



YÜKSEK LİSANS TEZİ

VERMİKOMPOST UYGULAMALARININ SOYA BİTKİSİNİN
GELİŞİMİNE VE FOSFOR ALIMI ÜZERİNE ETKİLERİ

EMİNE TEKE ŞENER

TOKAT
2021

Her hakkı saklıdır

ONAY

Prof. Dr. Mehmet GMES
Lisansiiistii Egitim Enstitiisii
---/---/20--

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdığı yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

EMİNE TEKE ŞENER

30 Kasım 2021

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

VERMİKOMPOST UYGULAMALARININ SOYA BİTKİSİNİN GELİŞİMİNE VE FOSFOR ALIMI ÜZERİNE ETKİLERİ EMİNE TEKE ŞENER

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI:DOÇ. DR. SEZER ŞAHİN)

Özet: Vermikompost, her türlü organik atığın faydalı bir gübre ve etkili bir toprak düzenleyicisine dönüştürüldüğü organik materyaldir. Uzun yıllardır yoğun şekilde kullanılan kimyasal maddeler toprak verimliliğini ve mikrobiyal aktiviteleri olumsuz yönde etkilemektedir. Vermikompost ürünleri toprağa bitki besin maddeleri, çeşitli hormonlar, enzimler, humik maddeler ve özellikle organik madde sağlar. Bu çalışma kireçli topraklarda vermikompost ve fosfor dozlarının soya bitkisinin gelişimi üzerine etkilerini gözlemlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 4 doz vermikompost (kontrol, %2, 4 ve 8) ve her bir vermikompost dozu ile 3 doz fosfor (0, 50 ve 100 ppm) uygulaması değerlendirilmiştir. Böylece tüm fosfor bloklarında 4 doz vermikompost uygulanmıştır. Denemede yer alan tüm bitkiler için optimum düzeyde azot ve potasyum (100 ppm N ve 100 ppm K) uygulanmıştır. Toplam biomas, yaprak yaş ve kuru ağırlıkları, bakla ağırlığı, bitki boyu ve azot kompozisyonu ölçülmüştür. Sonuçlar tüm parametreler üzerinde %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Fosfor ortalamasında kontrol bitkilerinde sap + yaprak yaş ve kuru ağırlıkları sırasıyla 25.69 ve 5.07 gr/bitki olarak tespit edilirken fosforun 100 ppm uygulamasında saksılarda 44.34 ve 8.85 gr/bitki olarak ölçülmüştür. Vermikompost ve fosfor uygulamaları ile topraktaki alınan fosfor ve azot miktarları da önemli ölçüde artış göstermiştir. En yüksek yaprak P konsantrasyonu V3P2 uygulamasında %046 olarak ölçülürken en yüksek yaprak N konsantrasyonu V3P2 uygulamasında %2.56 olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak, çalışmada kireçli toprakta vermikompost uygulamasının artan dozları fosfor alımının artmasını sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Vermikompost, bitki gelişimi, fosfor alımı, mikrobiyal aktivite, soya

2021, 40 sayfa

ABSTRACT

MASTER THESIS

EFFECTS OF VERMICOMPOST APPLICATIONS ON GROWTH AND PHOSPHORUS UPTAKE OF SOYBEAN PLANTS

**TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES**

DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION

(SUPERVISOR:.) ASSOC. PROF. DR. SEZER ŞAHİN

Abstract: Vermicompost is organic material from which any organic waste is converted into a useful fertilizer and effective soil conditioner. Chemical substances that have been used intensively for many years have adversely affected soil fertility and microbial activity. Vermicompost products confer plant nutrient elements, various hormones, enzymes, humic substances and especially organic matter to the soil. This study aimed to study the effects of vermicompost application and phosphorus fertilizer rates on soybean in limy soil conditions. The affect of vermicompost applications was evaluated with four doses of vermicompost (control, 2, 4 and 8%) in three doses of phosphorus applications. So, 0, 50 ppm and 100 ppm phosphorus blocks had all four doses of vermicompost. Optimum level (100 ppm N and 100 ppm K) of N and K fertilisers were applied to all plants tested. Total plant biomass, leaf wet and dry weights, bean weights, plant height and nitrogen compositions of leaf and bean were measured. The results were detected significant at 1 % on all parameters. As control plants' leaf + scape wet and dry weights were measured 25.69 and 5.07 g respectively, they were measured 44.34 and 8.85 g at plants used vermicompost and phosphorus together. With vermicompost and phosphorus applications, the phosphorus and nitrogen uptakes increased too. While the highest leaf P concentration was measured as 0.46% in V3P2 application, the highest leaf N concentration was determined as 2.56% in V3P2 application. As a result, we observed increased P uptake levels with increased doses of vermicompost application in limysoils in the our study.

Keywords: Vermicompost, plant growth, phosphorus uptake, mikrobial activity, soybean

2021, 40 paper

ÖNSÖZ

Araştırma konusunu belirleme, tezin yürütülmesi ve tamamlanmasına kadar her aşamada yardım ve desteğini esirgemeyen ailem ve danışmanım Doç. Dr. Sezer ŞAHİN olmak üzere bu tezde emeği geçen herkese teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

EMİNE TEKE ŞENER

2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGE VE KISALTMALAR	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ/KURAMSAL TEMELLER/GENEL BİLGİLER.....	8
2.2.Vermikompostun Bitki Gelişimi ile İlgili Literatürler	8
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	13
3.1. MATERYAL	13
3.1.1. Denemenin Yeri ve Yılı	13
3.1.2. Denemede Kullanılan Soya Çeşidi	13
3.1.3. Denemede Kullanılan Toprağın ve Vermikompostun Bazı Özellikleri	13
3.2. YÖNTEM	14
3.2.1. Denemenin Kurulması	14
3.2.2. Deneme Planı... ..	14
3.2.3. Bitki Analizleri	15
3.2.4. Deneme Kurulmadan Önce Deneme Toprağında Yapılan Analizler.....	15
3.2.5. Deneme Sonrası Toprakta Bakteri Sayımı	18
3.2.6. Verilerin Değerlendirilmesi	19
4. BULGULAR.....	20
4.1. Vermikompost ve Fosfor Uygulamalarının Soya Bitkisinin Kök Yaş ve Kök Kuru Ağırlığı Üzerine Etkisi	20
4.2. Vermikompost ve Fosfor Uygulamalarının Soya Bitkisinin Toprak Üstü Aksamının Yaş ve Kuru Ağırlığı Üzerine Etkisi	23
4.3. Vermikompost ve Fosfor Uygulamalarının Soya Bitkisinin Bitki Boyu Üzerine Etkisi	27
4.4. Vermikompost ve Fosfor Uygulamalarının Soya Bitkisinin Yaprakların Azot, Fosfor ve Potasyum Konsantrasyonu Üzerine Etkisi	28
4.5. Vermikompost ve Fosfor Uygulamalarının Soya Bitkisinin Yaprakların Yaprak Spad Düzeyine Etkileri	31
4.6. Vermikompost ve Fosfor Uygulamalarının Topraktaki Bakteri Sayısı Üzerine Etkileri	31
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	33
6. KAYNAKLAR	37
7. ÖZGEÇMİŞ.....	40

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Amonyum Molibdat Tetrahidrat
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat derece
B	Bor
Cl	Klor
cm^3	Santimetre küp
CO_2	Karbondioksit
Cu	Bakır
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Bakır Sülfat Heptahidrat
Fe	Demir
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Demir Sülfat Heptahidrat
g	Gram
gl^{-1}	Gigolitre
H_2O_2	Perklorik Asit
H_2SO_4	Sülfirik Asit
H_3BO_3	Borik Asit
Ha	Hektar
HCl	Hidroklorik Asit
HNO_3	Nitrik Asit
K	Potasyum
K_2SO_4	Potasyum Sülfat
kg	Kilogram
l	Litre
m	Metre

m²

Mg

mg

MgNO₃

mmhos

Mn

MnSO₄.H₂O

Mo

mol

N

Na

NaOH

NH₄NO₃

NO₃⁻

P

S

Zn

μmol

μS

Kısaltmalar

EC

LF

SÇKM

SPAD

Metrekare

Magnezyum

Miligram

Magnezyum Nitrat

Milimos

Mangan

Magnezyum Sülfat

Molibden

Molekül

Azot

Sodyum

Sodyum Hidroksit

Amonyum Nitrat

Nitrat

Fosfor

Kükürt

Çinko

Mikromol

Mikrosiemens

Açıklama

Elektiriki İletkenlik

Sıvı Gübre

Suda Çözünebilir Kuru Madde

Klorofil Miktarı

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Sekiller</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Kapalı havuz sistemi ile üretim yapılan vermikompost üretim alanı.....	3
Şekil 1.2. Doğrudan yerde üretim yapılan vermikompost üretim alanı.....	3
Şekil 1.3. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi tarafından yayınlanan vermikompost kimyasal analiz raporu	5
Şekil 1.4. Akredite Ziraat ve Veterinerlik Fakültesi Gıda Kontrol Laboratuvarı tarafından yayınlanan vermikompost kimyasal analiz raporu	5
Şekil 2.1. Lumbricus rubellis türü toprak solucanı	8
Şekil 2.2. Eisenia foetida türü toprak solucanı	8
Şekil 3.1. Hasat öncesi soyabitsinin görünümü	15
Şekil 3.2. Toprağa %8 vermikompost uygulanmış saksı toprağı.....	16
Şekil 3.3. Spad-502 metre.....	17
Şekil 4.1. Uygulamaların kök gelişimi üzerine etkileri	22
Şekil 4.2. Uygulamaların kök gelişimi üzerine etkileri	22
Şekil 4.3. Uygulamaların kök gelişimi üzerine etkileri	23
Şekil 4.4. Uygulamaların soya bitkisinin toprak üstü aksamına etkisi	25
Şekil 4.5. Uygulamaların soya bitkisinin toprak üstü aksamına etkisi	26
Şekil 4.6. Uygulamaların soya bitkisinin toprak üstü aksamına etkisi	26
Şekil 4.7. Uygulamaların soya bitkisinin boyu üzerine etkisi.....	27

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelgeler</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	13
Çizelge 3.2. Vermikompostun fiziksel ve kimyasal özellikleri... ..	14
Çizelge 3.3. Örnek deneme planı... ..	16
Çizelge 4.1. Uygulamaların soya bitkisinin kök yaş ağırlıkları üzerine etkisi (gr/bitki).....	20
Çizelge 4.2. Uygulamaların soya bitkisinin kök kuru ağırlıkları üzerine etkisi.....	21
Çizelge 4.3. Uygulamaların soya bitkisinin toprak üstü aksamının yaş ağırlıkları üzerine etkisi (gr/bitki).....	24
Çizelge 4.4. Uygulamaların soya bitkisinin toprak üstü aksamının kuru ağırlıkları üzerine etkisi (gr/bitki).....	25
Çizelge 4.5. Uygulamaların soya bitkisinin boyu üzerine etkisi (cm)... ..	27
Çizelge 4.6. Uygulamaların soya bitkisinin yapraklarındaki N içeriğine etkileri (%)	29
Çizelge 4.7. Uygulamaların soya bitkisinin yapraklarındaki P konsantasyonu üzerine etkileri (%)... ..	29
Çizelge 4.8. Uygulamaların soya bitkisinin yapraklarındaki K konsantrasyonu üzerine etkileri (%)... ..	30
Çizelge 4.9. Uygulamaların soya bitkisinin yaprakların Spad miktarı üzerine etkisi... ..	31
Çizelge 4.10. Uygulamaların topraktaki bakteri sayısı üzerine etkileri... ..	32

1. GİRİŞ

Toprak içerisinde birçok minerallerin, organik materyallerin su ve hava bileşenlerin olduğu bir yapıdır. Toprak bitki kökleri için durak yeri olan, köklere mineral besin elementi sağlayan su ve hava bileşenleri ihtiyacını sağlamaktadır. Toprakların verimlilik güçleri üzerinde yetiştirilecek olan bitkinin de gelişim ve verim gücünü etkilemektedir. Toprakta mineral maddelerin yeterli miktarda bulunması bitkisel üretimde maksimum verim almak için yeterli olmayabilir. Bu minerallerin bitkiler tarafından alınması için toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısında yeterli olması gerekmektedir. Günümüz bitki beslemenin en önemli yapıtaşını Alman kimyacı Justun Von Liebig tarafından ortaya koyulmuştur. Liebig, bitkinin gelişimi için temel olarak 10 besin elementine (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Si) ihtiyaç duyulduğunu savunmuştur (Karaman, 2012). Bitki gelişimi için mutlak gerekli olan 16 temel besin elementi organik maddenin yapısına katılanlar (C, H, O), makro besin elementleri (N, P, K, Ca, Mg, S) ve mikro besin elementleri (Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, B, Cl) olarak sınıflandırılmıştır (Bergmann, 1992).

