

**VERMİKOMPOST GÜBRESİNİN  
TOPRAKLARIN BAZI ÖZELLİKLERİ  
ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Aycan YEMİŞÇİ**

**Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı**

**Bitki Besleme Bilim Dalı**

**Prof. Dr. Serdar BİLEN**

**2018**

**Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**VERMİKOMPOST GÜBRESİNİN  
TOPRAKLARIN BAZI ÖZELLİKLERİ  
ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Aycan YEMİŞÇİ**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI  
Bitki Besleme Bilim Dalı**

**ERZURUM  
2018**

**Her hakkı saklıdır**



T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FORMU



## VERMİKOMPOST GÜBRESİNİN TOPRAKLARIN BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Prof. Dr. Serdar BİLEN danışmanlığında, Aycan YEMİŞÇİ tarafından hazırlanan bu çalışma, ....../...../2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı - Bitki Besleme Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği / oy çokluğu (.../...)** ile kabul edilmiştir.

Başkan:

İmza :

Üye :

İmza :

Üye :

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu ...../...../..... tarih ve ...../..... nolu kararı ile onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Mehmet KARAKAN**  
**Enstitü Müdürü**

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### VERMİKOMPOST GÜBRESİNİN TOPRAKLARIN BIYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Aycan YEMİŞÇİ

Atatürk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Bitki Besleme Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Serdar BİLEN

Azotlu mineral gübrelemenin olumsuz etkileri sebebi ile organik tarım sistemleri içerisinde çiftlik gübresi ve organik gübrelerin kullanımı yaygın hale gelmiştir. Organik madde bakımından zengin olan solucan gübresi N, P, K elementleri yanı sıra Ca, Mg, Cu ve Zn gibi mikro elementleri de önemli miktarda içermektedirler.

Bu çalışmada solucan gübresinin farklı kireç içeriğine sahip toprakların toplam N, elverişli P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, toprak bakteri ve mantar popülasyonu, CO<sub>2</sub> salınımı, üreaz, asit ve alkalın fosfotaz enzim aktiviteleri üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Laboratuarda farklı oranda kireç içeriğine sahip 1 kg toprak saksılara konulmuş, 0.0, 1.0, 2.0 ve 3.0 ton da<sup>-1</sup> hesabıyla sırası ile 0.0, 4.0, 8.0, 12.0 g saksı<sup>-1</sup> olacak şekilde artan dozlarda solucan gübresi karıştırılmıştır. Toprakların nemi tarla kapasitesi nem düzeyinde sabit tutulmuş ve saksı toprakları 30±3 °Cde 0, 30, 60 ve 90 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon suresi sonunda solucan gübresinin toprakların toplam azot, elverişli P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, bakteri ve mantar sayımı, toprak CO<sub>2</sub> içeriği, üreaz, asit ve alkalın fosfotaz enzim aktivitesi ölçümleri yapılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre; farklı dozlarda ve inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların ortalama toplam N, elverişli P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, bakteri ve mantar popülasyonu, CO<sub>2</sub> salınımı, üreaz, asit ve alkalın fosfotaz enzim aktiviteleri üzerine etkileri önemli bulunmuş, gübre dozlarının ve inkübasyon süresinin artışına bağlı olarak artış göstermişlerdir. En yüksek toplam N, elverişli P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miktarı 3 ton da<sup>-1</sup> oranında solucan gübresinin 60 günlük inkübasyonundan, bakteri, mantar, CO<sub>2</sub> salınımı ve üreaz, asit ve alkalın fosfotaz enzim aktiviteleri ise 90 günlük inkübasyondan elde edilmiştir.

Kireç içeriği düşük olan topraklarda solucan gübresinin etkinliği daha yüksek olmuş ve besin elementlerinin yarıyışlığının artması üzerine etkisi daha fazla olmuştur.

**2018, 54 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Solucan gübresi, toprak CO<sub>2</sub> salınımı, bakteri popülasyonu, mantar popülasyonu.

## **ABSTRACT**

Master Thesis

### **EFFECTS OF CHICKEN FERTILIZER GROWING IN RURAL AND FARM ON SOME SOIL PROPERTIES**

Aycan YEMİŞÇİ

Atatürk University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Soil Science and Plant Nutrition  
Department of Plant Nutrition

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Serdar BİLEN

Due to the negative effects of nitrogenous fertilizer, farm fertilization and organic fertilizer, usage has become common in organic farming systems. Vermicompost fertilizer contains N, P, K elements as well as microelements such as Ca, Mg, Cu and Zn in significant amounts.

In this study, we tried to determine the effects of vermicompost on total N, available P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, soil bacterial and fungal populations, CO<sub>2</sub> release, urease, acid and alkaline phosphatase enzyme activities of different lime contents of soils. In the laboratory, 1 kg of soil pot with different contents of lime was placed and vermicompost was mixed with increasing doses such as 0.0, 4.0, 8.0, 12.0 g pot with the order of 0.0, 1.0, 2.0 and 3.0 tons da<sup>-1</sup> respectively. The field capacity of the soil was kept constant at the moisture level and the potting soil was allowed to incubate at 30 ± 3 °C for 0, 30, 60 and 90 days. At the end of the incubation period, the total nitrogen, available P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, bacterial and fungal count, soil CO<sub>2</sub> content, urease, acid and alkaline phosphatase enzyme activities of the wormgrass were measured.

According to the results of the research; the effects of vermicompost fertilization at different doses and incubation times on the average total N, available P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, bacterial and fungal populations, CO<sub>2</sub> release, urease, acid and alkaline phosphatase enzyme activities of the soils were found to be important due to the increase in fertilizer doses and the increase in incubation period. The highest bacteria, fungi, CO<sub>2</sub> release and urease, acid and alkaline phosphatase enzyme activities were obtained from 90 days incubation and total N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> amount from 60 days incubation of 3 tons per da<sup>-1</sup> of the vermicompost.

In soil with low lime content, the efficacy of vermicompost was higher and its effect on increasing the availability of nutrients was greater.

**2018, 54 pages**

**Keywords:** Vermicompost, soil CO<sub>2</sub> release, bacterial populations, fungal populations.

## **TEŞEKKÜR**

Bu araştırma Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölüm Laboratuvarları ve imkânları kullanılarak yürütülmüştür. Bu sebeple araştırmamın yürütülmesi ve sonuçlandırılmasında katkıları bulunan Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölüm Başkanlığına ve bölüm öğretim üyelerine teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın planlanıp yürütülmesi ve sonuçlandırılmasında yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmamın her aşamasında destek ve özverisiyle beni yönlendiren, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım danışman hocam Sayın Prof. Dr. Serdar BİLEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Bölümde laboratuvar araştırmalarım süresince yardımlarını eksik etmeyen Laborant Sayın Cihan VURAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Maddi ve manevi olarak desteklerini eksik etmeyen, beni yetiştiren aileme, şükranlarımı ve sevgilerimi sunarım.

**Aycan YEMİŞÇİ**

**Temmuz, 2018**

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>2</b>
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>8</b>
3.1. Materyal.....	8
3.1.1. Toprak.....	8
3.1.1.a. Toprak örnekleri.....	8
3.1.1.b. Toprak örneklerinin alındığı bölgenin toprak özellikleri.....	8
3.1.1.c. Toprak örneklerinin alındığı bölgenin iklim özellikleri.....	8
3.1.1.d. Toprak örneklerinin alındığı bölgenin tarımsal özellikleri.....	9
3.1.2. Gübre.....	9
3.2. Yöntem.....	10
3.2.1. Solucan gübrelerinin hazırlanması ve uygulanması.....	10
3.2.2. Toprak örneklerinin analize hazırlanması.....	10
3.2.3. Toprak analiz yöntemleri.....	10
3.2.3.a. Toprak reaksiyonu.....	11
3.2.3.b. Kireç miktarı.....	11
3.2.3.c. Organik madde.....	11
3.2.3.d. Katyon değişim kapasitesi (KDK).....	11
3.2.3.e. Değişebilir Katyonlar (Ca, Mg, Na ve K).....	11
3.2.3.f. Elverişli fosfor.....	11
3.2.3.g. Toplam azot.....	12
3.2.3.h. Elektrik iletkenlik.....	12
3.2.3.i. Toprak tekstürü.....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
3.2.3.j. Mikro element analizleri.....	12
3.2.4. Biyolojik yöntemler.....	12

3.2.4.1. Toprak Materyalindeki Bakteri ve Mantar Sayısının Tespiti .....	10
3.2.4.2. Toprakların CO <sub>2</sub> miktarının tespiti .....	13
3.2.5. Deneme planı.....	13
3.2.6. İstatistiksel analiz yöntemleri .....	13
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....</b>	<b>15</b>
4.1. Deneme Alanı Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	15
4.2. Solucan Gübresinin Kimyasal özellikleri ve topraklar üzerine etkileri .....	17
4.2.1. Denemede Kullanılan Solucan Gübresinin Kimyasal Özellikleri .....	17
4.2.2. Toplam Azot İçeriği üzerine etkisi .....	18
4.2.3. Elverişli Fosfor İçeriği .....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
4.2.4. Bakteri Popülasyonu .....	22
4.2.5. Mantar Popülasyonu .....	24
4.2.6. Toprak Solunumu (CO <sub>2</sub> Salınımı) .....	26
<b>5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER .....</b>	<b>28</b>
KAYNAKLAR .....	30
ÖZGEÇMİŞ .....	30



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Santigrad Derece
da	Dekar
dS m <sup>-1</sup>	Desi Siemens/metre
g	Gram
ha	Hektar
kg	Kilogram
me	Mili Ekivalan
mg	Miligram
mm	Milimetre
ppm	Milyonda Kısım
NB	Nutrient Broth
NA	Nutrient Agar
cfu	Cell Unit Forming
KDK	Katyon Değişim Kapasitesi
DK	Değişebilir Katyonlar
cm	Santimetre
mmhos	Elektriksel-Kondaktivite
µm	Mikrometre
l	Litre

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 4.1.</b>	Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların toplam N içeriği üzerine etkisi.	19
<b>Şekil 4.2.</b>	Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların elverişli P içeriği üzerine etkisi,	21
<b>Şekil 4.3.</b>	Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların bakteri popülasyonu üzerine etkisi.	24
<b>Şekil 4.4.</b>	Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların mantar popülasyonu üzerine etkisi,	26
<b>Şekil 4.5</b>	Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların CO <sub>2</sub> salınım miktarı üzerine etkisi.	28

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 4.1.</b>	Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	15
<b>Çizelge 4.2.</b>	Denemede kullanılan solucan gübrelerinin bazı kimyasal özellikleri	17
<b>Çizelge 4.3.</b>	Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamalarının toprakların toplam N içeriği üzerine etkileri ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.	18
<b>Çizelge 4.4.</b>	Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların elverişli P içeriği üzerine etkileri ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.	20
<b>Çizelge 4.5.</b>	Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların bakteri popülasyonu üzerine etkileri ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.	23
<b>Çizelge 4.6.</b>	Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların mantar popülasyonu üzerine etkileri ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.	25
<b>Çizelge 4.7.</b>	Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların CO <sub>2</sub> salınım miktarı üzerine etkileri ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.	27

## 1. GİRİŞ

Organik gübreler; toprağın organik madde içeriğinin artırılmasına katkı sağlayan girdilerdir. Tarımsal üretimin yoğun olarak yapıldığı topraklarımızın verimliliğinin korunması esastır. Bu nedenle kimyasal gübre ve pestisitlerin yerine kullanılacak organik madde bakımından zengin olan ve topraklara uygulanan kaynaklardan birisi de solucan gübresidir. Solucan gübresi azot, fosfor ve potasyum elementlerince zengin olması yanı sıra kalsiyum, magnezyum, bakır ve çinko gibi toprak için önemli olan mikro elementleri de önemli miktarda içermektedirler.

