındık zurufu ve deniz yosunundan saksı toprağı geliştirilmesi*. Sakarya: Ticaret Borsası. Erişim adresi <https://www.stb.org.tr/Dosyalar/Arastirmalar/findik-zurufu-ve-deniz-yosunlarindan-saksi-topragi.pdf>
- TMO. (2019). *2018 Fındık Sektörü Raporu*. Ankara: Toprak Mahsulleri Genel Müdürlüğü. Erişim adresi <http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/findiksektorraporu2018.pdf>
- TUİK. (2020). *Türkiye İstatistik Kurumu*. 15 Nisan 2020, Erişim Adresi [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1002](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1002)
- Tutar, U. (2013). Toprak solucanlarından elde edilen vermikompostun bazı bitki



patojenleri üzerindeki antimikrobiyal aktivitelerinin araştırılması. *Cumhuriyet Science Journal* 34(2), 1-12.

- Türkmen, C., Temel, E., Çatal, G., Sinecen, M. ve Mısırlıoğlu, M. (2013). Bazı atık ve toprak düzenleyicilerin toprakta solucan davranışlarına etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(1), 79-86.
- Türüt, K. (2018). *Demlenmiş çay atığı ve evsel yemek atıkları ile beslenen kırmızı kalifornia solucanından elde edilen katı solucan gübresindeki bazı besin elementlerinin belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- TSE, (1991 a). *Maden ihtisas grubu- Turba-elektrik öz iletkenli değeri ve tuz miktarının tayini* (TS 9106). Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- TSE, (1991 b). *Maden ihtisas grubu- Turba- kül ve organik madde tayini* (TS 9103). Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- TSE, (2003). *Kimya teknik komitesi- Kahverengi kömürler ve linyitler-hümik asitlerin tayini* (TS 5869-ISO 5073). Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- Yarşı, G. (2019). The effects of liquid worm fertilizer and liquid bat guano fertilizer on plant growth and yield in grafted tomato plants (*Lycopersicon esculentum* L.), *Fresenius Environmental Buletin* 28(5), 3740-3744.
- Yurtseven, B. (2019). *Ham fosfat ve farklı organik gübre uygulamalarının mısır bitlisinin gelişimi ile bazı bitki besin maddesi içerikleri üzerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Yüksek, T. (2019). Farklı tip yemle beslemenin kırmızı kaliforniya solucanında solucan sayısı ve ağırlığına etkisi. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, 4(1), 1-6.
- Zarcinas, B.A., Cartwright, B. ve Spauncer, L.P. (1987). Nitric acid digestion and multielement analysis of plant material by inductively coupled plasma spectrometry. *Communications in soil science and plant analysis*, 18(1), 131-147.

## EKLER

Ek 1. Uygulamalara ait makro element değerleri (tekerrürler dahil)

Uygulama	Tekerrür	N (%)	mg kg <sup>-1</sup>				C (%)	C:N
			P	K	Ca	Mg		
1 NS <sub>90</sub> M <sub>10</sub>	1	0,39	124,73	1293,28	1539,25	256,63	41,48	107,74
	2	0,4	139,85	1531,58	1575,6	266,82	41,39	103,48
	3	0,44	114,25	1241,45	1338,8	217,87	40,81	93,8
<b>Ortalama</b>		<b>0,41</b>	<b>126,28</b>	<b>1355,44</b>	<b>1484,55</b>	<b>247,11</b>	<b>41,23</b>	<b>101,67</b>
2 NS <sub>75</sub> M <sub>25</sub>	1	0,53	300,08	2224,52	2218,23	504	40,62	77,37
	2	0,59	283,52	2088,38	2060,28	455,53	40,12	68,57
	3	0,6	390,6	2157,05	2540,55	561,6	39,49	65,81