Bitkilerin gelişimlerinde her besin elementinin bitkideki fonksiyonları farklı olduğu için bir mineralin eksikliği bitkinin gelişiminde noksanlığa neden olmaktadır. Sayılan makro elementler bitkinin kuru maddesinde C, H ve O'den sonra en fazla bulunan minerallerdir. Azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum bitkide fazla bulunmakta ve görevleri bakımında hayati öneme sahiptir. Bunların içerisinde fosfor özellikle bitkilerin çimlenmeden tiki çiçek gelişimine kadar bitkinin ilk gelişim döneminde fazla aldığı bir besin elementidir. Bitkide enerji üretimi için karbonhidratların parçalanmasında, hücre bölünmesinden kalıtım karakterlerinin iletişimine, kök gelişimini yönlendirmeye, olgunlaşmanın hızlandırılmasına, tohum üretiminin artışına, meyve verimine kadar pek çok önemli faaliyetlerin gerçekleşmesine yardımcı olmaktadır (Kacar ve Katkat, 2009).

Bitkilerin topraktan fosforu kullanmasını kısıtlayıcı etmenlerden biri topraktaki kireç miktarıdır. Dünya genelinde kireçli toprakların 600 milyon hektar olduğu tahmin edilmektedir (Leytem ve Mikkelsen, 2005). Kireçli topraklarda kalsiyumun fosforu tutarak çökelti oluşturması sonu bitkiler fosforu kullanamaz ve fosfor noksanlığı çekmektedir (Bai ve ark., 2013). Tarımsal arazilerde fosforun gerek kalsiyumca tutulması

ve gereksede demir, alüminyum gibi minerallerce tutulması en yaygın kısıtlayıcı etmenlerdir. Bu gibi topraklarda fosfor yarayışlılığını artırmanın yolu organik gübrelerin toprağa karıştırılması, mikoriza uygulamaları ve toprak nem rejimin yeterli miktarda uygulanmasıdır. Toprak organik maddesi özellikle kireç içeriği yüksek olan toprakların yapısını (kimyasal, fiziksel ve biyolojik) düzelterek toprakların verim kapasitesini artırmaktadır (Nardi ve ark., 2002). Toprak organik maddesini artırmanın temel yolu toprağa kompost, yeşil gübreleme, humik asit ve mineral madde miktarı yüksek hemde mikroorganizma özelliği yüksek olan vermikompost uygulamaları yapmaktır.

Toprağa uygulanan organik gübreler topraktaki organik madde miktarını artırarak toprağın katyon değişim kapasitesini artırmakta, toprağın su tutma kapasitesini arttırmakta, toprağın tampon özelliğini yükseltmekte, havalanma ve toprak mikroorganizma sayısını artırarak fosforun çözünürlüğünü artırmaktadır. Toprak içersindeki mikrobiyal faaliyetin olması organik maddenin parçalanmasını artırmakta ve ortaya karbondioksit ortaya çıkartmaktadır. Toprak içinde bulunan suyun karbondioksitle birleşmesi sonucu karbonik asit oluşmaktadır. Oluşan karbonik asit alkalın-kireçli topraklardaki yarayışsız halde bulunan fosfat bileşiklerini kolay çözünebilir humat ve fosfat anyonlarına dönüştürmekte ve bitkilerce alınabilir fosfor miktarını artırıcı etki yapmaktadır (Kacar ve Katkat, 1998).

Vermikest (solucan dışkısı) ya da kest olarak da isimlendirilen vermikompost, organik atıkların solucanların sindirim sisteminden geçirilmek suretiyle kompostlaştırılması sonucu meydana gelen toprak düzenleyici organik materyaldir (Edwards ve Bohlen 1995). Vermikompost üretiminde, Kırmızı Kaliforniya Solucanı olarak bilinen *Lumbricus rubellis* ve *Eisenia foetida* türleri tercih edilmektedir. Bu türlerin belirlenmesi ile alakalı yapılan bir çalışmada kentsel atıkların kompostlaştırılması için ekzotik ve yerli solucan türleri (*Eisenia foetida* ve *Lempito mauritii*) denemeye alınmış ve 42 günlük yapılan ölçümler sonucunda toplam organik madde, C:N oranı, toplam NPK ve EC bakımından *Eisenia foetida* türünün daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir (Kaviraj, 2003).

Solucan gübresi diğer ismi ile vermikompost üretimi farklı şekillerde yapılmaktadır. Bu üretim sistemi solucanların kapalı sistemlerde veya doğrudan dezenfekte edilmiş yastık şeklinde kapalı bir alanda yapılabilir (Şekil 1 ve Şekil 2). Solucanlarının yemleri

olarak belli bir olgunluğa gelmiş büyük baş hayvan gübresi kullanılmaktadır. Son zamanlarda farklı organik materyallerin kullanılma potansiyeli artmıştır.



Şekil 1.1. Kapalı havuz sistemi ile üretim yapılan vermikompost üretim alanı (Anonim 2014)



Şekil 1.2. Doğrudan yerde üretim yapılan vermikompost üretim alanı (Anonim 2012)

Vermikompost üretiminde kullanılan solucanların yaşam alanına yatak ismi verilmektedir. Bu yatakların nem içerikleri %80-85 olmalıdır. Solucanların optimal yaşam sıcaklığını yataklarda da sağlamak gereklidir. Ortam sıcaklığını 17-24 °C de tutmak ideal gübre üretimi için uygun sıcaklıklardır. Oluşan vermikompost gübresi

mineral madde miktarı iyi, mikroorganizma faaliyeti yüksek, humik maddelerce ve enzimlerce zengin özelliğe sahiptir (Lazcano ve ark., 2011). Vermikompostun içerisindeki mineraller doğrudan bitki tarafından alınabilecek formdadır (Dominguez, 2004). Bu üretim sisteminin klasik kompost sisteminden ayıran en önemli özellik vermikompostun mezofilik özelliğe sahip olmasıdır. Bu sayede mikrobiyal faaliyet yüksektir. Bu ürün solucanlar ile yapıldığından yem olarak verilen organik gübreler solucanın midesinden geçirildiği için parçalanma yüksektir ve organik materyal solucanların midesinden geçerken solom sıvısına tabi kalarak enzimsel zenginlik ortaya çıkmaktadır. Organik gübrelerdeki mineralleri özellikle de fosforun vermikompost halindeki formu bitkiler tarafından kullanılabilirliği yüksektir (Ghosh ve ark. 1999; Venkatesh ve Eevera 2007). Kireçli toprakta fosforlu gübrenin etkinliği inorganik fosforlu gübrenin vermikompost ile karıştırılarak toprağa uygulanması ile artmaktadır (Das ve ark., 2015; Moghimi ve ark. 2018). Farklı organik materyallerce beslenen solucanların ürettiği oldukları vermikompostun özelliklerinde değişiklik gözlenebilmektedir. Şekil 1.3 ve 1.4'te vermikompost ürünlerine ait kimyasal analiz raporları yer almaktadır.



EGE ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü



Toprak Bitki Analiz Laboratuvarı

Vermikompost Analiz Raporu

Tahlil Tarihi ve Yeri: 21.06.2017-Bornova İzmir

pH		8.2
EC	(mS/cm)	3.17
Nem	(%)	36.1
Organik Madde	(%)	50.21
C/N		18.71
Toplam N(Azot)	(%)	1.56
Alınabilir P(Fosfor)	(%)	0.70
Suda Alınabilir P(Fosfor)	(ppm)	50.5
Alınabilir K(Potasyum)	(%)	1.31
Suda Alınabilir K(Potasyum)	(%)	0.84
Alınabilir (Kalsiyum)	(%)	2.84
Suda Alınabilir Ca(Kalsiyum)	(ppm)	19.6
Alınabilir Na(Sodyum)	(ppm)	1900
Suda Alınabilir Na(Sodyum)	(ppm)	441.8
Alınabilir Mg(Magnezyum)	(ppm)	9590
Alınabilir Fe(Demir)	(ppm)	395.4
Alınabilir Zn(Çinko)	(ppm)	70.82
Alınabilir Cu(Bakır)	(ppm)	21.8
Alınabilir Mn(Mangan)	(ppm)	360.6
Suda Çözünür Cl(Klor)	(g/kg gübre)	3.52

Şekil 1.3. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi tarafından yayınlanan vermikompost kimyasal analiz raporu
(<https://www.google.com.tr/search?q=vermikompost+analiz+raporu&source>, 2017).



**AKREDİTE ZİRAAT VE VETERİNERLİK FAKÜLTESİ
GIDA KONTROL LABORATUVARI**



Laboratuvar	Akredite Ziraat ve Veterinerlik Fakültesi Gıda Kontrol Laboratuvarı
Yapılacak Analizler	Nem, Kuru Madde, Organik Madde, Ağır Metaller, pH, Ec, Toplam Azot (N), NO ₃ , NH ₄ , Tüm İnorganik Mad.
Numune Geliş Tarihi	23.11.2015 – 14:30
Analiz Tarihi	24.11.2015 - 30.11.2015
Numune Miktarı / Cinsi	1 Kg – Kapalı Ambalaj – Katı Toprak (Solucan Gübresi)
İstemde Bulunan Firma/ Şahıs	CANER ÖZMEN – 0532 510 41 66 İSTANBUL

ANALİZ RAPORU (ANALYSIS REPORT)

Analizler (Analysis)	Birim (Unit)	Metod (Methods)	Analiz Sonucu (Analysis results)
Nem (70-105-131 C)	%	TS 9105	72,50
Kuru Madde	%	TS 9105	27,50
Organik Madde (550-1100 C)	%	TS 9103	54,20
pH (20-25 C)		TS 836	7,72
Ec (20-25 C)	dS/m	1:10	5,84
Toplam (h+f)	%	TS 5869	48,62
Organik Azot	%	Yakma – Kjeldahl	1,90
Toplam Azot - N	%	Dumas- SM 4500 Norg B	2,65
Amonyum NH ₄	%		0,60
Nitrat	%	TS EN ISO 10304-1	0,40
Organik Karbon	%		30,20
Toplam Peroksit (P2O5)	%	Spectro Analytical Inst	1,40
Suda Çözünür Peroksit	%		0,35
Toplam K ₂ O	%	Spectro Analytical Inst	2,10
Suda Çözünür K ₂ O	%		1,50
Toplam MgO	%	Spectro Analytical Inst	1,92
Suda Çözünür MgO	%		0,24
Toplam Na	%	ISO 11885	0,86
Suda Çözünür Na	%		0,48
Toplam CaO	%	Spectro Analytical Inst	7,20
Suda Çözünür CaO	%		0,44
Toplam Fe	%	XRF Metot	0,96
Toplam Mn	%	XRF Metot	0,08
Toplam Cl	%	TS 6229 EN ISO 7393-2	0,20

Analiz Sorumlusu

Birim Sorumlusu

Arş. Gör. Yağmur Nil DEMİREL

Yrd. Doç. Dr. Zeki GÜRLER

Analiz özel istem üzerine yapılmıştır. Analiz sonuçları sadece teslim edilen örnek numune için geçerlidir.

Aydın Kocatepe Üniversitesi | GIDA KONTROL LABORATUVARI | Ahmet Necdet Sezer Kampüsü

Veteriner Fakültesi, AFYONKARAHİSAR | Tel:0272 228 13 12 | Fax:0272 228 13 49 |

| E-Mail: gidakontrol@aku.edu.tr

AKÜ AKREDİTE ZİRAAT VE VETERİNERLİK FAKÜLTESİ GIDA KONTROL LABORATUVARI

Şekil 1.4. Akredite Ziraat ve Veterinerlik Fakültesi Gıda Kontrol Laboratuvarı tarafından yayınlanan vermikompost kimyasal analiz raporu
(<https://www.google.com.tr/search?q=vermikompost+analiz+raporu&source, 2015>)

Vermikompostun sayılan bu özellikleri nedeniyle özellikle kireçli topraklardaki fosforu bitkilerin alabileceği duruma getirme potansiyeli yüksek bir organik gübredir. Bu tez çalışmasının amacı kireç içeriği yüksek bir toprağa artan dozlarda vermikompost ve fosfor uygulanmasının soya bitkisinin gelişimi ve fosfor alımına olan etkilerini araştırmaktır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Vermikompostun Bitki Gelişimine Etkisi ile İlgili Literatürler

Vermikompost (solucan gübresi) üretiminde 3000 solucan türünden Kırmızı Kaliforniya Solucanı olarak bilinen *Lumbricus rubellis* (Şekil 2.1.) ve *Eisenia foetida* (Şekil 2.2.) türleri ağırlıklı olarak kullanılmaktadır. Vermikompost üretimde 1 m³ hammadde kapasitesindeki üretim ortamında yaklaşık 50.000 adet solucan üç ay boyunca organik gübreler ile beslenip faaliyette bulunarak gübre üretmektedir (Anonim, 2009).