Solucanların kullanıldığı ve termofilik safhası olmayan bir kompostlama işlemi sonucu bitki büyümesini teşvik eden, patojen mikroorganizmalar üzerinde baskılama özelliği olan ‘vermikompost elde edilmektedir. Vermikompost küçük ve orta ölçekli tarım üreticileri için düşük girdili üretim yapmayı sağlayan, konvansiyonel tarımdan organik tarıma geçişte yaşanan ürün kaybını azaltabilen zengin bitki besin içeriğine sahip olması gübrelere birisidir.

Vermikompost ile ilgili enzim ve mikrobiyal aktivite, bitki gelişimi ve verime etkisi ve bitki hastalıklarını baskılama özelliği üzerine çalışmalar yapılmıştır.

Ancak, toprakların bitki besin elementi içeriğine, bakteri ve mantar popülasyonuna ve toprak CO<sub>2</sub> salınımı üzerine vermikompostun etkisini inceleyen çalışmaların sayısı fazla değildir. Vermikompost uygulamalarının toprağın mikrobiyal varlığı ve aktivitesi üzerindeki etkilerinin incelenmesi bu konuda çalışmaların yürütülmesi, toprakların biyolojik özellikleri üzerine olan etkilerini karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi solucan gübresi kullanımının yaygın olduğu tarımsal faaliyetler açısından fayda sağlayacaktır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Organik gübreler bitkiye sadece besin elementi sağlamakla kalmaz, toprağın bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine etki yaparak bitkiye iyi bir kök gelişme ortamı da sağlarlar. Tarımsal üretimde kullanılan organik gübreler sadece toprakta bulunan mevcut bitkiye yararlı olmazlar, bir sonraki yıl ekilecek olan bitkiye daha iyi bir ortam oluştururlar. Organik gübreler toprağın su ve besin elementi tutma kapasitesini, katyon değişim kapasitesini artırmaları yanında, yıkanma ile olan azot kaybını kimyasal gübrelere göre daha fazla önleyerek çevre sağlığı açısından da önemli katkı sağlamaktadırlar (Jakse ve Mihelic 1999). Organik gübrelemede kullanılabilir olan fakat fazla yaygın olarak kullanılmayan önemli kaynaklardan birisi de solucan gübresidir.

Organik atıkların mikroorganizmalarca fermentasyona uğraması ve solucanların sindirim sisteminden geçirilmesi ile huminleşme ve toksik maddelerin uzaklaştırılması sonucu solucan gübresi tarımda kullanılabilir hale getirilmiş olur. Vermikompost üretiminde en fazla tercih edilen solucan türü *Eisenia spp*'dir (Dickerson 2004). *Eisenia spp* türü diğer türlere oranla daha hızlı besin tüketmekte ve yaşama ve çoğalma kapasitesi daha yüksektir (Edwards ve Bohlen 1996). Bu özellikleri sebebi ile *Eisenia spp* ılıman iklim kuşağında mevcut vermikompost işletmelerinde en fazla tercih edilen ve kültürü yapılan türdür.

Çeşitli organik atık vermikompost üretiminde kullanılmaktadır. Şehir kanalizasyon atıkları (Neuhauser vd 1988), bira, mantar ve kağıt endüstrisi gibi endüstriyel işletme atıkları (Butt 1993), süpermarket ve restoran atıkları (Edwards 1995), işlenmiş patates atıkları, kanatlı, büyükbaş ve küçükbaş hayvansal atıklar (Edwards, 1988) ve bitkisel üretim sonucu oluşan organik atıklar kullanılarak gübre değeri kazanmaları sağlanabilmektedir.

Vermikompostlama işleminde solucanlar ve mikroorganizmalar arasında çeşitli ilişkiler mevcuttur. Bu ilişki esnasında; 1) Mikroorganizmalar solucanların besin

kaynağı olurlar, 2) Mikroorganizmalar solucan bağırsağındaki organik atıkta çoğalırlar, 3) Solucanlar mukus salgılayarak mikroorganizmaların bağırsak ve besinlerin içerisinde çoğalmalarına yardımcı olurlar, 4) Solucan bağırsağında ve besinlerde çoğalan mikroorganizmalar organik maddeyi mineralize ederler, 5) Mukos sayesinde mikroorganizmalar tarafından besin elementleri şelat formuna dönüşürler. Enzim aktiviteleri ve mikrobiyal varlık yönünden zengin bir organik gübre olan vermikompostun bitki besin elementleri bakımından da zengin bir içeriğine sahip olduğu bilinmektedir (Wang et al., 2006; Edwards ve Bohlen 1996, Sharpley ve Syers 1976; Maboeta ve Rensburg 2003).

Toprakların verimliliklerini toprakta bulunan organik maddenin huminleşmesi sırasında etkili olan toprakta yaşayan mikroorganizmalar, diğer toprak canlıları ve bitki kökleri belirlemektedir. Huminleşme olayında solucanların da mikroorganizmalarla birlikte görev aldıkları bilinmektedir (Kadalli vd 2000, Manivannan vd 2004, Ranganathan ve Parthasarathi 2005, Parthasarathi 2007). Huminleşme olayında solucaların bağırsaklarından organik atıkları geçirerek gerçekleştirilen mikrobiyal kompostlama işlemine vermikompostlama, elde edilen son ürüne ise vermikompost adı verilmektedir. Vermikompostun tek başına veya diğer gübrelerle (organik, inorganik) beraber uygulanması durumunda bitki verimi ve toprak özellikleri (fiziksel, kimyasal, biyolojik) üzerine ve toprak verimliliğinin olumlu etkilendiği yapılan çalışmalarla belirlenmiştir.

Vermikompost uygulamasının toprağın bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerine meydana getirdiği etkiler toprak özelliklerine ve iklim faktörlerine bağlı olarak vermikompostun cins ve miktarı, kimyasal ve fiziksel kompozisyonu ile de yakından ilişkilidir. Manivannan vd (2009), tarafından yapılan çalışmada iki farklı toprak tipinde sırk fasulye yetiştirilmiş ve sonuçta killi bünyeye sahip toprakta 500 kg/da vermikompost uygulamasının kumlu bünyeye sahip toprağa göre gözenekliliğinin, yarayışlı su miktarının ve kation değişim kapasitesinin arttırdığını ve fasulye veriminin de söz konusu toprakta arttığını bildirmişlerdir.

Vermikompost toprağa humus sağlayarak toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirmektedir. Vermikompost topraktaki besin maddelerinin elverişlilik derecelerini de arttırmaktadır. Azarmi vd (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, tarla domatesi yetiştirilen toprağa 1500 kg/da domuz gübresi vermikompostu uygulanmış ve toprağın organik C, toplam N, P, K, Ca, Zn ve Mn içeriğinin arttığını, toprak pH ve hacim ağırlığının düştüğünü belirlemişlerdir.

Ferreras vd (2006) tarafından yapılan çalışmada, toprağa vermikompost uygulamasının toprak agregatlaşmasına, toprak organik karbon içeriğine ve mikrobiyal solunumun miktarına tavşan, tavuk ve at gübresi uygulamasına göre daha fazla arttırdığını tespit etmişlerdir.

Solucan gübresinin gözenekli yapısı ve yüksek su tutma kapasitesi toprak strüktürünün iyileştirmede kullanılabileceğini göstermektedir. Sahip olduğu fiziksel özellikler sayesinde vermikompost, bitki köklerini aşırı sıcaklıklardan korur, erozyonu ve yabancı ot gelişimini azaltır. İnek gübresi vermikompostu havalanma, yarıyışlı nem değerine sahip olması, humin maddeler içermesi ve mikrobiyal açıdan da aktif olması sebebi ile oldukça hafif bir materyaldir ve toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirmek üzere toprak düzenleyicisi olarak kullanılabilir (Tavalı, 2011).

Vermikompost uygulamasının toprağın biyolojik özellikleri üzerine olumlu etkilerinin olduğu ifade edilmektedir. Saha vd (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, toprağa vermikompost uygulaması ile alkali fosfataz aktivitesindeki artışa bağlı olarak yarıyışlı P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miktarının arttığı ifade edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada domuz gübresi vermikompostu olgunlaşırken mikrobiyal biyokütle ve aktivitenin inkübasyon süresine bağlı olarak yükseldiği, belli bir süreden sonra azaldığı bildirilmiştir (Aira vd 2006).

Buna karşın, Atiyeh vd (2000) ve Dominguez vd (2003) tarafından yapılan çalışmalarda, inek gübresinin vermikompostlanması sırasında inkübasyona süresine

bağlı olarak mikrobiyal biyokütlenin değişmediği, mikrobiyal aktivitenin ise zamanla azaldığı bildirilmiştir.

Parkin ve Berry (1994) ve Gark vd de (2009), vermikompostun mineral N ve fosfor içeriğinin yüksek olduğu, daha düşük C/N oranına, EC ve pH değerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Vermikompost bitkiye yararlı formlardaki besin elementlerini yüksek oranda içermektedir (Buchanan vd 1988).

Kale'ye (1996), vermikompostun %9.15-17.98 organik C, %0.5-1.5 N, %0.1-0.3 P, %0.15-0.56 K, %22.67-47.60 Ca+Mg ve 128.7-548 ppm bakır içerdiğini, gözenekliliğinin ve su tutma kapasitesinin yüksek olduğunu ve toprak düzenleyicisi olarak değerlendirilebileceğini ifade etmişlerdir.

Vermikompost toprakla karşılaştırıldığında 5 kat daha fazla mineral N, 7 kat daha fazla alınabilir P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve 3 kat daha fazla Ca içerdiğini (Barley 1961), nört pH'ya sahip organik gübre olduğunu bu sebeple yaprağı yenen sebze bitkilerinde uygun bir gübre olarak kullanılabileceği ifade edilmektedir (Kale ve Bano 1986).

Vermikompost toprağa uygulandığında toprağa yararlı mikroorganizmalarda ilave edilmiş olur. Bu sebeple toprağın biyolojik özellikleri üzerine çiftlik gübresinden daha etkili olduğu Pramanik vd (2006) tarafından yapılan çalışmada bildirilmiştir.

Özellikle *Aspergillus spp.*, *Fusarium spp.*, *Mucor spp.*, *Rhizopus spp.* ve *Bacillus subtilis*'in selülozca zengin hasat artıklarının vermikompost oluşumunda bol miktarda bulunduğu bildirilmiştir (Parthasarathi ve Ranganathan 2000).

Truu vd (2008) tarafından toprağa uygulanan vermikompost çalışmasında dehidrogenaz aktivitesinin, potansiyel nitrifikasyonun, N mineralizasyonunun ve mikrobiyal biyokütlenin olumlu yönde etkilendiği belirtilmiştir.



Romero vd (2010) tarafından yapılan çalışmada vermikompost uygulanan toprağın dehidrogenaz aktivitesinin artış gösterdiği, üreaz aktivitesinin azalma gösterdiği ifade edilmektedir.

Sebastian vd (2009), kalitesiz su ile sulanan topraklara uygulanan hasat artıkları vermikompostunun uygulanmış topraktaki mikrobiyal populasyonu ve enzim aktivitelerini arttığını ve sudan kaynaklanan tuz stresinin baskılanabildiği belirtilmiştir.

