

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**VERMİKOMPOSTUN FOSFOR VE
POTASYUMU TUTMASI ÜZERİNE ETKİSİ**

Nuri Burak ASLANTEKİN

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 08/07/2019

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Nuray Mücellâ MÜFTÜOĞLU

ÇANAKKALE

Nuri Burak ASLANTEKİN tarafından Prof. Dr. Nuray Mücellâ MÜFTÜOĞLU yönetiminde hazırlanan ve **08/07/2019** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Vermikompostun Fosfor ve Potasyumu Tutması Üzerine Etkisi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Prof. Dr. Nuray Mücellâ MÜFTÜOĞLU

Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Halil SAMET

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Yakup ÇIKILI

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



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

Nuri Burak ASLANTEKİN

TEŞEKKÜR

Bu tez çalıőmasının hazırlanması, yürütülmesi ve tamamlanmasının her aőamasında mesleki bilgilerini benimle paylaőan ve hiçbir zaman hoőgörü ve anlayıőını eksik etmeyen saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Nuray Mücellâ MüFTüOğLU'na sonsuz teőekkürü bir borç bilirim.

Tez çalıőmamın laboratuvar kısmında ve istatıksel analizlerinde bana tecrübeleri ile sürekli destek olan sayın Doç. Dr. Cafer TÜRKMEN ve Arő. Gör. Gizem AKSU'ya teőekkürlerimi sunarım

Eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olan ve her zaman destek olan canım annem Sebahat ASLANTEKİN ve canım babam Nazmi ASLANTEKİN'e sonsuz sevgi ve teőekkürlerimi sunarım.

Nuri Burak ASLANTEKİN
anakkale, Temmuz 2019

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzdeoranı
Ca	Kalsiyum
CaO	Kalsiyum oksit
Cl	Klor
cm	Santimetre
cm ²	Santimetrekare
Cu	Bakır
da	Dekar
EC	Tuzluluk derecesini belirleyen ölçü birimi
Fe	Demir
g	Gram
ha	Hektar
K	Potasyum
K ₂ O	Potasyum oksit
K ₂ SO ₄	Potasyum sülfat
kg	Kilogram
m ²	Metrekare
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
MgO	Magnezyum oksit
mL	Mililitre
Mo	Molibden
N	Azot
Na	Sodyum
NaHCO ₃	Sodyum bikarbonat
NO ₃ ⁻	Nitrat iyonu
P	Fosfor
P ₂ O ₅	Fosfor penta oksit
pH	Reaksiyon (Asitlik-Bazlık derecesi)
ppm	Milyonda bir birim
SO ₄ ²⁻	Sülfat iyonu
TSP	Triplesüper fosfat

ÖZET

VERMİKOMPOSTUN FOSFOR VE POTASYUMU TUTMASI ÜZERİNE ETKİSİ

Nuri Burak ASLANTEKİN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Nuray Mücellâ MÜFTÜOĞLU

08/07/2019, 38

Daha önce yurtdışında ve ülkemizde yapılan bazı çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda, vermikompostun bitki verimi üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Ancak vermikompost kullanımından dolayı fosfor ve potasyum elementlerin tutunmaları konusunda çalışma bulunmamaktadır.

Denemede, organik bir gübre olan vermikompostun fosfor ve potasyum elementlerini tutması üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırmada; organik gübre olarak vermikompost, yetiştirme ortamı olarak perlit, fosfor uygulaması için triplesüper fosfat gübresi, potasyum uygulaması için potasyum sülfat gübresi ve yıkamalar için saf su kullanılmıştır.

Deneme, iki bağımsız deneme şeklinde kurulmuş olup, fosfor ve potasyumun tutunabilirliği takip edilmiştir. Tüm denemede vermikompost aynı dozda (1000 kg/da), fosfor (0; 4; 8; 12; 16; 20 kg P₂O₅/da) ve potasyum (0, 10, 20, 30, 40 50 kg K₂O/da) dozlarında kullanılmış ve 15 gün ara ile 6 yıkamaya tabi tutulmuştur.