<b>Ortalama</b>		<b>0,57</b>	<b>324,73</b>	<b>2156,65</b>	<b>2273,02</b>	<b>507,04</b>	<b>40,08</b>	<b>70,58</b>
<b>3</b> NS <sub>50</sub> M <sub>50</sub>	<b>1</b>	0,79	1097,55	4672,6	6072,95	1369,4	37,83	47,89
	<b>2</b>	0,92	560,73	3364,47	3637,6	847,67	37,42	40,9
	<b>3</b>	0,58	829,14	4018,54	4855,28	1108,54	37,8	65,73
<b>Ortalama</b>		<b>0,76</b>	<b>829,14</b>	<b>4018,54</b>	<b>4855,28</b>	<b>1108,54</b>	<b>37,68</b>	<b>51,51</b>
<b>4</b> NS <sub>25</sub> M <sub>75</sub>	<b>1</b>	1,3	731,07	3789,35	4070,28	1004,68	34,38	26,44
	<b>2</b>	1,78	2248,22	7733,3	11512,37	2666	35,98	20,21
	<b>3</b>	1,35	3145,23	10382,68	14282,73	3227,98	35,59	26,46
<b>Ortalama</b>		<b>1,48</b>	<b>2041,51</b>	<b>7301,78</b>	<b>9955,13</b>	<b>2299,55</b>	<b>35,32</b>	<b>24,37</b>
<b>5</b> NS <sub>10</sub> M <sub>90</sub>	<b>1</b>	1,87	3914,23	11442,2	19011,23	3874,33	33,82	18,08
	<b>2</b>	1,69	3778,33	11236,04	17716,74	3789,59	34,03	20,13
	<b>3</b>	1,68	3642,42	11029,87	16422,25	3704,85	33,61	20,07
<b>Ortalama</b>		<b>1,75</b>	<b>3778,33</b>	<b>11236,04</b>	<b>17716,74</b>	<b>3789,59</b>	<b>33,82</b>	<b>19,43</b>
<b>Maksimum</b>		<b>1,75</b>	<b>3778,33</b>	<b>11236,04</b>	<b>17716,74</b>	<b>3789,59</b>	<b>41,23</b>	<b>101,67</b>
<b>Minimum</b>		<b>0,41</b>	<b>126,28</b>	<b>1355,44</b>	<b>1484,55</b>	<b>247,11</b>	<b>33,82</b>	<b>19,43</b>
<b>Genel Ortalama</b>		<b>0,99</b>	<b>1420,00</b>	<b>5213,69</b>	<b>7256,94</b>	<b>1590,37</b>	<b>37,62</b>	<b>53,51</b>

Ek 2. Uygulamalara ait mikro element değerleri (tekerrürler dahil)

Uygulama	Tekerrür	Fe	Mn	Zn	Cu
		mg kg <sup>-1</sup>			
<b>1</b> NS <sub>90</sub> M <sub>10</sub>	<b>1</b>	75,3	34,75	6,25	9,62
	<b>2</b>	133,07	35,5	6,4	10,12
	<b>3</b>	94,27	29,03	6,68	9,62
<b>Ortalama</b>		<b>100,88</b>	<b>33,09</b>	<b>6,44</b>	<b>9,79</b>
<b>2</b> NS <sub>75</sub> M <sub>25</sub>	<b>1</b>	113,35	29,92	8,38	11,02
	<b>2</b>	129,03	33,18	9,43	11,55
	<b>3</b>	170,68	40,42	13,52	11,8
<b>Ortalama</b>		<b>137,69</b>	<b>34,51</b>	<b>10,44</b>	<b>11,46</b>
<b>3</b>	<b>1</b>	374,35	60,2	31,6	17,45

NS <sub>50</sub> M <sub>50</sub>	2	207,2	32,58	17,13	13,4
	3	290,78	46,39	24,37	15,43
<b>Ortalama</b>		<b>290,78</b>	<b>46,39</b>	<b>24,37</b>	<b>15,43</b>
4 NS <sub>25</sub> M <sub>75</sub>	1	256,02	43,75	21,03	14,32
	2	745,42	83,42	63,35	24,65
	3	1062,75	115,35	91,57	34,78
<b>Ortalama</b>		<b>688,06</b>	<b>80,84</b>	<b>58,65</b>	<b>24,58</b>
5 NS <sub>10</sub> M <sub>90</sub>	1	1291,12	118,63	111,35	39,63
	2	1196,12	114,91	102,14	37,38
	3	1101,12	111,18	92,93	35,13
<b>Ortalama</b>		<b>1196,12</b>	<b>114,91</b>	<b>102,14</b>	<b>37,38</b>
<b>Maksimum</b>		<b>1196,12</b>	<b>114,91</b>	<b>102,14</b>	<b>37,38</b>
<b>Minimum</b>		<b>100,88</b>	<b>33,09</b>	<b>6,44</b>	<b>9,79</b>
<b>Genel Ortalama</b>		<b>482,71</b>	<b>61,95</b>	<b>40,41</b>	<b>19,73</b>