Kannan vd (2005), saksı denemesi çalışmasında kuru ağırlık hesabına göre %75 oranında vermikompost uygulamasının toprak mikroorganizma sayısını ve toprak verimliliğini arttığını ve bu gübrenin organik tarımda kullanımının uygun olacağını belirtmişlerdir.

Kızılkaya (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, *Lumbricus terrestris* solucanı içeren toprağa buğday samanı, çay ve tütün fabrikası artığı, sığır gübresi ve fındık zuru ilave edilmiş ve artan dozlarda Zn uygulamasının toprakların dehidrogenaz aktivitesini arttığını tespit etmiştir.

Vermikompostun toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumlu yönde etkilemesi yanı sıra birçok bitkide verim ve kalite artışlarına da etki etmektedirler. Solucanlar bitki gelişimini teşvik eden kimyasalların ve zararlı bitki patojenlerinin gelişimini baskılayan enzim ve diğer bazı bileşiklerin üretilmesinde aktif rol oynarlar (Longsdon 1994). Yapılan bazı çalışmalarda soğanlı süs bitkilerinde vermikompostların özellikle krizantem, salvoya, petunya bitkilerinin erken çiçeklenmesini teşvik ettiği ve belirlenmiştir (Edwards 1988)

Arancon vd (2003) yaptıkları tarla denemesinde vermikompost uygulamasının domates ve biberde sürgün uzunluğu ve yaprak alanı, çilekte ise meyve değerini arttırdığını belirlemiştir.

Singh vd (2008), vermikompost uygulamasının kimyasal gübre uygulamasına kıyasla çileğin pazar değerini düşürdüğünü, çilek yetiştiriciliği için en uygun vermikompost dozunun 750 kg/da olduğunu belirtmişlerdir.

Diğer taraftan, Jat ve Ahlawat (2006), toprağa 300 kg/da vermikompost uygulamasının şeker mısırın protein içeriğini, kuru ağırlığını ve toprağın toplam N azot ve P miktarını arttırdığını saptamışlardır.

Alam vd (2007), vermikompost ve kimyasal gübreleri birlikte kullandığında patates veriminin önemli ölçüde arttığını ve en yüksek patates verim artışının 500-1000 kg/da vermikompost + kimyasal gübre uygulaması ile elde edildiği belirlemişlerdir.

Benzer şekilde, Ali vd (2007) tarafından yapılan çalışmada, 20/80 (kompost/vermikompost) oranında uygulamanın marul gelişimine önemli katkı sağladığını belirlemişlerdir.

Rangarajan vd (2008), vermikompostun uygulamasının kompos uygulamasına göre lahana verimini daha fazla arttırdığını ifade etmişlerdir.

Gutierrez-Miceli vd (2007), koyun gübresinden elde edilen vermikompostun domates bitkisinin verimini artırdığını, toprağın pH'sını düşürdüğünü ve bitki besin elementlerinin çözünürlüğünü arttırdığı belirlemişlerdir.

Bu çalışmanın amacı, son zamanlarda gittikçe yaygınlaşan solucan gübresinin toprakların toplam N, elverişli P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, bakteri ve mantar popülasyonu ve toprak CO<sub>2</sub> salınımı ve toprak enzimleri üzerine olan etkilerini araştırmaktır.

### **3. MATERYAL ve YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Denemede materyal olarak toprak örnekleri, tavuk gübreleri ve kimyasal mineral gübre kullanılmıştır.

##### **3.1.1. Toprak**

###### **3.1.1.a. Toprak örnekleri**

Bu araştırmada, Niğde ilinin Bahçeli kasabasında lahana yetiştirilen ve farklı düzeylerde kiraç ihtiva eden tarım alanlarından alınan toprak örnekleri kullanılmıştır.

###### **3.1.1.b. Toprak örneklerinin alındığı bölgenin toprak özellikleri**

Niğde ilinin yüzölçümü 779.522 hektardır. Mevcut yüzölçüm içinde tarım arazileri (%35) 275.783 he, orman arazileri (%8) 62.161 he, çayır mera arazileri (%32) 251.341 he, kullanışsız alanlar (%25) (Taşlık-kayalık, yerleşim yerleri, su kütleleri vb.) 190.237 he olarak dağılım göstermektedir (Anon., 2017). Bölgede allüviyal topraklar, hidromorfik alüviyal topraklar, alüviyal sahil bataklıkları, bazaltik topraklar, kolüviyal topraklar, tuzlu-sodik topraklar, organik topraklar, kırmızı-sarı podzolik topraklar, gri-kahverengi podzolik topraklar, kahverengi orman toprakları, kireçsiz kahverengi topraklar, kireçsiz kahverengi orman toprakları, kestane rengi toprakları, kırmızımsı kahverengi, kırmızı Akdeniz, kırmızı kahverengi Akdeniz, rendzima, kahverengi topraklar, kırmızımsı kahverengi, sierozem, vertisol, yüksek dağ çayır toprakları ve regosol büyük toprak grupları bulunmaktadır (Anon., 2011).

###### **3.1.1.c. Toprak örneklerinin alındığı bölgenin iklim özellikleri**

Deniz seviyesinden olan yükseltisi ortalama 1.211 metredir. Niğde ve Aksaray illeri, Konya kapalı havzası, Kızılırmak ve Seyhan Havzalarında yer almakta ve karasal iklim özelliği göstermektedir. Niğde ilinde sert kara iklimi hüküm sürer. Yazlar sıcak ve

kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı geçer. Senenin 100 günü 0°C'nin altında seyreder. Senede 15 gün kar yağışlı geçip, ekseriya toprak 30 gün 30 cm karla örtülü kalır (Eliçalışkan, 2014). Bölgenin iklim tipi yarı kurak, az nemli mesotermal sıcaklıkta, su fazlasının çok az olduğu karasal iklim tipidir (Anon., 2013).

Niğde İli meteoroloji istasyonundan elde edilen verilere göre Niğde için yıllık sıcaklık ortalaması 11.0°C, yıllık yağış ortalaması 337.5 mm ve yıllık ortalama nem miktarı %59.5'dir (Anon., 2009).

#### **3.1.1.d. Toprak örneklerinin alındığı bölgenin tarımsal özellikleri**

Bölgede yöre halkının esas geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır. Elma ağacı sayısı bakımından Niğde İli ülke sıralamasında ilk sıralardadır. Ülke genelinde patates üretiminin ise %25'lik bölümü üretilmektedir. İl toprakları genel olarak bozkır görünümündedir. Orman varlığı çok az olup il topraklarının %1,7'sini teşkil etmektedir, fundalık alanlarla birlikte yüzde 3'e yükselmektedir. İl topraklarının %50'si ekili-dikili alanlar olup, buğday tarlaları, elma bahçeleri ve üzüm bağlarından; %37'si çayır ve meralardan ibarettir. Geri kalanını ise, ekime müsait olmayan topraklar oluşturmaktadır [Eliçalışkan, 2014].

#### **3.1.2. Gübre**

Araştırmada kullanılan sertifikalı vermikompost Mersin ilinde bulunan özel ticari bir işletmeden (EKOTAR) temin edilmiştir. İşletmede havuzlar içerisinde ve bitkisel artıklar kullanılarak vermikompost (yaklaşık 10 milyon solucan) üretimi yapılmaktadır. Vermikompost üretim tesisinde vermikompost üretiminde bitkisel artıklar, anız atıkları ve evsel yemek atıkları kullanılmaktadır. Artıklar öğütülmekte ve kontrollü olarak solucanların bulunduğu ortama ilave edilmektedirler. Solucanların yaşamlarını devam ettirebilmek için nem ve hava durumu açısından kontrollü ortam oluşturulmuştur. Bir m<sup>3</sup>'lük alanda 250.000 solucan olacak şekilde belirlenen yataklarda 3 aylık periyotlarda üretilen vermikompost paketler haline getirilmektedir.

## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1. Solucan gübrelere hazırlanması ve uygulanması**

Artan dozlardaki solucan gübresi uygulamasının, toprak özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak saksı denemesi kurulmuştur. Denemede 1000 g fırın kurusu toprak örneği tartılıp, sırasıyla 0.0, 1.0, 2.0 ve 3.0 ton da<sup>-1</sup> hesabıyla sırası ile 0.0, 4.0, 8.0, 12.0 g saksı<sup>-1</sup> olacak şekilde artan dozlarda solucan gübresi topraklara karıştırılmıştır.

### **3.2.2. Toprak örneklerinin analize hazırlanması**

Denemede kullanılan farklı kireç içeriğine sahip 2 farklı toprak örnekleri laboratuara getirilip havada kurutulduktan sonra 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Plastik kaplarda muhafaza edilen toprak örnekleri üzerinde deneme öncesi kimyasal, fiziksel ve biyolojik analizler yapılmıştır.

Saksı denemesinde ise 4 mm'lik elekten geçirilmiş toprak örnekleri kullanılmıştır. Saksı topraklarına artan dozlarda solucan gübresi karıştırılmış, tarla kapasitesine getirilinceye kadar saf su ilave edilmiş, tartılmış ve 30±3 °Cde 30, 60 ve 90 gün boyunca inkubasyona bırakılmıştır. İnkubasyon süresince eksilen su miktarı tartımla belirlenerek ilave edilmiştir. inkubasyon süresi sonunda solucan gübresinin toprakların toplam azot, elverişli P, bakteri ve mantar popülasyonu ve toprak CO<sub>2</sub> salınımı ve toprak enzimleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla toprak analizleri yapılmıştır.

### **3.2.3. Toprak analiz yöntemleri**

Araştırma topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal analizleri aşağıdaki ana başlıklar altında ele alınmıştır.

### **3.2.3.a. Toprak reaksiyonu**

Toprakların pH'ları 1:2.5'lük toprak-su oranında cam elektrotlu Beckman pH metresi ile ölçülmüştür (Handershot *et al.* 1993).

### **3.2.3.b. Kireç miktarı**

Toprakların kireç içerikleri Scheibler Kalsimetresi ile volümetrik olarak saptanmıştır (Goh *et al.* 1993).

### **3.2.3.c. Organik madde**

Toprakların organik madde içerikleri Smith-Weldon yöntemiyle belirlenmiştir (Tiessen and Moir 1993).

### **3.2.3.d. Katyon değişim kapasitesi (KDK)**

Toprakların sodyum asetatla (1 N, pH=8.2) doyurulup amonyum asetatla (1 N, pH=7.0) ekstrakte edilen solüsyonlarında atomik absorpsiyon spektrofotometresinde sodyum okuması yapılarak KDK değeri belirlenmiştir (Rhoades, 1982).

### **3.2.3.e. Değişebilir Katyonlar (Ca, Mg, Na ve K)**

Toprakların değişebilir K ve Na katyonları, amonyum asetatla (1 N, pH=7.0) çalkalanıp ekstrakte edilmiş ve alev fotometresinde okunarak belirlenmiştir (Knudsen *et al.* 1982).

### **3.2.3.f. Elverişli fosfor**

Toprakların fosfor içerikleri molibdofosforik mavi renk yöntemine göre spektrofotometrede okunarak belirlenmiştir (Olsen and Sommers 1982).

### **3.2.3.g. Toplam azot**

Toprak örneklerinin azot içeriği, Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Mc Gill and Figueiredo 1993).

### **3.2.3.h. Elektrik iletkenlik**

Toprakların elektriki iletkenlikleri hazırlanan saturasyon macunlarından elde edilen ekstraksiyon çözeltilerinde elektriki kondüktivite aleti ile mmhos/cm olarak belirlenmiştir (Demiralay, 1993.).