Perlit ortamına katılan vermikompost ile artan fosfor ve potasyum uygulamaları incelendiğinde yıkanan fosfor ve potasyum miktarının 6 yıkama sonucunda düzenli olarak ortama katılan miktarları arttıkça yıkanan miktarının da arttığı saptanmıştır. Fosforda en fazla yıkanma 4 kg/da fosfor düzeyinde (%45,2), en düşük yıkanma ise 12 kg/da fosfor düzeyinde (%32,2) bulunmuştur. Potasyumda ise en fazla yıkanma 50 kg/da potasyum düzeyinde (%66,8), en az yıkanma ise 10 kg/da potasyum düzeyinde (%43,9) tespit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Fosfor, Potasyum, Vermikompost, Yıkama

ABSTRACT

EFFECT OF VERMICOMPOST ON PHOSPHORUS AND POTASSIUM ADSORPTION

Nuri Burak ASLANTEKİN

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Soil Science and Plant Nutrition

Advisor: Prof. Dr. Nuray Mücellâ MÜFTÜOĞLU

08/07/2019, 38

Considering some studies conducted previously in Turkey and abroad, vermicompost was found to be effective on plant yield. However, due to the use of vermicompost, there are no studies on the adsorption of phosphorus and potassium elements.

In the experiment, the effects of vermicompost, which are organic fertilizer, on phosphorus and potassium adsorption were investigated. In the study; vermicompost as organic fertilizer, perlite as growth medium, triplesuper phosphate fertilizer for phosphorus application, potassium sulfate fertilizer for potassium application and pure water for washing were used.

The experiment was established as 2 independent trials and the adsorption of phosphorus and potassium was followed. In all experiments, vermicompost in the same dose (10000 kg/ha), the dosages of phosphorus (0, 40, 80, 120, 160 ve 200 kg P₂O₅/ha), potassium (0, 100, 200, 300, 400 ve 500 kg K₂O/ha) and 6 washings with 15 days interval was applied.

When increased phosphorus and potassium applications were examined with vermicompost added to perlite medium, it was found that the amount of phosphorus and potassium washed increased as the amount added regularly to the medium increased as a result of 6 washings. The highest washing at phosphorus was found at 40 kg/ha (45.2%) and the lowest washing at 12 kg/da (32.2%). In potassium, the highest washing was found at 50 kg/da (66.8%) and the least washing was found at 10 kg/da (43.9%).

Keywords: Phosphore, Potassium, Vermicompost, Washing

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE YÖNTEM.....	7
3.1. Materyal	7
3.1.1. Perlit	7
3.1.2. Vermikompost	7
3.1.3. Kimyasal Gübreler.....	8
3.2. Yöntem.....	8
3.2.1. Denemelerin Kurulması ve Yürütülmesi.....	10
3.2.2. Yıkama İşlemlerinin Yapılması.....	12
3.2.3. Saksı Altlıklarından Alınan Örneklerin Analize Hazırlanması	13
3.2.4. Yapılan Analizler.....	14
3.3. Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesinde Kullanılan İstatistik Analizler	14
BÖLÜM 4.....	15
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	15
4.1. Fosfor Uygulaması	15
4.1.1. Fosfor Uygulamasında 1. Yıkama	15
4.1.2. Fosfor Uygulamasında 2. Yıkama	16
4.1.3. Fosfor Uygulamasında 3. Yıkama	17
4.1.4. Fosfor Uygulamasında 4. Yıkama	19
4.1.5. Fosfor Uygulamasında 5. Yıkama	20
4.1.6. Fosfor Uygulamasında 6. Yıkama	21
4.1.7. Fosfor Uygulamasında Toplam 6 Yıkama Sonunda Yıkanan Fosfor Miktarı ...	22

4.2. Potasyum Uygulaması.....	24
4.2.1. Potasyum Uygulamasında 1. Yıkama.....	24
4.2.2. Potasyum Uygulamasında 2. Yıkama.....	26
4.2.3. Potasyum Uygulamasında 3. Yıkama.....	27
4.2.4. Potasyum Uygulamasında 4. Yıkama.....	28
4.2.5. Potasyum Uygulamasında 5. Yıkama.....	29
4.2.6. Potasyum Uygulamasında 6. Yıkama.....	31
4.2.7. Potasyum Uygulamasında Toplam 6 Yıkama Sonunda Yıkanan Potasyum Miktarı	32
BÖLÜM 5	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	35
KAYNAKLAR	36
ÖZGEÇMİŞ	I

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Fosfor uygulamasına ait deneme deseni	9
Şekil 3.2. Potasyum uygulamasına ait deneme deseni.....	10
Şekil 3.3. Denemenin hazırlanma aşaması	11
Şekil 3.4. Örneklerin analize hazırlanması	14