Şekil 2.1. *Lumbricus rubellis* türü toprak solucanı (<https://www.ekosol.net>, 2015)



Şekil 2.2. *Eisenia foetida* türü toprak solucanı (<https://www.ekosol.net>, 2015)

Bu solucan türlerinin organik gübreler ve bitkisel materyal (ağaç kabukları, yaprak, saman, sebze ve meyve artıkları) ile beslenmeleri ve bu organik materyali vücutlarından geçirmeleri ile ürettikleri yüksek değerlikli gübre, organik bir kompostlaşma sonucu ortaya çıktığından, biohumus veya vermikompost olarak adlandırılmaktadır (Karaçal ve Tüfenkçi, 2010). Tarım işletmelerinde üretilenlerin yanında, büyük şehirlerde yiyecek atıkları, ev bahçelerden çıkan katı atıklar da bu solucan türleri tarafından yeniden kullanılabilir hale getirilmektedir. Kendi atıklarını bu yöntemle değerlendirmek isteyenlerin, uygun büyüklükte bir kaba ve bu kabın içine koydukları materyallerin uygun nem içeriğini sağladıktan sonra, bu özel solucanlardan (*Esensia fetida* ve *Lumbricus rubellus*) bırakmaları gerekmektedir. İçeriğindeki simbiyotik bakteriler, azot fiksasyonu yapan bakteriler ve mikorizlar içerirler ve bu sayede vermikompost toprağa karıştırıldığında topraktaki canlılık miktarı artmaktadır.

9

bitkinin kök biomasında %37, çiçeklenmede %40 ve pazarlanabilir meyve sayısında %35 oranında artışların olduğunu bildirmişlerdir.

Zaller (2007), vermikompostu saksı ortamında deneyerek turba gibi organik bir materyale alternatifliğini araştırmak için çalışma yürütmüşlerdir. Vermikompostu %0, 20, 40, 60, 80 ve 100 (v/v) oranlarında turba ile karıştırarak uygulamışlardır. Yapılan çalışmada üzerinde çalışılan 3 çeşitten 2'si %100 turba uygulamasında erken çimlenme gösterirken 1'inde %100 vermikompost uygulanan çeşit erken çimlenme göstermiştir. Vermikompost dozlarının bitki gelişimi ve biomas miktarı üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğunu ve vermikompostun farklı dozlarının saksı kültüründe alternatif bir organik materyal olduğunu bildirmişlerdir.

Lazcano ve ark. (2010), deniz çamı ağacının tohumlarında çimlenme yüzdesi ve bazı özellikler üzerine vermikompost uygulamalarının etkilerini araştırarak bir çalışma yürütmüşlerdir. Pinus pinaster türüne ait 6 farklı döl üzerinde yapılan çalışma kontrol (perlit+kum), katı vermikompost ve vermikompost özü (sıvı) olarak bir saksı çalışması kurulmuştur. Vermikompostun hem sıvı hemde katı uygulamaları kontrol uygulamalarına göre bitkilerin çimlenme yüzdesinde %16 daha fazla çıkışa sebep olmuştur. Vermikompost uygulamaları rizosfer bölgesindeki aktif enzimatik substrat miktarını arttırdığı da çalışmada gözlemlenmiştir.

Makode ve ark. (2015), hint portakalında kalite ve verim üzerine organik gübre olan vermikompost uygulamalarının etkilerini araştırmak için iki yıllık bir çalışma yürütmüşlerdir. Meyve bahçesinde bulunan 1000 ağaçtan 500'e ağaç başı 10 kg vermikompost uygulaması yapmışlardır. Çalışmada 2014 yılı verilerinde vermikompost uygulaması yapılan ağaçların verimi kontrole göre %34 oranında artmış, 2015 yılında bu artış %32 olarak tespit edilmiştir. Bununla beraber vermikompost uygulaması meyve ağırlığı ve toplam verimi önemli oranda arttırmıştır.

Amyanpoori ve ark. (2015), mısır bitkisinde yetiştiriciliğinde vermikompost ve fosfor kaynağını farklı dozlarda süperfosfat uygulamışlardır. 5000 kg/ha ve 10000 kg/ha vermikompost uygulamasına ek olarak %50, 75, 100 oranlarında inorganik fosfor

uygulaması yapılmıştır. Sonuç olarak vermikompost ve inorganik fosfor dozları arttıkça bitkinin klorofil içeriği, fiziksel gelişimi, verimi ve diğer özellikleri istatistiksel olarak artış göstermiştir. En yüksek değerler 10000 kg/ha vermikompost ve %100 fosfor uygulamanın yer aldığı parsellerde elde edilmiştir.

Muhammad ve ark. (2016), farklı dozlarda uygulanan inorganik P'un vermikompost ile birlikte uygulanmasının taze fasulye bitkisinin gelişimi, verimi ve bazı temel bitki besin elementlerini (NPK) alımı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Vermikompost V_0 , V_1 (0 ve 2 t/ha), P ise P_1 ve P_2 (0, 37.5 ve 75 kg/ha P_2O_5) dozlarında uygulanmıştır. Çalışma sonuçları V_1P_2 dozunun uygulandığı bitkinin (62.67 cm) kontrol bitkisine (32.67 cm) göre bitki boyunda yaklaşık % 50 artış sağladığını göstermiştir. Bin dane ağırlıkları karşılaştırıldığında en yüksek verim V_1P_2 uygulamasında (46.67 g), en düşük verim V_0P_0 uygulamasında (20 g) kaydedilmiştir. Ayrıca V_1P_2 dozu uygulanan bitkilerde toplam P alımı 12 kg/ha, V_1P_1 dozu uygulanan bitkilerde 8.97 kg/ha, kontrol bitkilerinde ise 2.10 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmada vermikompost uygulamasının bitki gelişimi üzerine olumlu etkilerinin yanında bitki besin elementlerinin yararlılığını arttırdığı ve alımını kolaylaştırdığı belirlenmiştir.

Bekele ve ark. (2018), asidik toprakta mısır bitkisinin gelişimi üzerine kireç, vermikompost ve inorganik fosfor uygulamaların etkisini belirlemek için iki yıllık bir arazi çalışması yürütmüşlerdir. Uygulama dozlarını kireçte 0 ve 4 ton $CaCO_3$ ha⁻¹ olarak, vermikompost dozlarını 0, 2.5 ve 5 ton ha⁻¹ olarak ve inorganik fosforu 0, 20 and 40 kg P ha⁻¹ olacak şekilde uygulamışlardır. Çalışmada birçok özelliğe bakılmıştır ve çalışma sonucuna göre 4 ton $CaCO_3$ ha⁻¹, 2.5 ton ha⁻¹ vermikompost uygulaması ve 20 kg P ha⁻¹ ekonomik optimal verimi gerçekleştirmiştir. Bu kombinasyonda mısır bitkisinin tane verimi ve verim komponentleri en yüksek değerlere ulaşmıştır.

Vurgun ve Müftüoğlu (2019), perlit ortamında yetiştirilen marulun fosfor alımına vermikompostun etkilerini araştırmak için bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada yetiştirme ortamına vermikompost (1000 kg da⁻¹) uygulaması ve fosfor uygulaması (0, 5, 10, 15 ve 20 kg P_2O_5 da⁻¹) için triplesüper fosfat gübresi kullanılmıştır. Fosfor uygulamasının sömürülen fosfor miktarına bakıldığında 100 g tüketim ile alınan fosfor

miktarı (mg, yaş ağırlık) kontrol uygulamasında 3.50 mg/yaş ağırlık olarak tespit edilirken 10 kg P₂O₅ da⁻¹ uygulamasında 23.70 mg/yaş ağırlık olarak ölçülmüştür. Araştırmacılar bitkinin eşit miktarda verilen vermikompostun yanı sıra farklı fosfor dozları ile beslenmesi durumunda, gereksinimi kadar fosfor aldığı, hareketi az olan fosfor elementinin alımında vermikompostun yeterince etkisinin izlenemediği bildirmişlerdir.

Ceritoglu ve ark. (2021), nohut, mercimek, bezelye ve soya çeşitlerinin yetiştirme ortamına kontrol, %10, %20 ve %30 oranlarında vermikompost uygulamasının fide gelişimleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada fidelerin çimlenme yüzdesi %20 uygulamalarda en yüksek olurken vermikompostun fazlası çimlenme yüzdesini bazı çeşitlerde azaltmıştır. Çalışmalarda didelerin kök kuru ağırlıklarında kontrole göre vermikompost uygulamasının artışıyla kuru ağırlıklarda artış yaşanırken en yüksek vermikompost dozunda bazı çeşitlerde %20 vermikompostta göre bir azalış yaşanmıştır.

Gül ve ark. (2021), Ayçiçek bitkisi çeşitlerinin yağ kalitesi ve verimi üzerine vermikompost gübrelemenin etkilerini araştıran bir arazi çalışması yürütmüşlerdir. Çalışma iki çeşit Pioneer 64LC108 ve Pioneer 64LE119 ayçiçek çeşitleri kullanılmıştır. Tohum ekiminden 15 gün önce vermikompost uygulamaları toprağa 0, 100, 200, 300 ve 400 kg/da şeklinde karıştırılarak uygulamalar yapılmıştır. Vermikompost uygulamaları incelenen özellikler bakımından farklı sonuçlar vermiştir. Ayçiçeğin tane verimi ve yağ oranı üzerine en yüksek rakamı vermikompost uygulamasının 100 kg/da uygulamasından 130.81 kg/da tane verimi ve %48.21 yağ oranı olarak ölçülmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme yeri ve yılı

Bu çalışma 2018 yılında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisinde bulunan üzerinde gölge tülü (%30, siyah renkli) olan kapatılmış alanda saksı çalışması olarak gerçekleştirilmiştir.

3.1.2. Denemede kullanılan mısır çeşidi

Denemede; bitkisel materyal olarak Yemsoy silajlık soya çeşidi kullanılmıştır.

3.1.3. Denemede kullanılan toprağın ve vermikompostun bazı özellikleri

Deneme toprağı Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Arazisinden 20 Nisan 2018 tarihinde 0-30 cm derinlikten alınarak sera içerisinde kurutulma işlemi yapılmıştır. Araziden alınıp 4 mm lik elekten geçirildikten sonra kurutulmuş ve deneme için bir ay boyunca serada solarizasyon işlemi yapıldıktan sonra denemeye hazır hale getirilmiştir. Denemede kullanılacak toprak materyalinin özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir. Toprak seçiminde deneme konusuna uygun olarak kireç içeriğı yüksek (%16.65) olan bir toprak seçilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Kireç (%)	16.65
pH (1 : 2.5)	7.86
Total tuz %	0.038
Organik madde (%)	1.23
Total N (%)	0.18
Yarayışlı P ₂ O ₅ (kg/da)	3.48
Tekstür	Killi tın
Demir (ppm)	1.72
Çinko (ppm)	0.45

Denemede kullanılacak vermikompost Ekosolfarm firmasından temin edilmiştir. Vermikompostun özellikleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Vermikompostun fiziksel ve kimyasal özellikleri

pH (1 : 2.5)	7.80
EC (1 : 2.5) μ S/cm	1450
Organik madde (%)	48,95
Total N (%)	1.90
C/N	14.94
P (%)	2.05
K (%)	0.8

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemenin kurulması: Saksı denemesi 5 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Plastik 8 numara saksılara kontrol uygulamalarında hava kuru 5000 g toprak tartılmıştır. Vermikompost uygulaması saksılara ağırlık olarak toprak ağırlığının %0, 2, 4 ve 8'si olarak tartılıp saksılara karıştırılmış ve üzeri 5000 g gelecek şekilde toprakla karıştırılmıştır. Soya tohumu saksılara 5'er adet olarak ekilmiştir ve çıkışta 2 bitkiye seyretilmiştir. Fosfor uygulama aşamasında deneme toprağındaki fosfor düzeyi kontrol olarak kabul edilip kontrol (P0), 50 ppm P (P1) ve 100 ppm P (P2) olarak fosforik asitten uygulanmıştır. Bitkilerin gelişimini sağlamak amacıyla 150 ppm N ve 100 ppm K amonyum nitrat ve potasyum nitrat kaynaklarından temin edilmiştir. Fosfor uygulaması tohum ekimi ile azot ve potasyum uygulaması üçe bölünüp uygulanmıştır. Bu gübrelemeye ilave olarak 5 ppm Fe demir sülfat kaynağından ve 2,5 ppm Zn çinko sülfat kaynağından verilmiştir.