### **3.2.3.i. Toprak tekstürü**

Deneme toprağının kum, silt ve kil içerikleri, Bouyoucos Hidrometre yöntemiyle, tekstür sınıfı ise tekstür üçgeninde belirlenmiştir (Gee ve Bauder, 1986).

### **3.2.3.j. Mikro element ve ağır metal analizleri**

Toprakların ağır metal içerikleri DTPA (dietilentriamin pentaasetikasit) yöntemine göre ekstrakte edilen süzüklerde (Sağlam, 1994; Aydın ve Sezen, 1995) ICP OES spektrofotometresinde (Inductively Couple Plasma spectrophotometer) (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) direk olarak okunmak suretiyle belirlenmiştir (Mertens 2005).

## **3.2.4. Biyolojik yöntemler**

### **3.2.4.1. Toprak Materyalindeki Bakteri ve Mantar Sayısının Tespiti:**

Toprak materyalindeki bakteri ve mantar sayımı dilüsyon metoduna göre yapılmıştır. Bakteri sayımı yapılacak  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$  dilüsyon örnekleri hazırlandı. Bakteri sayımı yapılacak örnekler steril Nutrient Agar (NA) besiyerine, mantar sayımı yapılacak örnekler ise steril Potato Dextrose Agar (PDA) besiyerine inoküle edildi. İnkübatörde

28°C’de 3-5 gün bekletildikten sonra besiyeri üzerinde gelişen bakteri ve mantarların petri kutularının arkasından koloni sayımı yapılarak topraktaki mevcut toplam bakteri ve fungus sayısı belirlenmiştir (Germida 1993; Kızıloğlu ve Bilen 1997).

#### **3.2.4.2. Toprakların CO<sub>2</sub> miktarının tespiti**

Toprak verimliliğinin göstergesi olan toprak solunumunun ölçülmesi toprak örneğinden açığa çıkan CO<sub>2</sub> gazının NaOH içerisinde biriktirilmesi, NaHCO<sub>3</sub>’ın oluşturulması ve BaCl ilavesinden sonra BaCO<sub>3</sub>’ın çökmesi sonucu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve CO<sub>2</sub> ile doymayan NaOH miktarının titrasyonla belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Elde edilen sonuç ekivalan değer ve asidin normalitesi ile çarpılıp mg olarak toprağın C ve CO<sub>2</sub> miktarı belirlenmiştir (Anderson 1982).

#### **3.2.5. Deneme Planı**

Denemede solucan gübresi sırası ile saksı topraklarına 0.0, 1.0, 2.0 ve 4.0 ton da<sup>-1</sup> doz hesabı ile uygulanmıştır. Topraklar 30, 60 ve 90 gün inkübasyona bırakılmış ve tesadüf deneme deseninde göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bu durumda deneme planı;

2 farklı Toprak x 1 solucan gübresi x 3 farklı gübre dozu x 3 farklı inkübasyon x 3 Tekerrür= 54 saksı toprağı üzerinde yürütülmüştür.

#### **3.2.6. İstatistiksel Analiz Yöntemleri**

Denemeden elde edilen analiz sonuçları, SPSS 17.0 istatistiksel paket programı kullanılarak tesadüf parselleri deneme düzenine göre varyans (ANOVA) analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak ortalamalar arasındaki farklılıklar belirlenmiştir (Yurtsever 1984).



#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

##### 4.1. Deneme Alanı Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Deneme alanının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini ortaya koymak amacı ile deneme alanını temsil edecek şekilde 0-20 cm derinliğinden alınan toprak örnekleri üzerinde rutin toprak analizleri yapılmış ve analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellik	Toprak A	Toprak B	
pH (1:2.5)	7.730	7.510	
Organik madde (%)	1.560	1.750	
Kireç, CaCO <sub>3</sub> , (%)	14.000	28.000	
Toplam N (%)	0.078	0.087	
Elverişli P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg da)	14.71	13.12	
Değişebilir Katyonlar (me 100 g <sup>-1</sup> )	Ca <sup>+2</sup>	30.62	22.60
	Mg <sup>+2</sup>	4.80	3.38
	K <sup>+1</sup>	2.13	1.72
	Na <sup>+1</sup>	0.011	0.013
Mikro elementler, ppm	Fe <sup>+2</sup>	0.283	0.343
	Cu <sup>+2</sup>	0.616	0.459
	Zn <sup>+2</sup>	0.470	0.770
	Mn <sup>+2</sup>	2.264	1.535
K.D.K., me 100 g <sup>-1</sup>	42.300	32.200	
EC x 10 <sup>3</sup> mmhos/cm (dS m <sup>-1</sup> )	1.800	1.700	
Toplam Tuz, %	0.025	0.016	
Tane büyüklük dağılımı	Kum, %	20.40	40.30
	Silt, %	61.30	40.60
	Kil, %	18.30	19.10
Tekstür Sınıfı	SİLTİLİ TİN	TİN	
Total bakteri koloni sayısı, cfu ml <sup>-1</sup>	3.4x10 <sup>7</sup>	3.1x10 <sup>7</sup>	
Total mantar spor sayısı, spor ml <sup>-1</sup>	4.1x10 <sup>5</sup>	3.9x10 <sup>5</sup>	
Toprak CO <sub>2</sub> miktarı, mg CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup>	19.82	16.85	
Üreaz Aktivitesi, µg NH <sub>4</sub> -N g <sup>-1</sup> toprak 2h <sup>-1</sup>	14.3	13.55	
Asit Fosfotaz Akt., µg pNPP g <sup>-1</sup> toprak h <sup>-1</sup>	29.1	24.52	
Alkalın Fosfotaz Akt., µg pNPP g <sup>-1</sup> toprak h <sup>-1</sup>	61.6	56.37	

Çizelge 4.1 incelendiğinde deneme alanı topraklarının Ünal ve Başkaya (1981) tarafından bildirilen sınır değerlere göre, organik madde bakımından yetersiz sınıfa

girmektedir. Topraklar kumlu bünyeli, kireç bakımından zengin ve hafif alkalin karakterdedir. Yarayışlı potasyum bakımından fakir olan deneme alanı yarayışlı fosfor bakımından yeterli durumdadır (Ülgen ve Yurtsever 1995). Toprakların tuzluluk problemi mevcut değildir.

## 4.2. Solucan gübrelerinin kimyasal özellikleri ve topraklar üzerine etkileri

### 4.2.1. Denemede Kullanılan Solucan Gübrelerinin Kimyasal Özellikleri

Denemede kullanılan solucan gübrelerinin bazı kimyasal özellikleri DOKTOLAB Tarımsal Laboratuvarında yaptırılmış ve elde edilen analiz sonuçları Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Denemede kullanılan solucan gübrelerinin bazı kimyasal özellikleri

Kimyasal Özellik	Solucan Gübresi
Nem	17.40
pH (1:10)	7.30
EC (dS m <sup>-1</sup> )	8.30
Organik madde (%)	52.50
Org, C (%)	33.70
C/N Oranı	14.04
Toplam N (%)	2.40
Toplam P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	1.80
Suda çözünebilir K <sub>2</sub> O (%)	2.40
Toplam Hümik+Fülvik asit, %	36.8

\*Kullanılan vermikompost gübresinin analizleri DOKTOLAB Tarımsal Laboratuvarda yapılmıştır.

Denemede kullanılan solucan gübreleri hafif alkali karakterdedirler, EC değerlerine göre solucan gübreleri tuzsuz sınıfında belirlenmiştir. Gübrelerin demir, mangan, çinko ve bakır içerikleri ile toplam azot, fosfor, potasyum, sodyum, kalsiyum ve magnezyum içeriklerinin yeterli sınıfında yer almaktadır.

#### 4.2.2. Toplam Azot İçeriği üzerine etkisi

Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların ortalama toplam N içeriği üzerine etkileri ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

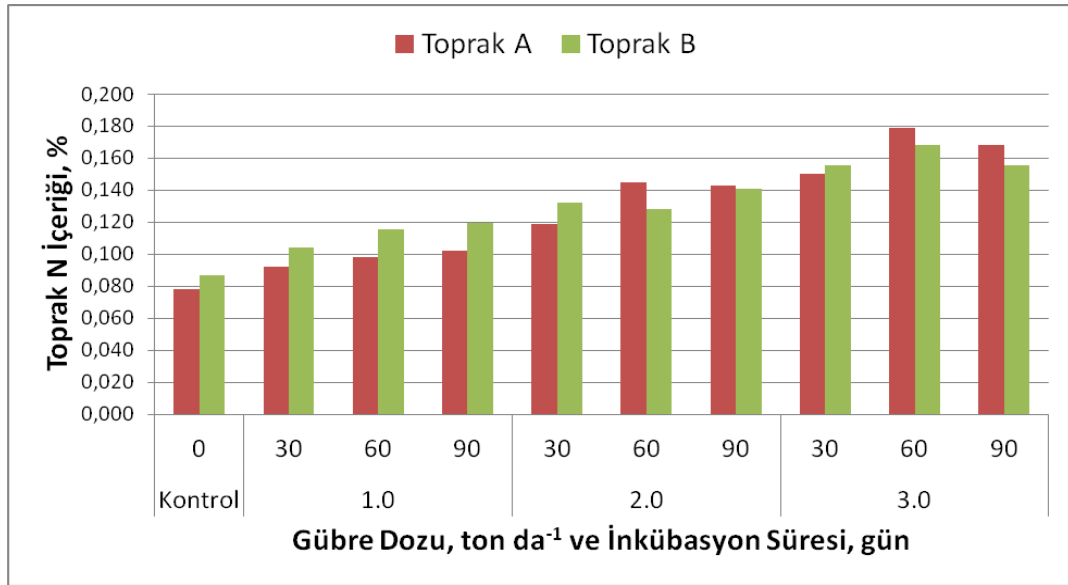
**Çizelge 4.3.** Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamalarının toprakların toplam N içeriği üzerine etkileri ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gübre Miktarı, ton/da	Toprak Toplam N İçeriği, %			
	İnkübasyon	Toprak A	Toprak B	Ortalama
<b>Kontrol</b>	0	0,087	0,078	
<b>1,0</b>	30	0,104	0,092	<b>0,098 c</b>
	60	0,116	0,098	<b>0,107 b</b>
	90	0,119	0,102	<b>0,111 a</b>
<b>Ortalama</b>		<b>0,113 c</b>	<b>0,097 c</b>	
<b>2,0</b>	30	0,132	0,119	<b>0,126 c</b>
	60	0,148	0,134	<b>0,141 b</b>
	90	0,151	0,143	<b>0,147 a</b>
<b>Ortalama</b>		<b>0,144 b</b>	<b>0,132 b</b>	
<b>3,0</b>	30	0,155	0,141	<b>0,148 c</b>
	60	0,169	0,157	<b>0,163 a</b>
	90	0,156	0,146	<b>0,151 b</b>
<b>Ortalama</b>		<b>0,160 a</b>	<b>0,148 a</b>	
<b>Genel Ortalama</b>		<b>0,139 A</b>	<b>0,126 B</b>	

Aynı satırda ve aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak ( $p < 0.05$ ) birbirinden farklı bulunmuştur.

Çizelge 4.3.'e göre farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübre uygulamalarının farklı inkübasyon sürelerinde toprakların toplam N içerikleri üzerine etkileri Duncan çoklu karşılaştırma testine göre  $p < 0.05$  seviyesinde önemli bulunmuştur. Kireç içerikleri farklı olan toprakların toplam azot içerikleri arasında önemli ( $p < 0.05$ ) fark gözlenmiştir. Toprakların toplam N içerikleri solucan gübresinin dozunun ( $V_0$ ,  $V_{1,0}$ ,  $V_{2,0}$ , ve  $V_{3,0}$ ) artışına ve inkübasyon süresinin (30, 60 ve 90 gün) artışına bağlı olarak artış göstermiştir.