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan vermikompostun içerdiği elementler.....	8
Çizelge 3.2. Denemede kullanılan saf bitki besin maddeleri ve bunlara karşılık gelen gübre miktarları.....	12
Çizelge 3.3. Denemedeki yıkama işlemleri	12
Çizelge 3.4. Kullanılan saf su miktarı ile fosfor denemesinin süzük miktarı.....	13
Çizelge 3.5. Kullanılan saf su miktarı ile potasyum denemesinin süzük miktarı.....	13
Çizelge 4.1. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 1. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu	15
Çizelge 4.2. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 1. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarları.....	16
Çizelge 4.3. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 2. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu	16
Çizelge 4.4. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 2. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarları.....	17
Çizelge 4.5. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 3. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu	18
Çizelge 4.6. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 3. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarları.....	18
Çizelge 4.7. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 4. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu	19
Çizelge 4.8. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 4. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarları.....	19
Çizelge 4.9. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 5. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu	20
Çizelge 4.10. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 5. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarları.....	21
Çizelge 4.11. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 6. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu	21
Çizelge 4.12. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 6. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarları.....	22
Çizelge 4.13. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının toplam 6 yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu	23
Çizelge 4.14. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının toplam 6 yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarları	23
Çizelge 4.15. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 1. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu	25
Çizelge 4.16. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 1. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarları	25
Çizelge 4.17. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 2. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu	26
Çizelge 4.18. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 2. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarları	26
Çizelge 4.19. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 3. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu	27
Çizelge 4.20. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 3. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarları	28

Çizelge 4.21. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 4. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu	28
Çizelge 4.22. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 4. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarları	29
Çizelge 4.23. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 5. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu	30
Çizelge 4.24. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 5. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarları	30
Çizelge 4.25. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 6. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu	31
Çizelge 4.26. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 6. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarları	31
Çizelge 4.27. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının toplam 6 yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu.....	32
Çizelge 4.28. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının toplam 6 yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarları.....	33



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Dünya nüfusundaki artış hızı insanlık tarihinin başlangıcında yavaş olmasına rağmen son birkaç asırdır oransal olarak hızla artmıştır. İnsanlar başlangıçta toplayıcılıkla, balıkçılıkla, avcılıkla yaşamlarını sürdürdüklerinden yaşamlarına yetecek kadar besine ulaşabilmeleri için geniş sahalara gereksinim duyuluyordu. Daha sonra yerleşik yaşama geçilmesiyle tarımla uğraşılması, hayvanların evcilleştirilmesi nedeniyle daha küçük alanlar yeterli olmuştur. Ayrıca sanayideki hızlı gelişmelerle birlikte tıp alanında ilerlemeler olması, beslenme ve sağlık koşullarının da düzelmesiyle birlikte dünya nüfusunda hızla artış görülmüştür. Nüfusun hızla artışı tarımda da fazla ürün alınma gerekliliğini getirmiştir. Bu durum kimyasal gübrelerin devreye girmesine neden olmuştur. Kimyasal gübrelerin bilinçsizce kullanımı yeraltı ve yer üstü tatlı su kaynaklarının nitrat (NO₃) içerikleri yükseltmiş, akarsu, göl ve denizlerde özellikle fosfor içerikli maddeler nedeni ile ötrofikasyon meydana gelmiş, ayrıca kobalt (Co), krom (Cr), bakır (Cu), demir (Fe), nikel (Ni), kurşun (Pb), çinko (Zn) gibi ağır metallerin birikimleri artarak tarım alanlarını kirletmiştir. Bu durumun insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkisinin görülmesi üzerine tarımdaki her türlü girdinin daha kontrollü kullanılması amacı ile iyi tarım, organik tarım gibi üretim sistemleri üzerinde yoğun çalışmalar yapılmaktadır.

Organik tarım; doğal sistemde yapılan hatalı uygulamalar sonucu kaybolan dengeyi yeniden kurmaya yönelik insan ve çevre ile uyumlu olan sistemleri içermekte olup, temelde doğal olmayan, sentetik olarak üretilen kimyasal gübreler ve ilaçlar yerine organik gübreleme, ekim nöbeti, toprağın korunması, bitkinin direncini arttırma, parazit ve avcı böceklerden yararlanmayı öneren ve üretimde miktar artışını değil ürünün kalitesinin arttırmasını ilke edinen bir üretim olarak tanımlamaktadır (Rehber ve Turhan, 2001).

Vermikültür ismi kontrollü koşullar altında, organik artıkların uygun kompost solucanı kullanılması ve mikroorganizmaların da yardımıyla organik gübreye dönüştürme işlemidir. Bu işlem sonucu oluşan gübre siyah renkli, humus miktarı bakımından zengin olan organik bir gübredir. Vermikültür çalışmalarında amaç sürdürülebilir bir verimlilik ve bunun yanı sıra ticari olarak kar elde etmektir. Vermikültür çalışmaları sonucunda elde edilen organik gübre sürdürülebilir verimlilik için katkıda bulunurken hem vermikompost hem de sayıca hızla artan solucan miktarları ticari ürün olarak değerlendirilir.