3.2.2. Deneme planı: Denemede 4 vermikompost dozu (%0, 2, 4, 8) x 3 fosfor dozu (0, 50 100 ppm) ve 5 tekerrür olacak şekilde deneme 60 saksıdan oluşmuştur. Deneme tesadüf parselleri deneme deseninde iki faktörlü ve 5 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme planı Çizelge 3.3'te verilmiştir. Denemeye ait resimler Şekil 3.1., 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Hasat öncesi soya bitkisinin görünümü



Şekil 3.2. Toprağa %8 vermikompost uygulanmış saksı toprağı

Çizelge 3.3. Örnek deneme planı

V0P0	V0P0	V0P0	V0P0	V0P0
V0P1	V0P1	V0P1	V0P1	V0P1
V0P2	V0P2	V0P2	V0P2	V0P2
V1P0	V1P0	V1P0	V1P0	V1P0
V1P1	V1P1	V1P1	V1P1	V1P1
V1P2	V1P2	V1P2	V1P2	V1P2
V2P0	V2P0	V2P0	V2P0	V2P0
V2P1	V2P1	V2P1	V2P1	V2P1
V2P2	V2P2	V2P2	V2P2	V2P2
V3P0	V3P0	V3P0	V3P0	V3P0
V3P1	V3P1	V3P1	V3P1	V3P1
V3P2	V3P2	V3P2	V3P2	V3P2

V0: %0 P0: 0 ppm

V1: %2 P1: 50 ppm

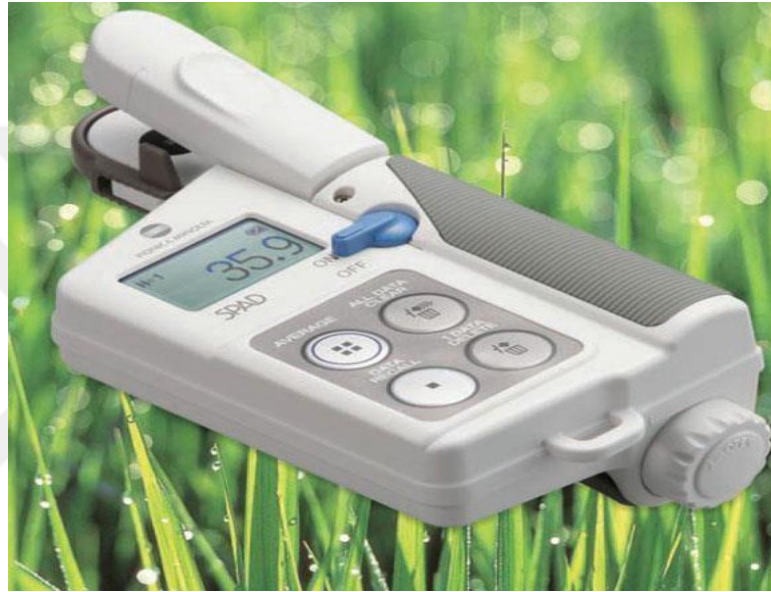
V2: %4 P2: 100 ppm

V3: %8

V: Vermikompost, P: fosfor;

3.2.3. Bitki Analizleri:

Soya bitkisinin gelişimini takiben çiçeklenmenin başladığı 50. günde soya bitkisinin köklerinden temizlenerek bitkiler hasat edilmiştir. Bitkilerin kök ve kök üstü yaş ağırlıkları ile bitkilerinin boy ölçümleri yapılmıştır. Bitkiler laboratuvar ortamında saf su ile yıkandıktan sonra 68 C de kurutularak kök ve kök üstü aksamalarının kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Spad ölçümü yapraktaki klorofil miktarını dolaylı olarak ölçen, taşınabilir klorofil metre cihazı (SPAD-502, Konica Minolta Sensing, Inc. Japon) ile yapılmıştır.



Şekil 3.3. Spad-502 metre cihazı

Mineral besin elementi analizleri: Uygulamaların besin elementi konsantrasyonları üzerine nasıl etki yaptıkları, bitki yapraklarının mineral besin element konsantrasyonlarına bakılarak belirlenmiştir. Bitkilerin yaprakları kurutulduktan sonra mikrodalga cihazında (Mars Xpress) yaş yakma metoduna göre $H_2O_2-HNO_3$ asit karışımında yakılmıştır. Daha sonra bu örneklerde ICP cihazında P, K, Fe ve Zn okuması yapılmıştır. Bitkide N Kjeldahl destilasyon methoduna göre (Bremner, 1965) yapılmıştır.

3.2.4. Deneme kurulmadan önce deneme toprağında yapılan analizler

Mekanik analiz: Bouyouces hidrometresi esasına göre %kum, silt, kil oranlarının belirlenmesi ve tekstür üçgeninden yararlanılarak tekstür sınıfının belirlenmesine dayanmaktadır (Gee ve Boudier, 1986).

Toprak reaksiyonu (pH): Toprak örneği saf su ile 1:2,5 oranında sulandırılmış olup süspansiyon cam bagetle ara sıra karıştırılarak 30 dakika bekletildikten sonra cam elektrotlu Neel pH metresi ile belirlenmiştir (Jackson, 1958).

Elektriksel iletkenlik (EC): Toprak örneği 1:2,5 oranında sulandırılarak Conductivity meter ile tespit edilmiştir (Richards, 1954).

Organik madde: Modifiye Walkley-Black yaş yakma yöntemiyle dikromat yükseltgenmesi esasına göre belirlenmiştir. Bu yöntemin temel prensibi, toprağı kromik ve sülfürik asit ile işleme tabi tutarak, kapsadığı organik karbonun kromat ($Cr_2O_7^{2-}$) ile oksitlenmesini sağlamak ve bu oksidasyon için kullanılan miktardan arta kalan kromatın standart demir sülfat ile titre edilmesi suretiyle toprakta bulunan karbonu saptayarak, buradan organik madde miktarını bulmaya yöneliktir (Jackson, 1958).

Kireç: Scheibler kalsimetresi kullanılarak ölçülmüştür. Yöntemin temel prensibi, toprağın seyreltik hidroklorik asit ile scheibler kalsimetresinde işleme tabi tutulması, böylece karbonatlardan açığa çıkan CO_2 gazının kapalı bir boruda tutularak hacminin ölçülmesi ve bu ölçümden yola çıkılarak toprağın karbonat içeriğinin hesaplanması esasına dayanmaktadır (Allison ve Moodie, 1965).

Alınabilir fosfor: Olsen ve ark. (1954) yöntemine göre toprak 0,5 M $NaHCO_3$ (pH:8,5) ile ekstrakte edilip, ekstrakte fosfor kolorimetrik olarak belirlenmiştir.

Değişebilir potasyum: Richars (1954) bildirildiği şekilde toprağın 1,0 N amonyum asetatla (pH 7,0) ekstraksiyonundan K fleyim fotometresi ile belirlenmiştir.

DTPA ile ekstrakte edilebilir Fe, Cu, Mn, Zn (mg/kg): Toprakta bitkiler tarafından alınabilir demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn) ve çinko (Zn) formlarını en iyi yansıtan, toprakta kileylet ve adsorbe edilmiş halde bulunan formlardır. Bu formlardaki mikro besin elementlerini en iyi ekstrakte edebilen ekstraksiyon çözeltisi ise DTPA (Diethylene Triamin Pentaacetic Acid) ekstraksiyon çözeltisidir. Elde edilen süzükte Fe, Cu, Mn, Zn ölçümleri ICP (Inductively Coupled Plasma) emisyon spektrofotometrede yapılmıştır (Lindsay ve Norvell, 1978).

3.2.5. Deneme sonrası toprakta bakteri sayımı

Vermikompost uygulaması yapılan saksı ortamlarından üst toprakta toplam bakteri sayımı yapılmıştır. Uygulama yapılan örneklerdeki bakteri sayımı Plate Count Agar besi yeri kullanılmıştır. Vermikompost uygulaması yapılan topraklardan 10'ar gram tartılmıştır. Tartılan örnekler içerisinde 90 ml pepton çözeltisi (1.0 g pepton, 8,5 g NaCl, 1000 ml saf su) bulunan erlenmayerlere konularak çalkalayıcıda 150 rpm'de 2 saat çalkalanmıştır. Daha sonra her bir örnekten 10^6 seyreltme serisi hazırlanmıştır. Son üç seriden 1'er ml alınarak steril petriye eklenmiştir. Daha sonra petrilerin üzerine steril edilmiş ve 45°C sıcaklıktaki Plate Count Agar (PCA) (15–20 ml) ilave edilmiştir. Her bir uygulama için 2 petri kullanılmıştır. Uygulama yapılan petriler 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda petrilerdeki koloni sayımları yapılmış ve ortalamalar alınarak örnekteki bakteri yoğunluğu (hücre/ml) belirlenmiştir (Boran ve ark., 2017).

3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

İstatiksel analizler

Vermikompost ve fosfor dozlarının bitkilerin verim parametreleri ve besin elementi konsantrasyonları üzerine etkileri varyans analizi ile test edilip uygulamalar arası farklar DUNCAN gruplandırılması ile gruplandırılmıştır. Analizlerde SPSS 21.0 paket programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR

Kireçli killi tınlı bir toprakta farklı oranlarda vermikompost ve fosfor uygulamalarının soya bitkisinin gelişimi ve incelenen diğer özellikler üzerine etkileri ve buna ait istatistiki değerlendirmeler aşağıda verilmiştir.

4.1. Vermikompost ve Fosfor Uygulamalarının Soya Bitkisinin Kök Yaş ve Kök Kuru Ağırlığı Üzerine Etkisi

Uygulamaların soya bitkisinin kök yaş ağırlıkları ve kök kuru ağırlıkları üzerine etkisi Çizelge 4.1. ve Çizelge 4.2’de verilmiştir. Vermikompost uygulamaları soya bitkisinin 45 günlük gelişiminde kök yaş ağırlıklarını istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde artırmıştır. Ortalamalar dikkate alındığında kontrol uygulamasında kök yaş ağırlık 23.20 gr/bitki iken V1 dozunda 26.47 gr/bitki, V2 dozunda 28.01 gr/bitki ve en yüksek vermikompost uygulamasında (V3) 36.05 gr/bitki olarak tespit edilmiştir. Fosfor özellikle bitki gelişimin ilk dönemlerinde bitki için çok daha fazla kullanılmaktadır. Kireçli bir toprakta ise fosfor kalsiyum karbonat ile tepkimeye girerek bitkilerin kullanmakta zorluk çektiği kalsiyum fosfat şeklinde çökelti oluşturmaktadır. Çalışmada ilave edilen fosforlu gübrelerin bitki gelişimindeki etkisi yapılan çalışmalarda da ortaya konmuştur.

Çizelge 4.1. Uygulamaların soya bitkisinin kök yaş ağırlıkları üzerine etkisi (gr/bitki)*

Uygulamalar	Kök yaş ağırlık (gr/bitki)			Ortalama**
	P0	P1	P2	
V0	15.31 e	26.24 c	28.05 c	23.20 c
V1	19.22 cd	28.12 c	32.07 bc	26.47 bc
V2	19.14 cd	27.35 c	37.56 b	28.01 b
V3	21.65 cd	36.21 b	50.34 a	36.05 a
Ortalama**	18.83 C	29.48 B	37.05 A	

V.K. 10.2

*: değerler beş tekerrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. V.K.: Varyasyon katsayısı
Ö.D: Önemli Değer; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;

Çalışmamızda kullanılan toprak yapısı killi tınlı toprak tekstürüne sahip ve kireç içeriği yüksek olup fosfor fiksasyonun artmasına neden olan toprak tipleri arasında yer almaktadır. Çalışmamızda fosfor dozlarının artması ile kök yaş ağırlığı istatistiksel olarak önemli düzeyde artmıştır (p<0,01) (Çizelge 4.1). P0 uygulaması altında tüm

vermicompost uygulamalarının ortalama kök yaş ağırlığı 18.83 gr/bitki iken saksılara 50 ppm P uygulamasında 29.48 gr/bitki ve 100 ppm P uygulamasında 37.05 gr/bitki olarak belirlenmiştir. Çalışmada vermikompost ve fosfor uygulamalarının interaksyonu kök yaş ağırlığı bakımından % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. En düşük kök yaş ağırlığı 15.31 gr/bitki V0P0 uygulamasında elde edilirken en yüksek kök yaş ağırlık 50.34 gr/bitki V3P2 uygulamasından elde edilmiştir. Toprak içerisine katılan organik madde su tuma kapasitesini artırarak bitkinin uygulanan besin elementlerinden yararlanma oranını artırmaktadır.