Kontrole göre en düşük toprak toplam N içeriği solucan gübresinin  $V_{1,0}$  dozu uygulamasının 5 günlük inkübasyonundan ve kireç içeriği yüksek B toprağından (% 0.078) elde edilmiştir. En yüksek toprak toplam N içeriği solucan gübresinin  $V_{3,0}$  dozu uygulamasının 60 günlük inkübasyonundan ve kireç içeriği düşük A toprağından (% 0.169) elde edilmiştir. Solucan gübre uygulaması kontrole göre daha yüksek miktarda topraklara N kazandırmıştır (Çizelge 4.3; Şekil 4.1).



**Şekil 4.1.** Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların toplam N içeriği üzerine etkisi.

Deneme topraklarına yapılan farklı dozdaki vermikompost ve çiftlik gübresi uygulamaları topraklardaki toplam azot içeriğini önemli ölçüde arttırmıştır. Uygulanan gübre dozu arttıkça toprağın toplam azot içeriği de genel olarak artmıştır. Kontrole göre görülen bu artış mevcut inkübasyon şartları altında denitrifikasyon veya amonifikasyona bağlı gaz halde azot kayıplarının nispeten daha az meydana gelmiş olabileceğini düşündürmektedir. Anonymous (1992) ve Doube vd (1998) yaptıkları çalışmalarda, solucan gübrelerin besin elementlerini şelatlayıcı özelliğinin bulunduğunu ve bu elementlerin bitkilerin kullanımı için toprağa yavaş bir şekilde salındıklarını tespit etmişler ve bu durumun da özellikle yıkanma veya gaz şeklinde azot kaybının önüne geçtiğini bildirmişlerdir.

Yapılan çalışmalarda topraklara artan dozlarda solucan gübresi uygulamasının toprakların N içeriklerinin kontrole göre önemli artış ( $p<0.001$ ) sağladığı gözlenmiştir. En yüksek artışların vermikompost gübresinin 600 kg da<sup>-1</sup> uygulamalarından elde edilmiştir (Lazcano ve ark, 2008). Çalışmamızdan elde edilen bulgular da solucan gübresinin doz artışına bağlı olarak toprakların azot içeriklerinin artış gösterdiğini ortaya koymuş, bulunan değerler yapılan çalışmalarla benzerlik oluşturmuştur.

#### 4.2.3. Elverişli Fosfor İçeriği

Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların ortalama elverişli P içeriği üzerine etkileri ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

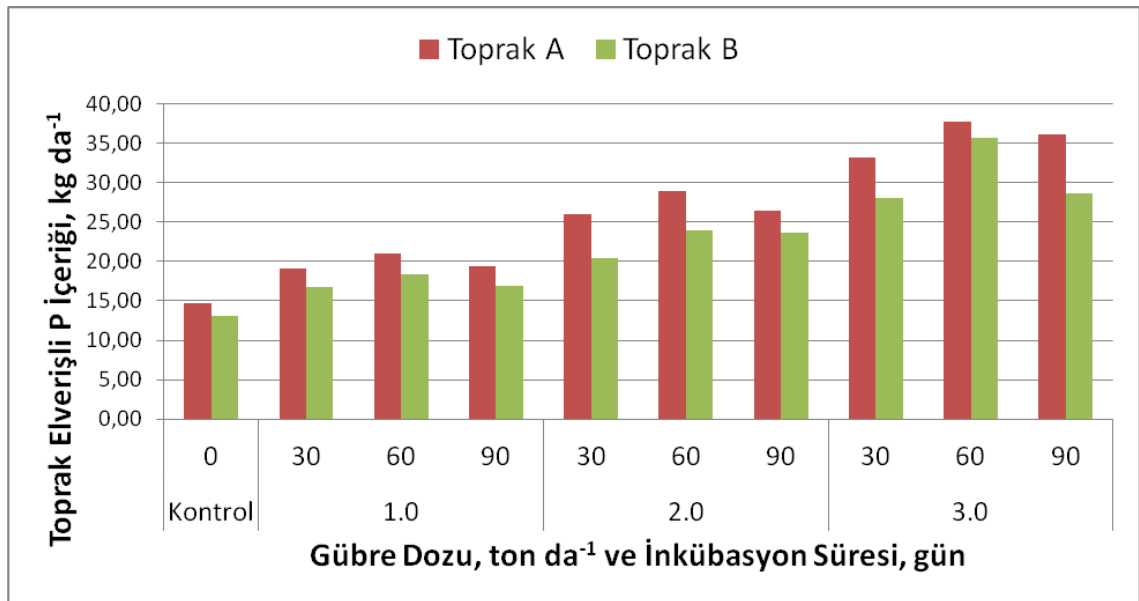
**Çizelge 4.4.** Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların elverişli P içeriği üzerine etkileri ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gübre Miktarı, ton/da	Toprak Elverişli P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> İçeriği, kg da <sup>-1</sup>			
	İnkübasyon	Toprak A	Toprak B	Ortalama
<b>Kontrol</b>	0	14.70	13.11	
<b>1,0</b>	30	19.17	16.71	<b>17.94 b</b>
	60	20.93	18.40	<b>19.67 a</b>
	90	19.37	16.86	<b>18.11 b</b>
<b>Ortalama</b>		<b>19.82 c</b>	<b>17.32 c</b>	
<b>2,0</b>	30	25.95	20.42	<b>23.18 b</b>
	60	28.91	23.95	<b>26.43 a</b>
	90	26.45	23.58	<b>25.02 ab</b>
<b>Ortalama</b>		<b>27.10 b</b>	<b>22.65 b</b>	
<b>3,0</b>	30	33.12	28.09	<b>30.60 c</b>
	60	37.72	35.66	<b>36.69 a</b>
	90	36.16	28.56	<b>32.36 b</b>
<b>Ortalama</b>		<b>35.66 a</b>	<b>30.77 a</b>	
<b>Genel Ortalama</b>		<b>27.53 A</b>	<b>23.58 B</b>	

Aynı satırda ve aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) birbirinden farklı bulunmuştur.

Çizelge 4.4.'e göre farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının farklı inkübasyon sürelerinde farklı toprakların elverişli P içerikleri üzerine etkileri Duncun çoklu karşılaştırma testine göre  $p < 0.05$  seviyesinde önemli bulunmuştur. Toprakların elverişli P içerikleri solucan gübresinin cinsine, gübre dozunun ( $V_0$ ,  $V_{1,0}$ ,  $V_{2,0}$ , ve  $V_{3,0}$ ) ve inkübasyon süresinin (30, 60 ve 90 gün) artışına bağlı olarak artış göstermiştir.

Kontrole göre en düşük toprak elverişli  $P_2O_5$  içeriği solucan gübresinin  $V_{1,0}$  dozu uygulamasının 5 günlük inkübasyonundan ve kireç içeri yüksek B toprağından ( $16.71 \text{ kg da}^{-1}$ ) elde edilmiştir, En yüksek toprak elverişli  $P_2O_5$  içeriği solucan gübresinin  $V_{3,0}$  dozu uygulamasının 60 günlük inkübasyonundan ve kireç içeriği yüksek A toprağından ( $37.72 \text{ kg da}^{-1}$ ) elde edilmiştir. Solucan gübrelere arasında köy tavuğı gübre uygulaması çiftlik tavuğı gübre uygulamasına göre daha yüksek miktarda topraklara P sağlamıştır (Çizelge 4.4; Şekil 4.2).



**Şekil 4.2.** Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların elverişli P içeriği üzerine etkisi.

Her iki toprak çeşidinde farklı dozlarda ilave edilen vermikompost gübresi toprakların alınabilir fosfor kapsamlarını kontrol toprağına kıyasla artırmıştır ve bu artış gübre dozları ile arasında istatistiksel açıdan önemli ( $p<0.05$ ) farklılık oluşturmuştur.

Vermikompost uygulanan toprakta alınabilir fosfor değerlerinin artması vermikompostun fosforca zengin bir gübre olması ile ilişkilendirilmektedir. Nitekim, vermikompostun besin elementlerinden özellikle fosfor yönünden oldukça zengin olduğu ve bu fosforun bitkilerce kolay alınabilir formda olduğu birçok çalışmada tespit edilmiştir (Kale vd 1987, Nethra vd 1999, Lazcano vd 2008). Ayrıca, vermikompostun içindeki bitki besin elementlerinin %97'sinin özellikle de fosforun bitki tarafından büyüme sırasında doğrudan alınabilir formda olduğu bildirilmiştir (Barley 1961). Solucan gübrelere toprakların P kapsamı üzerine artış sağladığı ve gübre dozu artışına bağlı olarak toprakların P içeriklerinin de kontrole göre önemli artış sağladığı ve en yüksek artışın solucan gübresinin  $600 \text{ kg da}^{-1}$  gübre uygulamasından elde edildiği benzer çalışmalardan da tespit edilmiştir (Lazcano ve ark, 2008).

#### **4.2.4. Bakteri Popülasyonu**

Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların ortalama bakteri popülasyonu üzerine etkileri ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.5.'de verilmiştir.

Çizelge 4.5.'e göre farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının farklı inkübasyon sürelerinde farklı toprakların bakteri popülasyonu içerikleri üzerine etkileri Duncan çoklu karşılaştırma testine göre  $p<0,05$  seviyesinde önemli bulunmuştur. Toprakların bakteri popülasyonu içerikleri solucan gübresinin cinsine, gübre dozunun ( $V_0$ ,  $V_{1,0}$ ,  $V_{2,0}$ , ve  $V_{3,0}$ ) ve inkübasyon süresinin (30, 60 ve 90 gün) artışına bağlı olarak artış göstermiştir.