Ek 3. Uygulamalara ait diğ er analiz değ erleri (tekerrürler dahil)

Uygulama	Tekerrür	pH	EC (µS/cm)	Organik Madde (%)	Hümik + Fulvik Asit (%)	Nem (%)
1 NS <sub>90</sub> M <sub>10</sub>	1	6,47	152,33	41,31	11,04	52,51
	2	6,64	158,00	41,02	12,81	51,79
	3	6,66	148,67	41,01	13,23	51,30
<b>Ortalama</b>		<b>6,59</b>	<b>153,00</b>	<b>41,11</b>	<b>12,36</b>	<b>51,87</b>
2 NS <sub>75</sub> M <sub>25</sub>	1	7,02	447,00	40,53	17,08	54,91
	2	6,76	431,00	39,69	16,66	60,84
	3	6,94	379,00	39,10	13,96	59,94
<b>Ortalama</b>		<b>6,91</b>	<b>419,00</b>	<b>39,77</b>	<b>15,90</b>	<b>58,56</b>
3 NS <sub>50</sub> M <sub>50</sub>	1	7,59	738,33	36,93	15,42	65,85
	2	7,60	797,00	37,22	18,85	70,93
	3	7,46	970,67	37,54	21,56	68,39

<b>Ortalama</b>		<b>7,55</b>	<b>835,33</b>	<b>37,23</b>	<b>18,61</b>	<b>68,39</b>
<b>4</b> NS <sub>25</sub> M <sub>75</sub>	<b>1</b>	7,92	1192,33	34,30	29,37	74,35
	<b>2</b>	8,55	1480,33	35,77	20,43	80,69
	<b>3</b>	8,45	1384,33	35,18	20,53	79,50
<b>Ortalama</b>		<b>8,31</b>	<b>1352,33</b>	<b>35,08</b>	<b>23,44</b>	<b>78,18</b>
<b>5</b> NS <sub>10</sub> M <sub>90</sub>	<b>1</b>	8,36	2216,67	34,32	23,85	77,90
	<b>2</b>	9,08	2042,67	33,48	27,68	83,25
	<b>3</b>	9,12	1929,33	33,97	26,13	83,77
<b>Ortalama</b>		<b>8,85</b>	<b>2062,89</b>	<b>33,92</b>	<b>25,89</b>	<b>81,64</b>
<b>Maksimum</b>		<b>8,85</b>	<b>2062,89</b>	<b>41,11</b>	<b>25,89</b>	<b>81,64</b>
<b>Minimum</b>		<b>6,59</b>	<b>153</b>	<b>33,92</b>	<b>12,36</b>	<b>51,87</b>
<b>Genel Ortalama</b>		<b>7,64</b>	<b>964,51</b>	<b>37,42</b>	<b>19,24</b>	<b>67,73</b>

Ek 4. Uygulamalardan makro element değerlerine ait varyans analizleri

<b>Uygulama</b>		<b>KT</b>	<b>df</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>N</b>	Gruplar arası	4,112	4	1,028	45,636	0,000
	Gruplar içi	0,225	10	0,23		
	Toplam	4,337	14			
<b>P</b>	Gruplar arası	21360106,25	4	5340026,561	13,493	0,001
	Gruplar içi	3166184,062	8	395773,008		
	Toplam	24526290,31	12			
<b>K</b>	Gruplar arası	159821515,1	4	39955378,78	14,279	0,001
	Gruplar içi	22386242,26	8	2798280,283		
	Toplam	182207757,4	12			
<b>Ca</b>	Gruplar arası	421676445,8	4	105419111,5	13,547	0,001
	Gruplar içi	62253809,04	8	7781726,13		
	Toplam	483930254,9	12			