Çizelge 4.2. Uygulamaların soya bitkisinin kök kuru ağırlıkları üzerine etkisi (gr/bitki)*

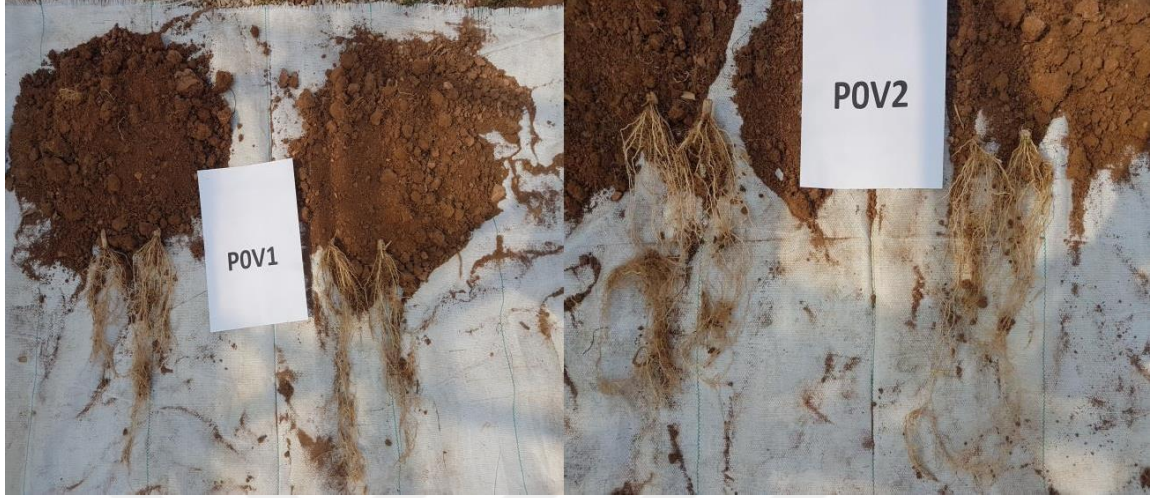
Uygulamalar	Kök kuru ağırlık (gr/bitki)			Ortalama**
	P0	P1	P2	
V0	5.26 e	6.21 cd	8.12 c	6.53 d
V1	5.67 de	7.32 cd	10.12 bc	7.70 c
V2	5.54 de	7.23 c	11.23 b	8.02 b
V3	5.96 d	9.54 b	12.32 a	9.27 a
Ortalama**	5.60 C	7.57 B	8.19 A	
V.K. 20.1				

*: değerler beş tekerrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. V.K.: Varyasyon katsayısı

Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;

Soya bitkisinin kök kuru ağırlıkları üzerine vermikompost dozları, fosfor dozları ve vermikompost x fosfor uygulamaları interaksyonu %1 önem düzeyinde etkili olmuştur (Çizelge 4.2). Bitkilerde oluşan vejetatif aksama karşılık oluşturduğu kuru madde orantılıdır. Çalışmamızda elde edilen kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığının uygulamalardan paralel olarak etkilendiği belirlenmiştir. Vermikompost ortalaması dikkate alındığında kontrolde kök kuru ağırlıkları ortalaması 6.53 gr/bitki iken V1 uygulamasında 7.70 gr/bitki, V2 uygulamasında 8.02 gr/bitki ve V3 uygulamasında 9.27 gr/bitki olarak belirlenmiştir. Saksılara uygulanan fosfor düzeyi arttıkça oluşan kök kuru ağırlıkları artmıştır (p<0,01) (Çizelge 4.2). Sırasıyla kök kuru ağırlıkları 5.60 gr/bitki, 7.57 gr/bitki ve 8.19 gr/bitki olarak tespit edilmiştir. Deneme sonunda uygulamaların kök gelişimine ait etkilerini görebilmek ve tartımları gerçekleştirmek için kökler zarar

verilmeden çıkarılmış ve resimleri çekilmiştir. Köklere ait resimler Şekil 4.1, 4.2., ve 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.1. Uygulamaların kök gelişimi üzerine etkileri



Şekil 4.2. Uygulamaların kök gelişimi üzerine etkileri



Şekil 4.3. Uygulamaların kök gelişimi üzerine etkileri

4.2. Vermikompost ve Fosfor Uygulamalarının Soya Bitkisinin Toprak Üstü Aksamının Yaş ve Kuru Ağırlığı Üzerine Etkisi

Bitkiler çıkışından itibaren 50 günlük gelişiminde toprak üstü aksamından kesilerek yaş ağırlıkları alınmıştır. Bitkiler saf sudan geçirildikten sonra kurutularak kuru ağırlıkları alınmıştır. Soya bitkisinin toprak üstü aksamının yaş ve kuru ağırlıkları üzerine vermikompost ve fosfor uygulamalarının etkisi Çizelge 4.3. ve Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Vermikompost uygulamaları soya bitkisinin toprak üstü aksam miktarı üzerine istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde etkili olmuştur. Ortalamalar bakımından kontrol uygulamasında toprak üstü aksam 27.47 gr/bitki iken V1 uygulamasında 31.72 gr/bitki, V2 uygulamasında 35.74 gr/bitki ve V3 uygulamasında 41.22 gr/bitki olarak tespit edilmiştir. Vermikompostun saksı içerisindeki ağırlığının %8 oranlarında toprak üst kısmına karıştırılmasıyla kontrole kıyasla yaklaşık %80'larda bir artış gerçekleştirdiği görülmektedir. Verilen literatür özetlerinde vermikompostun bitki gelişimi üzerine etkileri, etki yüzdesi farklı olmuştur. Çalışmaların amaçları, toprak ekolojisi, toprak özellikleri, besin durumları gibi faktörler değiştikçe bu gibi organik gübrelerin etkisi değişmektedir.

Çizelge 4.3. Uygulamaların soya bitkisinin toprak üstü aksamının yaş ağırlıkları üzerine etkisi (gr/bitki)*

Uygulamalar	Sap + yaprak (gr/bitki)			Ortalama**
	P0	P1	P2	
V0	16.32 e	26.42 d	39.67 cb	27.47 d
V1	25.33 d	28.47 cd	41.44 b	31.61 c
V2	28.45 cd	32.45 c	43.45 ab	35.74 b
V3	32.67 c	39.56 cb	51.45 a	41.22 a
Ortalama**	25.69 C	31.72 B	44.34 A	

V.K. 18.2

*: değerler beş tekerrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. V.K.: Varyasyon katsayısı

Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;

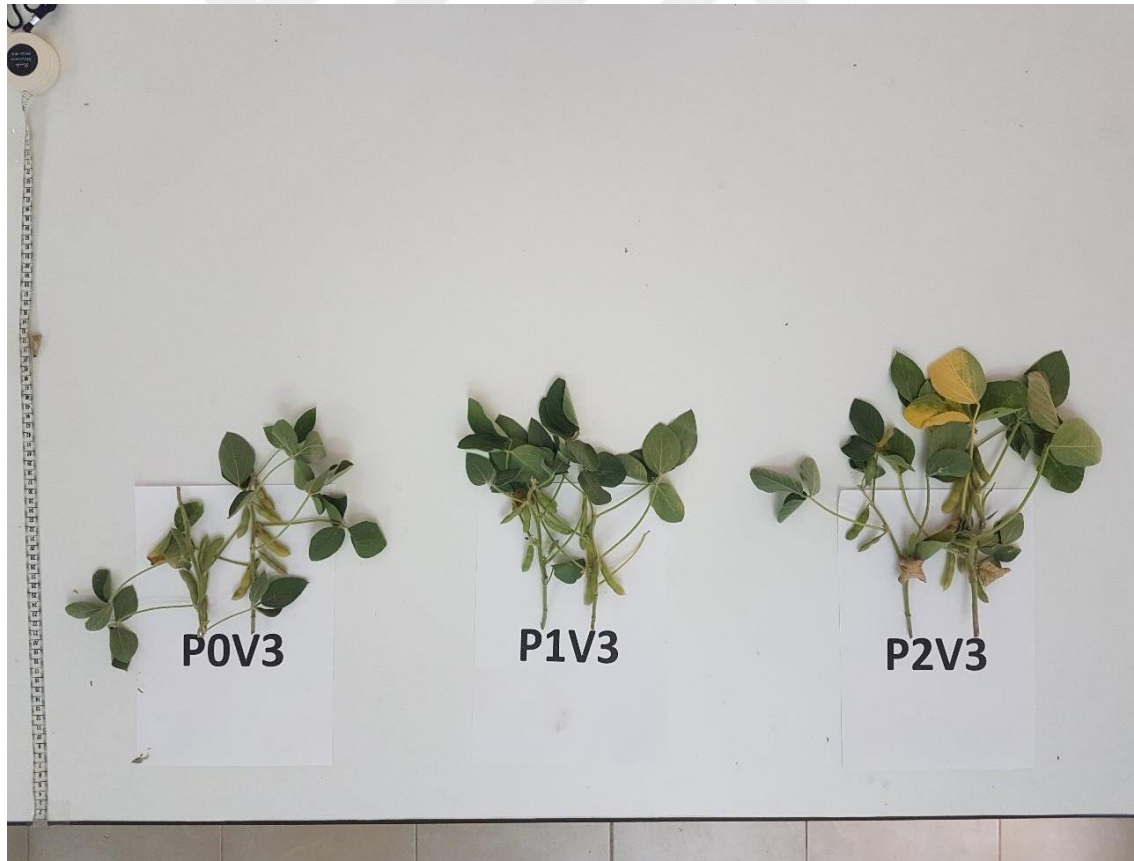
Fosfor bitkide iyi bir kök gelişimi gerçekleştirirken kök gelişimi ile dolaylı olarak vejetatif aksamın gelişimini de olumlu yönde etkilemektedir. Ortalamalar dikkate alındığında kontrolde (P0) toprak üstü aksam 25.69 gr/bitki iken 50 ppm ve 100 ppm P uygulamasında sırasıyla 31.72 gr/bitki ve 44.34 gr/bitki olarak gerçekleşmiştir. Tarımsal uygulamalarda fosforlu gübrelerin yarısından fazlası hatta tahıllarda tamamı ekimle birlikte verilmektedir. Bitkinin gelişiminin ilk dönemlerinde fosfordan yeterince yararlanamaması bitki biomasının düşmesine neden olacaktır. İnteraksiyon uygulamaları dikkate alınırsa V0P0 uygulamasında en düşük toplam toprak üstü aksam 16.32 gr/bitki olarak tespit edilmiştir. Vermikompost uygulamalarının artması ve fosforlu gübre dozlarının artması bu miktarın artmasına neden olmuştur. En yüksek toplam toprak üstü aksam V3P2 uygulamasında 51.45 gr/bitki olarak tespit edilmiştir. Bitkilerin uygulamalar neticesinde toprak üstü gelişimleri Şekil 4.4., 4.5. ve 4.6'da verilmiştir. Bitkilerin oluşturduğu kuru madde miktarı ve içeriğindeki besin elementlerinin yüksekliği bitki ile beslenecek canlılar için son derece önemlidir. Yapılan çalışmada toprağa ilave verilen organik materyal ve artan fosfor dozlarının toprak üstü kuru maddesini istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde arttırdığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Uygulamaların soya bitkisinin toprak üstü aksamının kuru ağırlıkları üzerine etkisi (gr/bitki)*