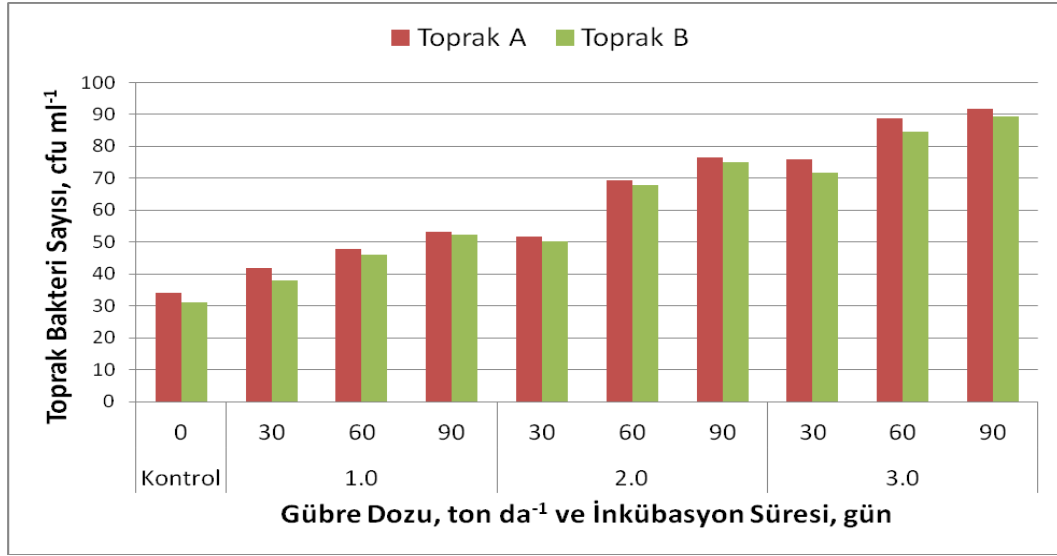


**Çizelge 4.5.** Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların bakteri popülasyonu üzerine etkileri ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gübre Mik, ton/da	Toprak Bakteri Sayısı, cfu ml <sup>-1</sup> (x1.000.000)			
		Toprak A	Toprak B	Ortalama
<b>Kontrol</b>	0	34.00	31.00	
<b>1.0</b>	30	41.78	37.95	<b>39.864 c</b>
	60	47.95	46.16	<b>47.052 b</b>
	90	53.11	52.37	<b>52.739 a</b>
<b>Ortalama</b>		<b>47.61 c</b>	<b>45.49 c</b>	
<b>2.0</b>	30	51.80	50.25	<b>51.024 c</b>
	60	69.21	67.70	<b>68.454 b</b>
	90	76.61	75.16	<b>75.885 a</b>
<b>Ortalama</b>		<b>65.87 b</b>	<b>64.37 b</b>	
<b>3.0</b>	30	75.98	71.63	<b>73.808 c</b>
	60	88.79	84.46	<b>86.627 b</b>
	90	91.68	89.41	<b>90.544 a</b>
<b>Ortalama</b>		<b>85.48 a</b>	<b>81.83 a</b>	
<b>Ort.</b>		<b>66.32 A</b>	<b>63.90B</b>	

Aynı satırda ve aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak ( $p < 0.05$ ) birbirinden farklı bulunmuştur.

Kontrole göre en düşük toprak bakteri popülasyonu içeriği solucan gübresinin V<sub>1,0</sub> dozu uygulamasının 5 günlük inkübasyonundan ve kireç içeriği yüksek B toprağından (37.95 cfu ml<sup>-1</sup>) elde edilmiştir, En yüksek toprak bakteri popülasyonu içeriği solucan gübresinin V<sub>3,0</sub> dozu uygulamasının 90 günlük inkübasyonundan ve kireç içeriği düşük A toprağından (91.68 cfu ml<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. Solucan gübre uygulaması kontrole göre daha yüksek miktarda topraklarda bakteri popülasyonu sağlamıştır, (Çizelge 4.5; Şekil 4.3).



**Şekil 4.3.** Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların bakteri popülasyonu üzerine etkisi.

Topraklarda vermikompost gübre dozlarına bağlı olarak inkübasyon süresince belirlenen toplam bakteri sayılarının artışı vermikompostun mikrobiyal varlık ve çeşitliliğinin yüksek olması neden olmuştur. Yapılan çalışmalarda da vermikompost uygulaması ile topraktaki mikrobiyal popülasyon ve çeşitliliğinin yükseldiği belirlenmiştir (Kannan vd 2005; Atiyeh vd 2000; Dominguez vd 2003; Aira vd 2007)

#### 4.2.5. Mantar Popülasyonu

Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların ortalama mantar popülasyonu üzerine etkileri ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

**Çizelge 4.6.** Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların mantar popülasyonu üzerine etkileri ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

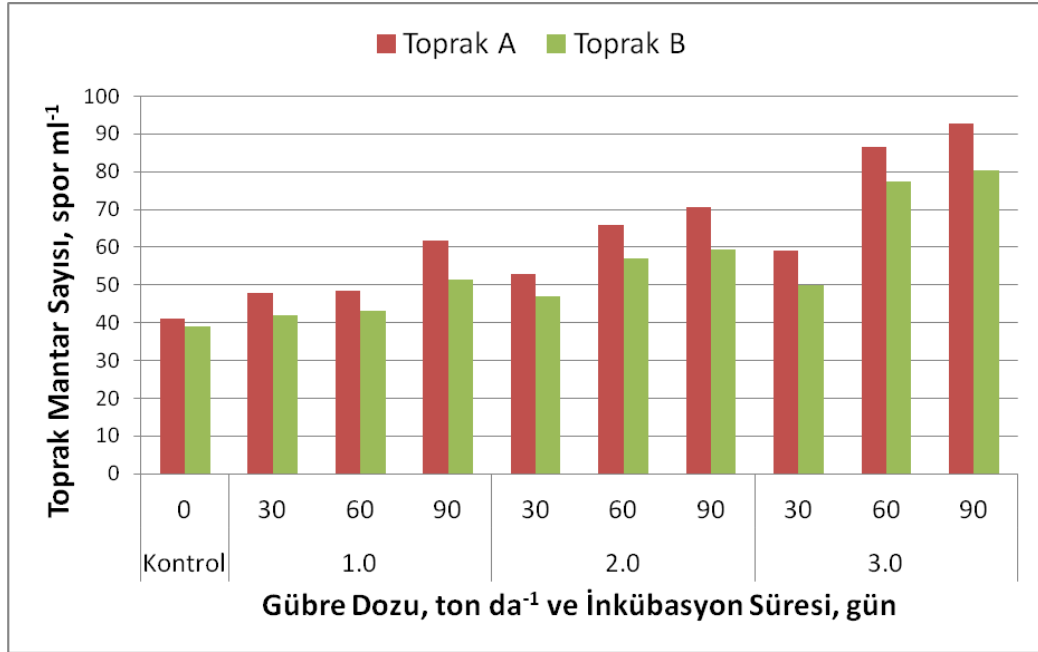
Gübre Mik, ton/da	Toprak Mantar Sayısı, spor ml <sup>-1</sup> (x1.000)		
	Toprak A	Toprak B	Ortalama

<b>Kontrol</b>	0	41.00	39.00	
<b>1.0</b>	30	47.80	41.90	<b>44.85 b</b>
	60	48.49	43.20	<b>45.85 b</b>
	90	61.76	51.35	<b>56.56 a</b>
<b>Ortalama</b>		<b>52.68 c</b>	<b>45.48 c</b>	
<b>2.0</b>	30	52.94	47.00	<b>49.97 c</b>
	60	65.83	57.12	<b>61.47 b</b>
	90	70.66	59.47	<b>65.07 a</b>
<b>Ortalama</b>		<b>63.14 b</b>	<b>54.53 b</b>	
<b>4.0</b>	30	59.05	50.05	<b>54.55 c</b>
	60	86.62	77.30	<b>81.96 b</b>
	90	92.81	80.45	<b>86.63 a</b>
<b>Ortalama</b>		<b>79.49 a</b>	<b>69.27 a</b>	
<b>Ort.</b>		<b>65.11 A</b>	<b>56.43 B</b>	

Aynı satırda ve aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak ( $p < 0.05$ ) birbirinden farklı bulunmuştur.

Çizelge 4.6.'ya göre farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının farklı inkübasyon sürelerinde farklı toprakların mantar popülasyonu içerikleri üzerine etkileri Duncun çoklu karşılaştırma testine göre  $p < 0,05$  seviyesinde önemli bulunmuştur. Toprakların mantar popülasyonu içerikleri solucan gübresinin cinsine, gübre dozunun ( $V_0$ ,  $V_{1,0}$ ,  $V_{2,0}$ , ve  $V_{3,0}$ ) ve inkübasyon süresinin (30, 60 ve 90 gün) artışına bağlı olarak artış göstermiştir

Kontrole göre en düşük toprak mantar popülasyonu içeriği solucan gübresinin  $V_{1,0}$  dozu uygulamasının 5 günlük inkübasyonundan ve kireç içeriği yüksek B toprağından ( $41.90 \text{ cfu ml}^{-1}$ ) elde edilmiştir, En yüksek toprak mantar popülasyonu içeriği solucan gübresinin  $V_{3,0}$  dozu uygulamasının 90 günlük inkübasyonundan ve kireç içeriği düşük A toprağından ( $92.81 \text{ cfu ml}^{-1}$ ) elde edilmiştir. Solucan gübre uygulaması kontrole göre daha yüksek miktarda topraklarda mantar popülasyonu sağlamıştır, (Çizelge 4.6; Şekil 4.4).



**Şekil 4.4.** Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların mantar popülasyonu üzerine etkisi,

Solucan gübrelere pH değerinin 7.0-8.0 arasında olması toprakta aktivite gösteren mantarların daha az aktivite göstermesine sebep olmuşlardır. Mikroorganizmalar için yararlı besin maddelerinin bitki tarafından elverişli forma dönüşmesi ile kök çevresinde mikroorganizmaların popülasyonunun yüksek olması arasında yakın bir ilişki mevcuttur (Crozat et al., 1982, Rupela et al., 1987). Bitkiler kendilerine özgü rizosfer mikroorganizmalarını içerirler ve beslenmelerine yardımcı olan mikroorganizmaları seçme özelliği ile bu mikroorganizmaları barındırırlar ve gelişmelerini teşvik ederler (Çolak, 1995), Deneme topraklarında bulunan mantar popülasyonunu sayısındaki artışın temelini solucan gübresinin besin elementi bakımından zengin olması ile ilişkili olabileceği sonucunu vermektedir.

#### 4.2.6. Toprak Solunumu (CO<sub>2</sub> Salınımı)

Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların ortalama CO<sub>2</sub> salınım miktarı üzerine etkileri ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir.

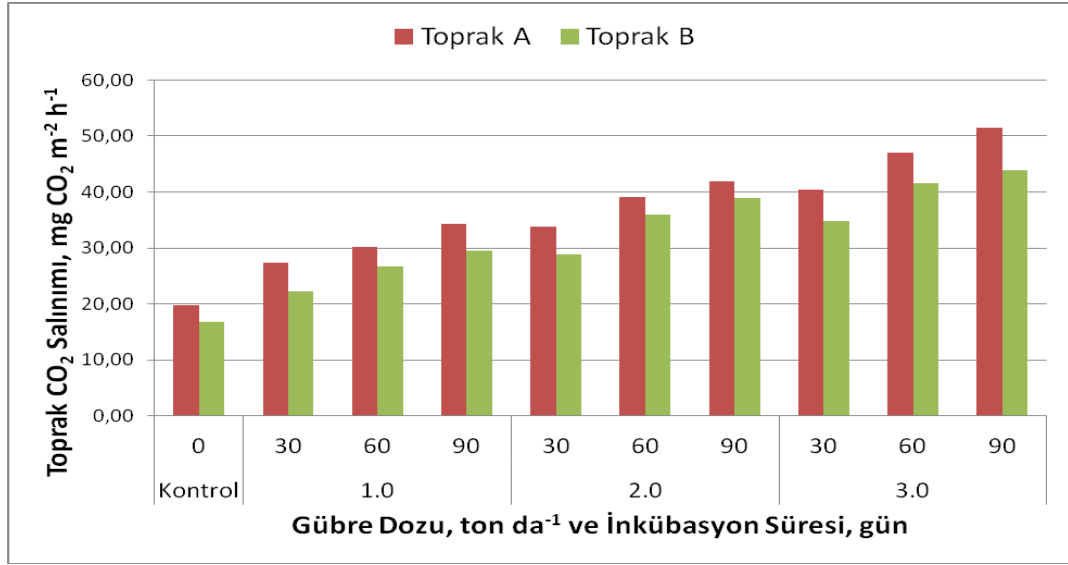
**Çizelge 4.7.** Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların CO<sub>2</sub> salınım miktarı üzerine etkileri ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gübre Mik, ton/da	Toprak CO <sub>2</sub> solunumu, mg CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup>			
		Toprak A	Toprak B	Ortalama
<b>Kontrol</b>	0	19.82	16.80	
<b>1.0</b>	30	27.33	22.21	<b>24.77 c</b>
	60	30.23	26.64	<b>28.43 b</b>
	90	34.33	29.56	<b>31.95 a</b>
<b>Ortalama</b>		<b>30.63 c</b>	<b>26.14 c</b>	
<b>2.0</b>	30	33.77	28.86	<b>31.31 c</b>
	60	39.15	35.91	<b>37.53 b</b>
	90	41.97	38.97	<b>40.47 a</b>
<b>Ortalama</b>		<b>38.30 b</b>	<b>34.58 b</b>	
<b>3.0</b>	30	40.33	34.72	<b>37.53 c</b>
	60	47.01	41.62	<b>44.32 b</b>
	90	51.51	43.95	<b>47.73 a</b>
<b>Ortalama</b>		<b>46.28 a</b>	<b>40.10 a</b>	
<b>Ort.</b>		<b>38.40 A</b>	<b>33.60 B</b>	

Aynı satırda ve aynı sütünde farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak ( $p < 0.05$ ) birbirinden farklı bulunmuştur.