<b>Mg</b>	Gruplar arası	20438024,85	4	5109506,213	13,975	0,001
	Gruplar içi	2924901,757	8	365612,72		
	Toplam	23362926,61	12			
<b>C</b>	Gruplar arası	116,378	4	29,094	116,823	0,000
	Gruplar içi	2,490	10	0,249		
	Toplam	118,868	14			
<b>C:N</b>	Gruplar arası	13877,684	4	3469,421	65,269	0,000
	Gruplar içi	531,555	10	53,156		
	Toplam	14409,24	14			

Ek 5. Uygulamalardan mikro element değerlerine ait varyans analizleri

<b>Uygulama</b>		<b>KT</b>	<b>df</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Fe</b>	Gruplar arası	1991677,283	4	49799,321	10,888	0,003
	Gruplar içi	365850,884	8	45731,361		
	Toplam	2357528,167	12			
<b>Mn</b>	Gruplar arası	11812,892	4	2953,223	7,708	0,008
	Gruplar içi	3065,26	8	383,158		
	Toplam	14878,152	12			
<b>Zn</b>	Gruplar arası	15128,646	4	3782,161	10,767	0,003
	Gruplar içi	2810,265	8	351,283		
	Toplam	17938,911	12			
<b>Cu</b>	Gruplar arası	1218,917	4	304,729	10,687	0,003
	Gruplar içi	228,123	8	28,515		
	Toplam	1447,040	12			

Ek 6. Uygulamalardan diğ er analiz değerlerine ait varyans analizleri

Uygulama		KT	df	KO	F	p
<b>pH</b>	Gruplar arası	10,695	4	2,674	40,231	0,000
	Gruplar içi	0,665	10	0,066		
	Toplam	11,36	14			
<b>EC</b>	Gruplar arası	6988977,685	4	1747244,421	149,759	0,000
	Gruplar içi	116670,713	10	11667,071		
	Toplam	7105648,397	14			
<b>Organik Madde</b>	Gruplar arası	110,705	4	27,676	101,465	0,000
	Gruplar içi	2,728	10	0,273		
	Toplam	113,432	14			
<b>Hümik+Fulvik Asit</b>	Gruplar arası	362,199	4	90,55	10,35	0,001
	Gruplar içi	87,488	10	8,749		
	Toplam	449,687	14			
<b>Nem</b>	Gruplar arası	1916,398	4	479,099	61,504	0,000
	Gruplar içi	77,897	10	7,79		
	Toplam	1994,295	14			

Ek 7. Deneme sonunda kaplardaki solucan sayıları (tekerrürler dahil)

Uygulama	Tekerrür	İnek Gübresi (%)	Fındık Kabuğu (%)	Deneme sonunda kaplardaki solucan sayısı
<b>1</b> NS <sub>90</sub> M <sub>10</sub>	1	10	90	245
	2	10	90	250
	3	10	90	240
<b>Ortalama</b>				245
<b>2</b> NS <sub>75</sub> M <sub>25</sub>	1	25	75	235
	2	25	75	245
	3	25	75	270
<b>Ortalama</b>				250
<b>3</b> NS <sub>50</sub> M <sub>50</sub>	1	50	50	230
	2	50	50	230
	3	50	50	305
<b>Ortalama</b>				255
<b>4</b> NS <sub>25</sub> M <sub>75</sub>	1	75	25	245
	2	75	25	265
	3	75	25	265
<b>Ortalama</b>				258
<b>5</b> NS <sub>10</sub> M <sub>90</sub>	1	90	10	235
	2	90	10	290
	3	90	10	230
<b>Ortalama</b>				252

## ÖZGEÇMİŞ

Özgür SOYTÜRK, 1988 yılında İzmit/Kocaeli’de doğdu. İlköğretimini Altınova Vakıfbank İÖO, Lise eğitimini Yalova Fatih Sultan Mehmet (YDA) Lisesi’nde tamamladı. 2007 yılında başladığı Namık Kemal Üniversitesi lisans eğitimini 2011 yılında Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü’nden mezun olarak tamamladı. 2014 yılından itibaren T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı’nda Ziraat Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