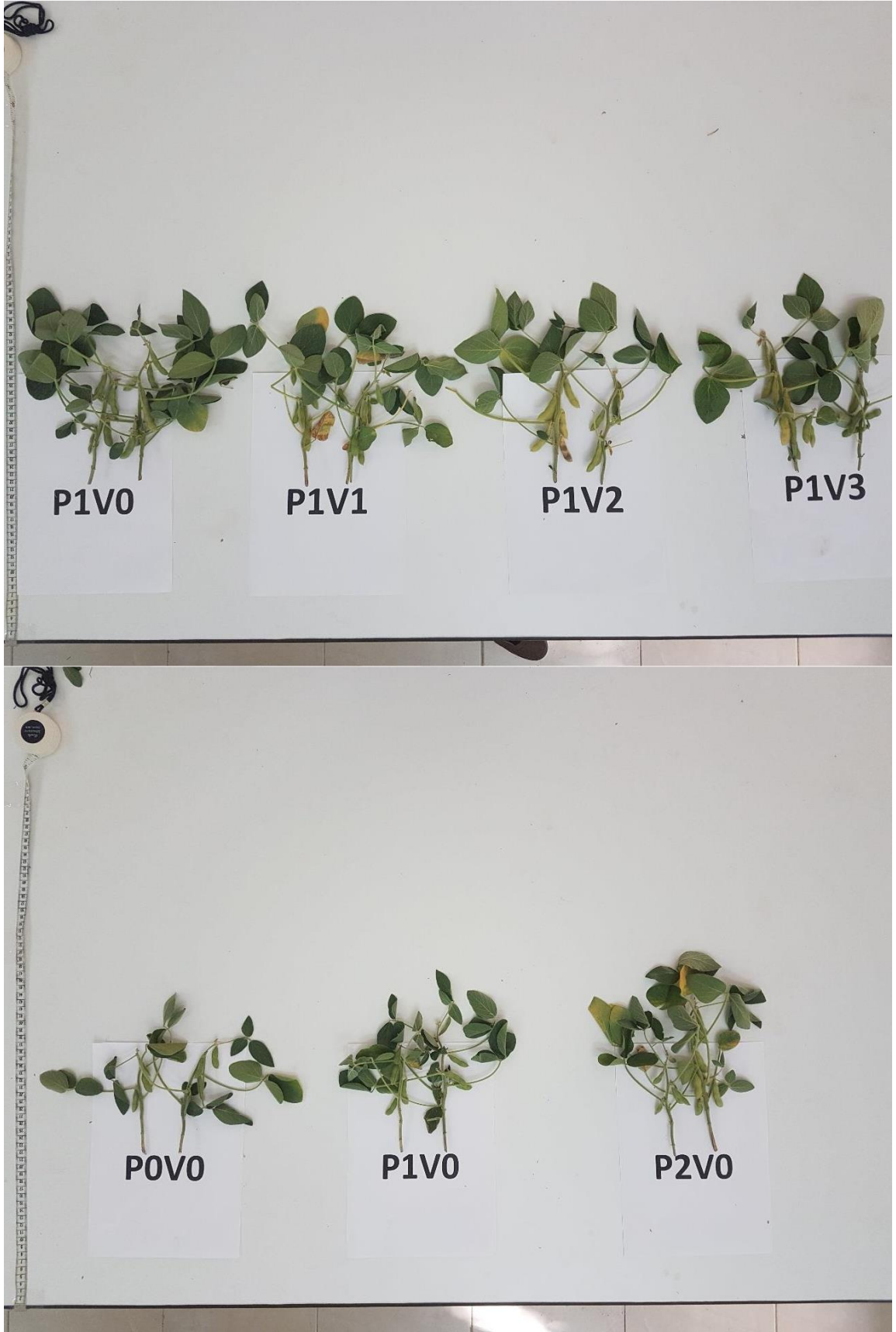
Uygulamalar	Sap + yaprak (gr/bitki)			Ortalama**
	P0	P1	P2	
V0	2.32 e	5.67 c	6.34 c	4.77 c
V1	4.57 d	6.71 b	7.86 b	6.38 c
V2	6.34 cd	8.78 ab	9.78 ab	8.30 b
V3	7.12 c	10.23 ab	11.45 a	9.62 a
Ortalama**	5.07 C	7.84 B	8.85 A	

V.K. 20.2

*: değerler beş tekerrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. V.K.: Varyasyon katsayısı
Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;



Şekil 4.4. Uygulamaların soya bitkisinin toprak üstü aksamına etkisi



Şekil 4.5. Uygulamaların soya bitkisinin toprak üstü aksamına etkisi

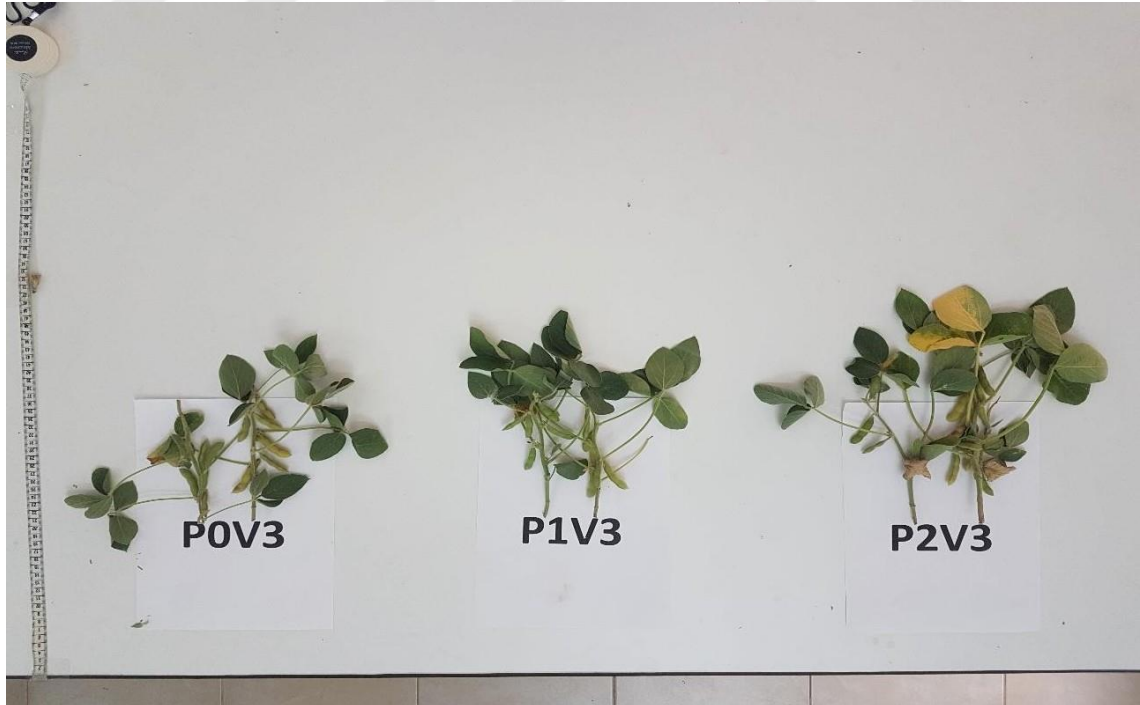
4.3. Vermikompost ve Fosfor Uygulamalarının Soya Bitkisinin Bitki Boyu Üzerine Etkisi

Vermikompost ve fosfor uygulamaları soya bitkisinin 50 günlük gelişiminde bitki boyu üzerine istatistiksel olarak %5 önem seviyesinde etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Uygulamaların soya bitkisinin boyu üzerine etkisi (cm)*

Uygulamalar	Bitki boyu (cm)			Ortalama*
	P0	P1	P2	
V0	18.8 c	19.3 bc	19.4 bc	19.1 c
V1	19.2 bc	19.6 b	20.1 a	19.6 b
V2	19.3 b	19.8 b	20.8 a	20.0 a
V3	19.9 b	19.8 b	21.2 a	20.3 a
Ortalama*	19.3 C	19.6 B	20.4 A	
V.K. 8.2				

*: değerler beş tekerrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. V.K.: Varyasyon katsayısı
Ö.D: Önemli Değer; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;



Şekil 4.7. Uygulamaların soya bitkisinin boyu üzerine etkisi

En düşük bitki boyu 15.8 cm olarak V0P0 uygulamasından elde edilirken en yüksek bitki boyu 21.2 cm ile V3P2 uygulamasından elde edilmiştir. Bitki gelişiminde biomas artışı

topraktan kaldırdığı besin elementi ile ilişkilidir. Daha fazla besin elementi alımı diğer besin elementlerinin alımını da olumlu yönde etkilemektedir. Bitki besin elementlerinden azot, fosfor ve potasyumun ideal oranları bitki gelişimini olumlu yönde teşvik etmektedir. Uygulamaların bitki boyu üzerine etkisi Şekil 4.6 ve 4.7’de verilmiştir.

4.4. Vermikompost ve Fosfor Uygulamalarının Soya Bitkisinin Yaprakların Azot, Fosfor ve Potasyum Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

Çalışmada yer alan vermikompost ve fosfor dozlarının artışı ile bitkinin yapraklarında besin elementlerinden azot konsantrasyonu üzerine vermikompost uygulaması istatistiksel olarak %5, fosfor uygulaması ise %1 önem düzeyinde etkili olmuştur. Vermikompost x fosfor interaksyonu ise %1 önem düzeyinde etkili olmuştur (Çizelge 4.6.). Ortalamalar dikkate alındığında vermikompostun kontrol uygulamasında yetişen soya bitkisinin yaprak N konsantrasyonu %2.16 ike V3 uygulamasında yaprak N konsantrasyonu %2.42 olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde fosfor dozlarının artması ile bitkinin gelişimine paralel olarak topraktan kaldırdığı besin elementi miktarında artışlar gerçekleşmiştir. Ortalamalarda P0 uygulamasında %2.06 iken yaprak N konsantrasyonu P2 uygulamasında %2.41 olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.4’te toprak üstü aksamında uygulamaların dozları arttıkça bitkinin oluşturduğu kuru madde miktarında artışların yaşandığı görülmüştür. Bitkilerin besin elementi miktarı kuru maddedeki örneklerindeki dokulardan eşit miktarlarda alınarak yapılmaktadır. Bu analiz için örneğin 0.2 gram bitki kuru maddesi alınmıştır. Buradan yola çıkılarak bitkinin oluşturmuş olduğu kuru madde miktarı oranında daha fazla besin elementi sömürmektedir. Yapılan hesaplamalar ve analizler toprağa atılan gübrenin organik madde miktarının artışı ile alımının yükseldiğini göstermektedir.

Soya bitkisinin yapraklarının P konsantrasyonu üzerine vermikompost dozları ve fosfor dozları uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde olmuştur. Ortalamalar bakımından V0 uygulamasında yaprak P konsantrasyonu %0.16 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.7.). Bu değer Jones ve ark. (1991) soya bitkisinin 30 cm’den kısa döneminde yaprak P konsantrasyonu için belirtilen noksan seviyesinde (<% 0.3) tespit edilmiştir. Jones ve ark., (1991), %0.30-0.50 P konsantrasyonu yeterli üstünü fazla olarak belirtmişlerdir. Bitki yapraklarının yeterli duruma gelmesi 50 ppm ve 100 ppm uygulamalarında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Uygulamaların soya bitkisinin yapraklarındaki N konsantrasyonuna etkileri (%)*

Uygulamalar	Bitki yaprak N konsantrasyonu (%)			Ortalama*
	P0	P1	P2	
V0	1.96 e	2.24 bc	2.28 bc	2.16 c
V1	2.01 de	2.28 b	2.43 b	2.24 b
V2	2.05 d	2.32 bc	2.44 b	2.27 a
V3	2.23 c	2.48 ab	2.56 a	2.42 a
Ortalama**	2.06 B	2.34 A	2.41 A	

V.K. 6.1

*: değerler beş tekerrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. V.K.: Varyasyon katsayısı
Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;

Çizelge 4.7. Uygulamaların soya bitkisinin yapraklarındaki P konsantrasyonu üzerine etkileri (%)*

Uygulamalar	Bitki yaprak P konsantrasyonu (%)			Ortalama**
	P0	P1	P2	
V0	0.16 e	0.26 c	0.38 b	0.26 b
V1	0.16 e	0.28 bc	0.38 b	0.27 b
V2	0.17 e	0.31 bc	0.40 ab	0.29 a
V3	0.17 e	0.35 b	0.46 a	0.32 a
Ortalama**	0.16 C	0.30 B	0.41 A	

VK. 11.2

*: değerler beş tekerrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. V.K.: Varyasyon katsayısı
Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;