Çizelge 4.7.'ye göre farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının farklı inkübasyon sürelerinde farklı toprakların CO<sub>2</sub> salınım miktarı üzerine etkileri Duncan çoklu karşılaştırma testine göre  $p < 0.05$  seviyesinde önemli bulunmuştur. Toprakların CO<sub>2</sub> salınım miktarı solucan gübresinin cinsine, gübre dozunun ( $V_0$ ,  $V_{1,0}$ ,  $V_{2,0}$ , ve  $V_{3,0}$ ) ve inkübasyon süresinin (30, 60 ve 90 gün) artışına bağlı olarak artış göstermiştir.

Kontrole göre en düşük toprak CO<sub>2</sub> salınım miktarı solucan gübresinin  $V_{1,0}$  dozu uygulamasının 5 günlük inkübasyonundan ve kireç içeriği yüksek B toprağından (22.21 mg CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>) elde edilmiştir, En yüksek toprak CO<sub>2</sub> salınım miktarı içeriği solucan gübresinin  $V_{3,0}$  dozu uygulamasının 90 günlük inkübasyonundan ve kireç içeriği düşük A toprağından (57.51 mg CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. Solucan gübre uygulaması kontrole göre daha yüksek miktarda topraklarda CO<sub>2</sub> salınımına sebep olmuştur (Çizelge 4.7; Şekil 4.5).



**Şekil 4.5.** Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübresi uygulamasının toprakların CO<sub>2</sub> salınım miktarı üzerine etkisi.

Deneme topraklarında solucan gübresi uygulamasına bağlı olarak topraklardan CO<sub>2</sub> salınımının artış gösterdiği gözlenmiştir. Yapılan çalışmalarda da iyi havalandırılan topraklarda nitrifikasyon bakterileri, azot fiske eden bakteriler, kükürt bakterileri, mantarlar, aktinomisetler ve diğer organik maddeyi oksitleyen mikroorganizmalar çoğalma gösterdikleri belirlenmiştir. Mikrobiyal populasyon toprağın yüzey tabakalarında en fazla olup, profil derinliğine bağlı olarak azalma göstermektedir. Mikroorganizmalar genellikle bitki kök bölgesini tercih ederler. Kök bölgesinde mikroorganizma yoğunluğuna bağlı olarak CO<sub>2</sub> miktarının da yüksek değer gösterdiği (Çolak, 1995; Kızıloğlu, 1995) ifade edilmektedir.

## 5. SONUÇLAR

Farklı dozlarda ve farklı inkübasyon sürelerinde solucan gübre uygulamalarının farklı inkübasyon sürelerinde ve farklı kireç içeriğine sahip toprakların toplam N içerikleri ve elverişli  $P_2O_5$  içerikleri üzerine etkileri  $p<0.05$  seviyesinde önemli bulunmuştur. Toprakların toplam N ve elverişli  $P_2O_5$  içerikleri solucan gübresinin dozunun artışına ve inkübasyon süresinin artışına bağlı olarak artış göstermiştir. Farklı kireç içeriklerine sahip topraklardan kireç miktarı düşük olan toprakta toplam N ve elverişli  $P_2O_5$  içeriği daha yüksek değer göstermiştir. Kontrole göre en düşük toprak toplam N ve elverişli  $P_2O_5$  içeriği solucan gübresinin  $V_{1,0}$  dozu uygulamasının 5 günlük inkübasyonundan, en yüksek  $V_{3,0}$  dozu uygulamasının 60 günlük inkübasyonundan elde edilmiştir.

Toprakların bakteri, mantar popülasyonu ve  $CO_2$  salınım miktarı solucan gübresinin dozunun artışına ve inkübasyon süresinin artışına bağlı olarak artış göstermiştir. Kireç miktarı düşük olan toprakta bakteri, mantar popülasyonu ve  $CO_2$  salınım miktarı daha yüksek değer göstermiştir. Kontrole göre en düşük toprak bakteri, mantar popülasyonu ve  $CO_2$  salınım miktarı solucan gübresinin  $V_{1,0}$  dozu uygulamasının 5 günlük inkübasyonundan, en yüksek  $V_{3,0}$  dozu uygulamasının 90 günlük inkübasyonundan elde edilmiştir.

Toprakların üreaz, asit ve alkalın fosfotaz enzim aktivitesi solucan gübresinin dozunun artışına ve inkübasyon süresinin artışına bağlı olarak artış göstermiştir. Kireç miktarı düşük olan toprakta üreaz, asit ve alkalın fosfotaz enzim aktivitesi daha yüksek değer göstermiştir. Kontrole göre en düşük toprak üreaz, asit ve alkalın fosfotaz enzim aktivitesi solucan gübresinin  $V_{1,0}$  dozu uygulamasının 5 günlük inkübasyonundan, en yüksek  $V_{3,0}$  dozu uygulamasının 90 günlük inkübasyonundan elde edilmiştir.

Bu sonuçlara göre tarımsal faaliyetlerde bitkisel üretiminde kaliteli ve yüksek verim elde etmek için doğal gübre olan solucan gübresinin kullanılması tavsiye edilebilir. Solucan gübresinin farklı kültür bitkilerinin yetiştirilmesini kapsayan çalışmalarda kullanılması ile ülkemiz tarımsal üretiminde toprakta organik madde miktarının arttırılmasına yönelik alternatif metod olacağı düşünülmektedir.

## Öneriler

Yapılan bu çalışma sonuçlarına göre;

Denememin yapıldığı bölge toprakları için bitkisel üretimde gübre kullanımına ilişkin öneriler şöyle özetlenebilir,

Topraklara daha fazla besin elementi sağlanması ve mikrobiyal aktiviteyi artırması sebebi ile bitkisel üretimde daha fazla verim alınması açısından solucan gübresinin kimyasal gübrelemeye alternatif olarak eşdeğer gübre kabul edilmesi ve kullanımının yaygınlaştırılması,

Solucan gübresinin özellikle fazla kireç içermeyen topraklarda kullanımının bitkisel üretimde ve verimde daha fazla artış sağlayacağı,

Solucan gübrelemesi ile topraklarda mikrobiyal popülasyonun artırılması ve bu bağlı toprakların biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerinin iyileşmesine ve verimliliğin artmasına katkıda bulunacağı,

Solucan gübresinin farklı toprak özelliklerinde ve farklı bitki deseninde denenmesi çalışmalarının yaygınlaştırılması,

Solucan gübresinin besin element içeriğinin ve gübre etkinliğinin yüksek olması sebebi ile kimyasal gübrelemeye alternatif gübre olabileceği ve yaygınlaştırılması sonucu ekonomik açıdan bitkisel üretime daha fazla katkı sağlayacağı sonucunu ortaya koymuştur.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar genel olarak vermikompostun çiftlik gübresine alternatif bir gübre olduğu sonucunu vermiştir. Vermikompostun tarımsal üretimde önemli faydalar sağlayabileceği sonucuna varılmıştır.



## KAYNAKLAR

- Aira, M., Lazcano, C., Dominguez, J., 2007. Earthworms trigger enzymatic activities through the increase of microbial biomass and activity during vermicomposting of pig slurry, compost and digestate: sustainability, benefits, impacts for the environment and for plant production. Proceedings of the international congress, CODIS pp: 285-288.
- Aira, M., Monroy, F., Dominguez, J., 2006. Microbial biomass governs enzyme activity decay during aging of worm-worked substrates through vermicomposting, *J Environ Qual*, 36: 448-452.
- Alam, M.N., Jahan, M.S., Ali, M.K., Ashraf, M.A., Islam, M.K. 2007. Effect of vermicompost and chemical fertilizers on growth, yield and yield components of potato in barind soils of Bangladesh. *J. Appl. Sci. Res.*, 3 (12): 1879-1888.
- Ali, M., Griffiths, A.J., Williams, K.P., Jones, D.L., 2007. Evaluating the growth characteristics of lettuce in vermicompost and green waste compost. *European Journal of Soil Biology*, 43: S316-S319.
- Anderson, J.P.E., 1982. Soil Respiration, Soil Sampling and Methods of Analysis, Chapter 2, Chemical and Microbiological Properties, Am, Soc, Agron, Madison, Wisconsin USA, pp: 838-845,
- Anonim., 2017. Niğde İli 2016 Yılı Çevre Durum Raporu. Çed ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü, T.C. Niğde Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- Anonim., 2009. “Niğde İli İklim Verileri”, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim., 2011. Niğde İl Çevre Durum Raporu. Çed ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü, T.C. Niğde Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- Anonim., 2013. “Niğde İli İklim Verileri”, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonymous., 1992. “Vermigro” premium earthworm soil product. sold by canyon recycling, San Diego, Ca. worm watch, Education Department of South Australia.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D., Lee, S., Welch, C., 2003. Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. *Pedobiologia*, 47: 731-735.
- Atiyeh, R.M., Dominguez, J., Subler, S., Edwards, C.A., 2000. Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia andrei*, *Bouchei*) and the effects on seedling growth. *Pedobiologia*, 44: 709–724.
- Aydın, A., Sezen, Y., 1995. Toprak kimyası laboratuvar kitabı, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No:174, Erzurum,

- Azarmi, R., Giglou, M.T., Taleshmikail, R.D., 2008. Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field. *Afr. J. Biotechnol.*, 7 (14): 2397-2401.
- Barley, K.P., 1961. Plant nutrition levels of vermicast. *Advances in Agronomy*. 13: 251.
- Buchanan, M.A., Russell, E., Block, S.D., 1988. Chemical characterization and nitrogen earthworms in environmental and waste management In C.A.Edwards and E.F. Neuhauser (Eds.), *SPB Acad. Publ.*, the Netherlands, 231-239.
- Butt, K.R., 1993. Utilization of solid paper mill sludge and spent brewery yeast as a feed for soil-dwelling earthworms. *Biosource Technology*, 44: 105-107.
- Çolak, A.K., 1995. Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası, Çukurova Üni, Ziraat Fak, Ders Kitabı, No: 98, Adana,
- Demiralay, İ., 1993. Toprak fiziksel analizleri, Atatürk Üniv, Ziraat Fak, Yay, No:143, Erzurum,
- Dickerson, G.W., 2004. Vermicomposting. Cooperative Extension Service. College of Agriculture and Home Economics. New Mexico State University. Available at [http://www.cahe.nmsu.edu/Pubs/h/h\\_164.pdf](http://www.cahe.nmsu.edu/Pubs/h/h_164.pdf)
- Dominguez, J., Parmelee, R.W., Edwards, C.A., 2003. Interactions between *Eisenia andrei* (Oligochaeta) and nematode populations in cattle manure and biosolids. *Pedobiologia*, 47: 53-60.
- Doube, B.M., Brown, G.G., 1998. Life in a complex community: functional interactions between earthworms, organic matter, microorganisms, and plants. In *Earthworm Ecology*. Ed. Clive Edwards, St Lucie Press, 179-211.
- Edwards, C.A., 1988. Breakdown of animal, vegetable and industrial organic wastes by earthworms. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 24: 21-31.
- Edwards, C.A., 1995. Commercial and environmental potential of vermicomposting: A historical overview. *BioCycle*, June, 62-63.
- Edwards, C.A., Bohlen, P.J., 1996. *Biology and ecology of earthworms*. 3rd. Ed. Chapman and Hall, New York.
- Eliçalışkan, M., 2014. Niğde İklim ve Bitki Örtüsü. *Coğrafya Dünyası*, 2007-2014. <http://www.cografya.gen.tr/tr/nigde/iklim.html>
- Ferreras, L, Gomez, E., Toresani, S., Firpo, I., Rotondo, R., 2006. Effect of Organic Amendments on Some Physical, Chemical and Biological Properties in A Horticultural Soil. *Bioresource Technology* 97, 635-640.
- Gark, V.K., Gupta, R., Kaushik, P., 2009. Vermicomposting of solid textile mill sludge spiked with cow dung and horse dung: a pilot-scale study. *International Journal of Environment and Pollution*, 38-4: 385-396.
- Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. *Methods of Soil Analysis Part 1, Physical and Mineralogical Methods*, Second Edition, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America-Madison, Wisconsin, USA, p: 383-409,

- Germida, J.J., 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis, Chapter 27 Cultural Methods for Soil Microorganisms, Edited by Martin R, Carter, Canadian Society of Soil Science, Levis Publishers, USA, p:263-275,
- Goh, T.B., Arnaud, R.J.St., Mermut, R., 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis, Chapter 20 Carbonates, Edited by Martin R, Carter, Canadian Society of Soil Science, Levis Publishers, USA, p:177-185,
- Gutierrez-Miceli, F.A., Santiago-Borraz, J., Molina, J.A.M., Nafate, C.C., Abud-Archila, M., Ilaven, M.A.O., Rincon-Rosales, R., Dendooven, L., 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*). *Bioresource Technology*, 98: 2781-2786.
- Handershot, W.H., Lalande, H., Duquette, M., 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis, Chapter 16 Soil Reaction and Exchangeable Acidity, Edited by Martin R, Carter, Canadian Society of Soil Science, Levis Publishers, USA, p:141-145,
- Jakse, M., Mihelic, R., 1999. The influence of organic and mineral fertilisation on vegetable growth and N availability in soil. Preliminary results. *Acta Hort.* 506:69-75
- Jat, R.S., Ahlawat, I.P.S., 2006. Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpeafodder maize. *Journal of Sustainable Agriculture*, 28 (1): 41-54.
- Kadalli, G.G., Devi, L.S., Siddaramappa, R., John, E., 2000. Characterization of humic fractions extracted from coirdust-based composts. *Ind. Soc. Soil Sci.*, 48: 51-55.
- Kale, D.R., 1996. Earthworms. The significant contributors to organic farming and sustainable agriculture. Proceedings of the National Seminar on Organic Farming and Sustainable Agriculture, UAS, Bangalore, India, 9-11 October, 1996, pp. 5-57.
- Kale, R.D., Bano, K., 1986. Field trials with vermicompost (vee comp. E. 8.bUAS) on organic fertilizers. In: Proceedings of the national seminar on organic waste utilization (Eds.: M.C. Dass, B.K. Senapati and P.C. Mishra).bVermicompost, part b, verms and vermicomposts. Sri Artatrana Pont Burla, pp. 151-157.
- Kale, R.D., Bano, K., Sreenivasa, M.N., Vinayak, K., Bagyaraj, D.J., 1987. In: Incidence of cellulolytic and lignolytic organisms in the earthworm worked soils (Eds.: G.K. Veeresh, D. Rajagopal and C.A. Viraktamath). *Pro. Ml. Zoo. Collg. Bangalore.* pp. 659-665.
- Kannan, P., Saravanan, A., Krishnakumar, S., Natarajan, S.K., 2005. Biological properties of soil as influenced by different organic manures. *Res. J. Agric. & Biol. Sci.*, 1 (2): 181-183.
- Kızılkaya, R., 2008. Dehydrogenase activity in *Lumbricus terrestris* casts and surrounding soil affected by addition of different organic wastes and Zn. *Bioresource Technology*, 99: 946-953.
- Kızıloğlu, F.T., 1995. Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası, Ata. Üni. Zir. Fak. Yay. No:180. Erzurum,

- Kızıloğlu, F.T., Bilen, S., 1997. Toprak Mikrobiyolojisi Laboratuvar Uygulamaları, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak, Yayınları No:193, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak, Ofset Tesisi, Erzurum,
- Knudsen, D., Peterson, G.A., Pratt, P.F., 1982. Lithium, sodium and potassium, Methods of Soil Analysis Part 2, Chemical and Microbiological Properties Second Edition, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America-Madison, Wisconsin, USA, 225-245.
- Lazcano, C., Brandon-Gomez, M., Dominguez, J., 2008. Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. *Chemosphere*, 72: 1013–1019.
- Logsdon, G., 1994. Worldwide progress in vermicomposting. *Biocycle*, October, 63.
- Maboeta, M.S., Rensburg, L.V., 2003. Vermicomposting of industrially produced wood chips and sewage sludge utilizing *Eisenia foetida*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 56: 265-270.
- Manivannan, S., Ramamoorthy, P., Parthasarathi K., Ranganathan, L.S., 2004. Effect of sugar industrial waster on the growth and reproduction of earthworms. *Ind. J. Exp. Zool.*, 7: 29-37.
- Mc Gill, W.B., Figueiredo, C.T., 1993. Total nitrogen, Chapter 22, Soil Sampling and Methods of Analysis, Edited by: Martin R, Carter, Canadian Society of Soil Sci, Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, 201-211,
- Mertens, D., 2005. Metal in Plants and Pet Foods, Official Methods of Analysis, 18th edn, Horwitz, W., and G.W, Latimer, (Eds), Chapter 3, pp 3-4, AOAC-International Suite 500, 481, North Frederick Avenue, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA
- Nethra, N.N., Jayaprasad, K.V., Kale, R.D., 1999. China aster [*Callistephus chinensis* (L)] cultivation using vermicompost as organic amendment. *Crop Research*, Hisar 17(2): 209–215.
- Neuhauser, E.F., Loehr, R.C., Malecki, M.R., 1988. The Potential of earthworms for managing sewage sludge. In earthworms and Waste Management. C.A. Edwards and E.F. Neuhauser (ed.) SPB Academic Publishing, The Netherlands, 9-20.
- Olsen, S.R., Sommers, L.E., 1982. Phosphorus, Methods of Soil Analysis Part 2, Chemical and Microbiological Properties, Second Edition, American Society of Agronomy, Soil Sci, Society of Amerika-Madison, Wisconsin, USA, 403-427,
- Parkin, T., Beryy, E., 1994. Nitrogen transformations associated with earthworm casts. *Soil Biol Biochem.*, 26: 1233-1238.
- Parthasarathi, K., 2007. Aging of pressmud vermicasts of *lampito mauritii* (Kinberg) and *eudrilus eugeniae* (Kinberg) reduction in microbial population and activity. *J. Environ. Biol.*, 27: 221-224.
- Parthasarathi, K., Ranganathan, L.S., 2000. Aging effect on enzyme activities in pressmud vermicasts of *Lampito mauritii* (Kinberg) and *Eudrilus eugeniae* (Kinberg). *Biol. Fertil. Soils*, 30: 347–350.

- Pramanik, P., Ghosh, G.K., Ghosal, P.K., Banik, P., 2006. Changes in organic –C, N, P and K and enzyme activities in vermicompost of biodegradable organic wastes under liming and microbial inoculants. *Bioresource Technology*, 98: 2485–2494.
- Ranganathan, L.S., Parthasarathi, K., 2005. Humification of cane sugar mill waster by *eudrilus eugeniae* (Kinberg). *J. Ann. Uni.*, 41: 1-8.
- Rangarajan, A., Leonard, B., Jack, A., 2008. Cabbage transplant production using organic media on farm. In: *Proceedings of National Seminar on Sustainable Environment*. N. Sukumaran (Ed). Bharathiar University, Coimbatore, pp. 45-53.
- Rhoades, J.D., 1982, *Methods of Soil Analysis Part 2, Chemical and Microbiological Properties*, Second Edition, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America-Madison, Wisconsin, USA, p: 149-157,
- Romero, E., Fernandez-Bayo, J., Diaz, J.M.C., Nogales, R., 2010. Enzyme activities and diuron persistence in soil amended with vermicompost derived from spent grape marc and treated with urea. *Applied Soil Ecology*, 44: 198-204.
- Sağlam, T., 1994. Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri, Trakya Üni, Tekirdağ Ziraat Fak, Yay., No:189,
- Saha, S., Mina, B.L., Gopinath, K.A., Kundu, S., Gupta, H.S., 2008. Relative changes in phosphatase activities as influenced by source and application rate of organic composts in field crops. *Bioresource Technology*, 99: 1750-1757.
- Sebastian, S.P., Udayasoorian, C., Jayabalakrishnan, R.M., Parameswari, E., 2009. Improving Soil Microbial Biomass and Enzyme Activities by Amendments under Poor Quality Irrigation Water. *World Appl. Sci. J.*, 7(7): 885-890.
- Sharpley, A.N., Syers, J.K., 1976. Potential role of earthworm casts for the phosphorous enrichment of run off waters. *Soil Biol. Biochem.*, 8: 341-346.
- Tabatabai, M.A., 1982. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, Chapter 43 Soil Enzymes, Second Edition, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America-Madison, Wisconsin, USA, p:903-947.
- Tavali, İ.E., 2011. Farklı dozlarda uygulanan vermikompostun toprağın enzim aktivitesi ve bakteriyel varlığı üzerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- Tiessen, H., Moir, J.O., 1993. Total organic carbon, Chapter 21. *Soil Sampling and Methods of Analysis*, Edited by: Martin R, Carter, Canadian Soc, of Soil Science, Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, 187-199.
- Truu, M., Truu, J., Ivask, M., 2008. Soil microbiological and biochemical properties for assessing the effect of agricultural management practices in Estonian cultivated soils. *European Journal of Soil Biology*. 44: 231-237.
- Ülgen, N., Yurtsever, N., 1995. Türkiye gübre ve gübreleme rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yay., Genel Yayın No:209. Teknik Yayınlar No:209. Teknik Yayınlar No:T.66. Ankara.

- Ünal, H., Başkaya, H.S., 1981. Toprak kimyası. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 759, Ankara 270 s.
- Wang, C., Sun, Z.J., Zheng D., 2006. Research advance in antibacterial immunity ecology of earthworm. *The Journal of Applied Ecology*. 17(3), 525.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik metotlar. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 121. Teknik Yayın No: 56, Ankara.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1994 yılında Niğde ili Bor ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Niğde’de tamamladıktan sonra, 2011 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü’nde lisans öğrenimine başladı. Aynı bölümden 2015 yılında mezun oldu. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Besleme ve Toprak Ana Bilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı.

2016 yılından itibaren Bor Ziraat Odasında Tarım Danışmanı olarak görev yapmaktadır.