P1 dozunda ortalamalarda yaprak P konsantrasyonu %0.30 ve P2 uygulamasında %0.41 olarak tespit edilmiştir. Saksılara uygulanan vermikompost miktarı ile ortalamalar dikkate alındığında artışlar gerçekleştirilmiştir. Bitki yaprak P konsantrasyonları vermikompost

ortalamlarında %0.26 ile %0.32 arasında değişmektedir. İnteraksiyonlar dikkate alındığında %1 önem seviyesinde etkilendiği görülmektedir. En yüksek yaprak P konsantrasyonu V3P2 uygulamasında %0.46 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.8. Uygulamaların soya bitkisinin yapraklarındaki K konsantrasyonu üzerine etkileri (%)*

Uygulamalar	Bitki yaprak K konsantrasyonu (%)			Ortalama**
	P0	P1	P2	
V0	1.53 c	2.16 bc	2.35 b	2.01 c
V1	1.56 c	2.19 bc	2.43 ab	2.06 b
V2	1.51 c	2.14 bc	2.44 ab	2.03 c
V3	1.56 c	2.21 bc	2.49 a	2.08 a
Ortalama**	1.54 C	2.17 B	2.42 A	
V.K. 18.2				

*: değerler beş tekerrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. V.K.: Varyasyon katsayısı
Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;

Vermikompost dozları bitki yapraklarının K konsantrasyonları üzerine istatistiksel olarak %5 önem seviyesinde etkili olurken fosfor dozları %1 önem düzeyinde etkili olmuştur (Çizelge 4.8). Vermikompost x fosfor dozları interaksiyonu %1 önem seviyesinde etkili olmuştur. Vermikompost uygulamasında ortalamalar dikkate alındığında en düşük yaprak K konsantrasyonu %1.53 ile V0 uygulamasında tespit edilirken V3 uygulamasında %2.08 K konsantrasyonu elde edilmiştir (Çizelge 4.8.). Bitkilerin oluşturduğu kuru madde miktarları arttıkça dokulardaki K konsantrasyonlarında da değişimler yaşanmaktadır. Fosfor uygulamaları arttıkça bitki gelişimine paralel olarak topraktan kaldırılan besin elementleri artmaktadır (P<0,01). Bu durumu P0, P1 ve P2 uygulamalarında elde edilen sonuçlar ortaya koymaktadır. P0 uygulamasında yaprak K konsantrasyonu %1.54 iken P1 uygulamasında %2.17 ve P2 uygulamasında %2.42 olarak tespit edilmiştir. İnteraksiyonlarda en yüksek K konsantrasyonu V3P2 uygulamalarında tespit edilmiştir.

4.5. Vermikompost ve Fosfor Uygulamalarının Soya Bitkisinin Yaprakların Yaprak Spad Düzeyine Etkileri

Yaprağın yeşil renk yoğunluğu (SPAD) klorofil konsantrasyonu ile yakın ilişkisi bulunmaktadır. Klorofil molekülünün merkezi elementlerinden birisi azottur. Azot noksanlığında yaprak renk içerikleri düşmektedir. Bitki gelişiminin ilk dönemlerinde zayıf alınan fosfor zayıf kök gelişimi yapmaktadır. İyi gelişemeyen bitkiler yapraklarına besin elementini taşıyamaz ve yaprak alanı küçülmektedir.

Çizelge 4.9. Uygulamaların soya bitkisinin yaprakların Spad miktarı üzerine etkisi*

Uygulamalar	Bitki yaprak Spad değerleri			Ortalama*
	P0	P1	P2	
V0	9.1 cd	10.4 bc	10.5 b	10.0 c
V1	9.7 c	10.8 bc	10.8 ab	10.4 b
V2	9.7 c	11.1 a	11.2 a	10.6 a
V3	9.6 c	11.2 a	11.4 a	10.7 b
Ortalama*	9.5 C	10.8 B	11.0 A	
V.K. 3.1				

*: değerler beş tekerrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. V.K.: Varyasyon katsayısı
Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;

Yaprak Spad değerleri üzerine vermikompost ve fosfor dozları istatistiksel olarak %5 önem düzeyinde etkili olmuştur. Bitki gelişimi arttıkça vejetatif aksamdaki artış besin elementi alımını artırarak özellikle azot alımını arttırmıştır. Bu artış ile yapraklardaki azot birikimi yaprak Spad değerlerinin artmasına neden olmuştur. Vermikompost x fosfor dozu etkileşimi istatistiksel olarak %5 önem düzeyinde etkili olmuştur (Çizelge 4.9.). En yüksek yaprak Spad değeri 11.2 ve 11.4 ile V2P3 ve V3P2 uygulamalarından elde edilmiştir.

4.6. Vermikompost ve Fosfor Uygulamalarının Topraktaki Bakteri Sayısı Üzerine Etkileri

Vermikompost gibi organik kökenli gübreler toprağa karıştırıldığında toprak canlılığını artırmaktadır. Bu canlılık toprak içerisinde var olan sistemlerin olumlu çalışmasını sağlamaktadır. Organik madde topraktaki besin elementlerin çözünürlüğünün artırılmasında gerek yüzey alanı oluşturması gereksede toprak canlılarının miktarında artışlar sağlaması bakımından önemlidir. Çalışmada toprağa vermikompost uygulaması

ile bakteri yoğunluğunun artışında istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde etkili olmuştur. Fosfor uygulamasının etkisi ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.10.).

Çizelge 4.10. Uygulamaların topraktaki bakteri sayısı üzerine etkileri*

Uygulamalar	Bakteri yoğunluğu (hücre/ml)			Ortalama**
	P0	P1	P2	
V0	1.13x10 ³	1.19x10 ³	1.19x10 ³	1.17x10³ c
V1	2.11x10 ³	2.12x10 ³	2.12x10 ³	2.11x10³ c
V2	1.48x10 ⁴	1.67x10 ⁴	1.65x10 ⁴	1.60x10⁴ b
V3	2.34x10 ⁴	2.45x10 ⁴	2.46x10 ⁴	2.41x10⁴ a
Ortalama Ö.D.				

*: değerler dört tekerrür ortalamasıdır ve her bir parametre ayrı ayrı değerlendirilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir.
Ö.D: Önemli Değil; *P<0.05; **P<0,01 önemlidir;

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Vermikompost ve fosfor dozlarının bitkide oluşturduğu verim (yaş yaprak, gövde ve kök) artışı çalışmamızda çıkan en önemli sonuçlardan birisi olmuştur. İncelenen kök yaş

ağırlığı kontrole göre 18.83 gr/bitki iken en yüksek vermikompost dozunda ise 37.05 gr/bitki olarak bulunmuştur. Yine kök kuru ağırlığında kontrole göre en yüksek vermikompost dozu %50'lerde artışlara neden olmuştur. Ortalamalar bakımından kontrol uygulamasında toprak üstü aksam (sap+yaprak) 23.20 gr/bitki iken V1 uygulamasında 26.47 gr/bitki, V2 uygulamasında 28.01 gr/bitki ve V3 uygulamasında 36.05 gr/bitki olarak tespit edilmiştir. Vermikompostun saksı içerisindeki ağırlığının %8 oranında toprak üst kısmına karıştırılmasıyla kontrole kıyasla yaklaşık %70'lerde bir artış gerçekleştirdiği görülmektedir. Vermikompost uygulamalarıyla toprak üstü aksamın kuru ağırlığında yaklaşık %60'larda bir artış gerçekleşmiştir. Toprağa organik madde katma ile toprak çözeltisinde bulunan kirecin fosforu tutma oranı düşmektedir. Yine organik madde ilavesi toprağın su tutma kapasitesini artırarak bitkinin toplam sudan yararlanma oranını artırmaktadır. Toprak organik madde miktarının artışıyla toprağın fosfor fiksasyonunu azaltıcı özelliğe sahip olduğunu bildirmiştir. Vermikompost ile yapılan birçok çalışmada bitkinin vejetatif aksamı üzerine vermikompost uygulamasının olumlu etkileri olurken oluşan meyve veriminin de arttığı bildirilmektedir. Vermikompost uygulamalarında çilek bitkisinde kök bioomasının %37 arttığını ve pazarlanılabilir meyvede %35 artış gerçekleştiğini Arancon ve ark. (2004), portakalda ilk yıl verimi %32 oranında artış olduğunu bildirmişlerdir (Makode ve ark., 2015).

Banik ve ark. (2007), toprağa karıştırılan vermikompostun kireçli bir toprakta toprak enzim aktivitesini arttırdığını bildirmişlerdir. Bu özellik ise toprak canlılığının bir göstergesi olup atılacak kimyasal ve organik gübrelerin bitki tarafından alınabilir hale gelmesi bu canlıların popülasyonundaki artışla gerçekleşmektedir.

Çalışmamızda soya bitkisine fosforlu gübre verilmesiyle bitkinin toplam biomasında istatistiksel düzeyde artışlar yaşanmıştır. Bitkinin kök yaş ağırlığı P0 uygulamasında 18.83 gr/bitki iken 100 ppm P uygulamasında 37.05 gr/bitki olarak ölçülmüştür. Aynı şekilde kök kuru ağırlıklarında da istatistiksel düzeyde artışlar gözlenmektedir. İyi bir kök gelişimi bitkinin su ve besin elementi alımını artırmaktadır. Soya bitkisinin toprak üstü aksamı kontrol uygulamasında 25.69 gr/bitki olarak bulunurken, P2 uygulamasın 44.34 gr/bitki olarak belirlenmiştir. Fosfor uygulaması ile P1 ve P2 uygulamalarında sırası ile %30 ve %85'lik artışlar yaşanmıştır. Çalışmamızda vermikompost ve fosfor uygulamalarının birlikte olan etkisi incelendiğinde istatistiksel anlamda artışlar ve interaksyonlarda da

olumlu sonuçlar gözlemlenmiştir. En yüksek biomas artışları V3P2 uygulamalarında gerçekleşmiştir. Bu durum vermikompost uygulamasının fosforlu gübrelemenin topraktaki yararlılığını arttırdığını ve bitki tarafından alımını gerçekleştirdiğini göstermektedir. Toprağa uygulanan Organik madde kireçli toprakların kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerini düzelterek verimliliği arttırmaktadır (Nardi ve ark., 2002). Topraktaki organik madde seviyesindeki artış ile fosfor yararlılığı arasındaki ilişki araştırmacılar tarafından şu şekilde açıklanmaktadır.

Organik maddenin yararlı fosfor konsantrasyonunu doğrudan artırıcı etki yapmasının asıl nedeni organik maddenin parçalanması sırasında ortaya çıkan karbondioksittir. Toprak nemi ile birleşerek çözünen karbondioksit gazı karbonik asite dönüşür. Meydana gelen karbonik asit alkalın-kireçli topraklardaki yararlısız halde bulunan fosfat bileşiklerini kolay çözünebilen humat ve fosfat anyonlarına dönüştürmekte ve bitkilerce alınabilir fosfor miktarını artırıcı etki yapmaktadır (Kaçar ve Katkat, 1998). Nitekim fosforlu gübreler ve vermikompost ile fosforlu gübreleri çalışan araştırmacılarda verim ilişkisini organik madde fosfor alım ilişkisine bağlamışlardır. Aryanpoori ve ark. (2015), soya bitkisi yetiştiriciliğinde vermikompost ve fosfor kaynağını farklı dozlarda süperfosfat uygulamışlardır. 5000 kg/ha ve 10000 kg/ha vermikompost uygulamasına ek olarak %50, 75, 100 oranlarında inorganik fosfor uygulaması yapılmıştır. Sonuç olarak vermikompost ve inorganik fosfor dozları arttıkça bitkinin klorofil içeriği, fiziksel gelişimi, verimi ve diğer özellikleri istatistiksel olarak artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Das ve ark. 2015, fosfor ile zenginleştirilmiş vermikompostun (VC-P) Yer fıstığı bitkisinin verimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Denemede sırası ile şu fraksiyonlar uygulanmıştır: (T₁) %100 P, (T₂) %75 P + %25 VC-P, (T₃) %50 P + %50 VC-P, (T₄) %25 P + %75 VC-P, (T₅) %100 VC-P, (T₆) %125 VC-P, (T₇) %150 VC-P. En yüksek verim (T₇) fraksiyonunda 2400.5 kg/ha olarak elde edilirken en düşük ürün verimi (T₁) fraksiyonundan 1479.0 kg/ha olarak elde edilmiştir. Kuru madde oranında ise maksimum ve minimum değerler sırasıyla (T₇) uygulaması ile 4402.86 g/m² ve (T₁) uygulaması için 1096.66 g/m² olarak tespit edilmiştir. Çalışmada P ile zenginleştirilmiş vermikompost uygulamasının inorganik P uygulamasına göre oldukça etkili olduğu ifade edilmektedir. Şahin ve ark. (2016), toprağa organik madde ilave etmenin mikrobiyal biyomasi artırarak fosfataz enzim aktivitesini artırdığı; Muhammad ve ark. (2016), taze

fasülye bitkisine inorganik P'un vermikompost ile uygulanmasında verim artışlarının yaşandığını bu artışların yaşanmasında inceledikleri özelliklerde besin elementi alımlarının vermikompost uygulaması ile arttığını bildirmişlerdir. Bir diğer araştırmacı Das ve ark. (2015), fosforca zenginleştirilmiş vermikompostun yer fıstığında verimi arttırdığını bildirmiştir. Bu verim artışının inorganik fosforlu gübrelemeden daha fazla olduğunu araştırmalarında ortaya koymuşlardır.

Çalışmamızda uygulamaların yaprak N, P ve K konsantrasyonlarını istatistiksel düzeyde arttırdığını belirlenmiştir. Soya bitkisinin gelişiminde 30 cm lik boya eriştiği dönemde Jones ve ark. (1991)'in bildirdiği sınır değerlerde kontrol uygulamasında bitki yaprak sınır değerleri yetersiz çıkarken fosfor ve vermikompost dozlarındaki artış ile yaprak besin elementi konsantrasyonlarının sınır değerlere yaklaştığı görülmektedir. Bitki yapraklarındaki N konsantrasyonlarında hem vermikompost hem de fosfor uygulamalarının etkisi eşit düzeyde olmuştur. Yaprak P konsantrasyonlarında fosforlu gübrelemenin etkisi ise fosfor dozu arttıkça %100 lerde P konsantrasyonu artış göstermiştir. Ortalamalar dikkate alındığında kontrolde yaprak P konsantrasyon % 0.16 iken P1 uygulamasında %0.30 ve P2 uygulamasında yaprak P konsantrasyonu % 0.41 olarak tespit edilmiştir. Yaprak P konsantrasyonuna vermikompost uygulaması etki etmiştir ancak P uygulaması kadar değildir. Muhammad ve ark. (2016), inorganik P ve vermikompost uygulamasının taze fasülyede NPK alımın artırdığını bildirmişlerdir.

Kontrol uygulamasına göre NPK uygulamalarının farklı kombinasyonlarında verim artışının gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Vermikompost içerisindeki besin elementi düzeyindeki zenginliği de uygulamalar neticesinde çıkan sonuçların artışlarına etkisini göz ardı etmemek gerekir. Çalışmada kullanılan vermikompostun fosfor içeriği yüksektir.

Çalışmamızda yaprakların SPAD değerleri fosfor dozları arttıkça ve vermikompost dozlarının artmasıyla artış göstermiştir. Bitki gelişimine bağlı olarak topraktan kaldırdığı besin elementi özellikle N miktarındaki artış yaprakların koyu renk almasını sağlamaktadır. Aryanpoori ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada uyguladıkları vermikompost ve fosfor uygulamalarının artmasının yaprak klorofil miktarında artışlara neden olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda vermikompostun toprak içerisindeki organik madde düzeyini arttırdığını ve buna bağlı olarak topraktaki canlılığın göstergesi olan bakteri yoğunluğunu arttırdığı yapılan analizler neticesinde ortaya konmuştur. Toprak içerisindeki canlılık özellikle kök rizosfer bölgesindeki mikrobiyal aktivite burada bulunan besin elementlerin yararlılığını artırmaktadır. Banik ve ark. (2007), çeşitli bakteriler tarafından ayrışabilen organik materyallerin (inek gübresi, suda yaşayan yabancı otlar, çimen ve katı belediye atıkları) vermikompostun kimyasal içeriği ve enzim aktivitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Uygulamada ayrıca vermikompostu kireç ve çeşitli bakteri popülasyonu ile inokulasyona tabi tutmuşlardır. İnek gübresinden elde edilen vermikompostun besin içeriği, enzim aktivitesi ve mikrobiyel etkinlik bakımından daha üstün olduğu belirtilmiştir. Kireç (CaCO_3) inokulasyonu (5 g/kg) ise besin içeriğine etki etmemesine rağmen enzim aktivitesinde etkili olmuştur.

Vermikompost materyali hem bitki gelişimine katkı sağlayan hem de toprak yapısını düzenleyen bir kompozisyon içermektedir. Yapılan çalışma ve daha pek çok çalışmada vermikompostun topraktan besin elementi alımını artırdığını, bitki gelişimini teşvik ettiğini, toprakta organik madde ve humik maddelerin oranını artırdığını ve mikrobiyal aktivitenin artmasına katkı sağladığını göstermektedir. Ayrıca vermikompost kullanımının yaygınlaşması ile ekolojik dengenin olumlu yönde etkileneceği kesin olarak söylenebilir. Bu durum üzerinde hem vermikompostun atıkların ortadan kaldırılmasındaki etkisi hem de sentetik gübre kullanımının azaltılmasındaki rolü etkili olmaktadır. Vermikompost materyalinin kullanılması ile sentetik gübrelerin de yararlılığının arttığı çalışmamızdan çıkan önemli sonuçlardan birisidir. Ancak vermikompost sentetik gübrelerin yerini alacak bir materyal olarak değil önemli bir destek materyal ve çevre dostu bir toprak düzenleyici olarak düşünülmelidir.

KAYNAKLAR

- Amyanpoori, S., Ovassi, M. ve Fathinejad, E., 2015. Effect of vermicompost and triple superphosphate on yield of corn (*Zea Mays* L.) in Behbahan. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences, Volume-3(VI).
- Anonim, 2009. Bionat Üstün Nitelikli Solucan Gübresi, Broşür, Agrostar, Antalya.
- Anonim, 2012. <http://www.akmesolidem.com>
- Anonim, 2014. <https://www.ekosol.net>

- Allison, L.E. ve Moodie, C.D., 1965. Carbonate, In C. A. Black et al. (ed.) *Methods of Soil Analysis. Part 2, Agronomy 9*, 1379- 1400 Amer. Soc. of Agron, Inc., Madison, Wisconsin, U.S.A .
- Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Bierman, P., Welch, C. ve Metzger, J. D., 2004. Influences of vermicompost applications to strawberries: Part 1. Effects on growth and yield. *Bioresource Technology*, 93 (2), 145–153.
- Bai, Z., Li, H., Yang, X., Zhou, B., Shi, X., Wang, B., Li, D., Shen., J., Chen, Qin, W., Oenema, O. ve Zhang, F., 2013. The critical soil P levels for crop yield, soil fertility and environmental safety in different soil types. *Plant Soil*. 372, 37-37.
- Banik, P., Pramanik, P., Ghosh, G. K. ve Ghosal, P. K., 2007. Changes in organic–C, N, P and K and enzyme activities in vermicompost of biodegradable organic wastes under liming and microbial inoculants. *Science Direct*, 98, 2485-2494.
- Bekele, A., Kibret, K., Bedadi, B., Balemi, T., Halla, M.Y., 2018. Effects of lime, vermicompost and chemical P fertilizer on yield of maize in Ebantu District, Western highlands of Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research*, 13 (10), 477-489.
- Bergmann, W., 1992. *Nutritional Disorders of Plants*. pp. 1-741, Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart.
- Bremner, J.M, 1965. Total Nitrogen In: *Methods of Soil Analysis*. (Edit. C.A Black) Part 2. Amer. Soc. of Agr. Inc., Publisher, Madison, Wisconsin, USA, p: 1149- 1178.
- Boran, D., Namli, A., Akca. ve M.O., 2017. Determination of quality parameters of vermicompost under different thermal techniques. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26 (8), 5205-5212.
- Ceritoglu, M., Erman, M., Ceritoglu, F., Bektas, H., 2021. The response of grain legumes to vermicompost at germination and seedling stages. *Legume Research*, 44 (8), 936-941.
- Das, T., Debnath, S. B., Satpute, S. B. ve Bandyopadhyay, S., 2015. Effect of phosphorus enriched vermicompost on growth and yield of groundnut (*Arachis Hypogaea* l.) as influenced by soil phosphorus use efficiency. *Indian journal and Technology*, 8 (11) : DOI 10.17485/ijst.
- Dominguez, J., 2004. State of the Art and New Perspectives on Vermicomposting Research. In: C. A.
- Edwards, C.A., 1995. Commercial and environmental potential of vermicomposting: A historical overview. *BioCycle*, June, 62-63.
- Gee, G. W. ve Boudier, J. W., 1986. Particle Size Analysis. In: A. Clute (edit.) *Methods of Soil Analysis Part I Agronomy No:9* Am Soc. of Agron. Madison, Wisconsin, USA.
- Ghosh, M, Chattopadhyay, G. N ve Baral. K., 1999. Transformation of phosphorus during vermicomposting. *Bioresour. Technology*, 69, 149–154.
- Gül, V., Gidik, B., Gengel, U., 2021. Effects of vermicompost fertilizer on the yield and oil quality in sunflower varieties. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30 (12), 13351-13358.
- Jones, J.R., Wolf, B. ve Mills, H.A., 1991. *Plant Analysis Handbook*. Micro Macro Publishing, Inc.
- Jackson, M. L., 1958. *Soil Chemical Analysis*. 214- 221.
- Kacar, B. ve Katkat, V., 1998. *Bitki Besleme*. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayını, Yayın No: 127, 595 s, Bursa.
- Kacar, B. ve Katkat, V., 2009. *Bitki Besleme*. Nobel Yayınları.

- Karaçal, İ ve Tüfenkçi, Ş., 2010. Bitki Beslemede Yeni Yaklaşımlar ve Gübre-Çevre İlişkisi, Ziraat Mühendisliği VII.Teknik Kongresi. 257-268, 11-15 Ocak, Ankara.
- Karaman, M. R., 2012. Bitki Besleme. Ankara: Duman Ofset Matbaacılık.
- Kaviraj, Sharma S. Municipal., 2003. Solid waste management through vermicomposting employing exotic and local species of earthworms. Bioresource Technology, 90, 169-73.
- Lazcano, C., Revilla P., Malvar, R.A. ve Domínguez, J., 2011. Yield and fruit quality of four sweet corn hybrids (*Zea mays*) under conventional and integrated fertilization with vermicompost. Journal of the Science of Food and Agriculture.
- Lazcano, C., Sampedro, L., Zas, R. ve Domínguez, J., 2010. Vermicompost enhances germination of the maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). New Forest, 39, 387-400.
- Leytem, A.B. ve Mikkelsen, R.L., 2005. The nature of phosphorus in calcareous soil. Better Crop, 89, 11-13.
- Lindsay, W.L. and Norwell W.A., 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Dron, Manganese and Copper. Soil Sci. Soc. Amer. J., 42, 421-428.
- Makode, P. M., Rathod, R. G. ve Akola, M., 2015. Effect of vermicompost on the growth of Indian orange, *Citrus reticulatus* with reference to its quality and quantity. Bioscience Biotechnology Research Communications, 8 (2), 217-220.
- Moghimi, N., Hosseinpur, A., Motaghian, H., 2018. The effect of vermicompost on transformation rate of available p applied as chemical fertilizer in a calcareous clay soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 49 (17), 2131–2142.
- Muhammad N, Maina BM, Aljameel KM, Maigandi S.A. ve Buhari S., 2016. Nutrient intake and digestibility of Uda rams fed graded levels of *Parkia bi-globosa* (African locust bean) yellow fruit pulp. In-ternational Journal of Livestock Research, 6 (5), 33-42.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. ve Vianello, A., 2002. Physiological effect of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry, 34, 1527-1536.
- Orozco FH, Cegarra J, Trujillo L.M. ve Roig A., 1996. Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia fetida*: effects on C and N contents and the availability of nutrients. Biology and Fertility of Soils, 22, 162-166.
- Richards, L.A Ed., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. United States Department of Agriculture Handbook, 60, 94.
- Şahin, Ö., Taşkın, M. B. ve Kaya, E. C., 2016. Fosfor uygulamasının marul ve soğan bitkilerinin elemen konsantrasyonlarına etkisi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TAGRİD Özel Sayısı, 150-160.
- Venkatesh, R.M. ve Evera, T., 2007. Mass reduction and recovery of nutrients through vermicomposting of fly ash. Applied Ecology and Environmental Research, 6 (1), 77-84.
- Vurgun, E., Müftüoğlu, N.M., 2019. Bitkinin fosfor alımına vermikompost ve farklı fosfor dozlarının birlikte etkisi. Mediterranean Agricultural Sciences, 32 (3), 437-441.
- Zaller, J. G., 2007. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. Scientia Horticulturae, 112, 191-199.