Vermikültür işlemlerinin sonunda elde edilen ürünlerden biri olan vermikompost içerisinde; solucan dışkısı, vermikest, solucanın sindirim sisteminden geçmemiş organik madde ile solucana ait yumurtalar ve canlı mikroorganizmalar bulunur. Vermikompost içinde bulunan mikroorganizmalar, bitkiler tarafından topraktaki bitki besin maddelerinin [mineral formdaki bitkiye yararlı bitki besinlerini; amonyum (NH₄), NO₃, Fe, kalsiyum (Ca), fosfor (P), potasyum (K), Cu, molibden (Mo), vb] daha kolay alınmasına neden olur.

Ülkemizde her ne kadar yeterince bilinmişliği ve kullanımı yaygın olmasa da solucanlar tarafından üretilen organik bir gübre olan vermikompost birçok ülkede kullanılmaktadır. Bu gübrenin en önemli etkisinin toprağın biyolojik özellikleri üzerine olduğu bilinmektedir. Gübre içerisinde yer alan yararlı mikroorganizmalar yetiştirilen bitkinin kök bölgesine yerleşerek buradan kökün etkileşim halinde bulunduğu çeşitli antibakteriyel maddeler, enzimler ve bitki gelişim düzenleyicileri salgılamaktadırlar. Bu salgılar, hem bitkinin toprak kökenli hastalığa neden olan organizmalardan korunmasını hem de toprakta yararlı konumdaki organik bağlı besin elementlerinden faydalanmasını sağlamakta, bitkinin kök ve sürgün gelişimi ile meyve tutumuna yardımcı olmaktadır (Yılmaz ve ark., 2016).

Kompost elde edilmesi sırasında solucan kullanılması bitkisel üretimi arttırmasının yanında ortamda olması muhtemel hastalık etmeni olan organizmaları da azaltmaktadır. Bitkisel üretimde vermikompostun kullanılması toprakların verimliliklerinin sürekli olmasına yönelik pek çok eksikliğini ortadan kaldırmaktadır. Vermikompostun gerek toprağa sağladığı biyolojik zenginlik gerekse toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki iyileştirmeler sebebiyle son zamanlarda en çok tutulan organik gübre olduğu vurgulanmıştır (Yağmur ve Eşiyok, 2013).

Organik gübrelerin kullanımının artırılması ve verimliliğinin sürdürülebilir olması için vermikompost ile birlikte verilen farklı dozdaki fosfor ve potasyum elementlerinin buldukları ortama tutunmalarının nasıl etkilendiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Vermikompost İle Yapılan Çalışmalar

Vermikompost çeşitli organik atıkların bazı toprak solucanları tarafından sindirilmeleri sırasında kompostlaştırıldığı, bitki besin elementleri, mikroorganizma, çeşitli enzimler, organik madde, humik ve fulvik asitçe zengin, toprak düzenleyicisi ve aynı zamanda bitki beslemede gübre olarak tanımlanmaktadır (Edwards ve Bohlen, 1996).

Organik atıklardan yararlanılması amacı ile elde edilen vermikompost, güvenilir, ekonomik ve sürdürülebilir bir yöntem olarak bitki büyümesini olumlu yönde artırmakta, bitki beslemede yardımcı olmaktadır. Vermikompost üretimi, küçük veya orta ölçekli tarım üreticileri için ek bir masrafa gerek kalmaksızın az miktardaki girdiler ile üretim sistemini olanaklı hale getirir. Ayrıca geleneksel olarak yapılan tarım şekline organik tarıma geçiş sürecinde ilk yıllarda görülen ürün düşüşünü de telafi edebilir. Vermikompost tekniklerinin, insan ve hayvanlarda besin güvenliğini temin ettiği, çevre sağlığı bakımından güvenilir ve yüksek ekonomik değere sahip olan sürdürülebilir tarımsal üretim modelini desteklediği bildirilmiştir (Şimşek-Erşahin, 2007).

Son yıllarda yaygın bir şekilde uygulanmaya başlanan solucan gübresi olarak da isimlendirilen vermikompost, çeşitli organik atıkların solucanlar kullanılarak humus benzeri maddelere dönüştürülmesi ile elde edilmektedir (Garg ve ark., 2010).

Açık tarla koşullarında yürütülen bir çalışmada, farklı 3 doz vermikompost (0, 100, 200 kg/da) ile 3 doz ahır gübresi (0, 1500, 3000 kg/da) uygulamasının ıspanak bitkisinin verim, verim özellikleri ve toprak verimlilik özellikleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Araştırmacılar verim, verim özellikleri ve içerilen mineral madde miktarı ile toprak verimliliği özellikleri üzerine 3000 kg/da ahır gübresi uygulamasının daha etkili olduğunu ve vermikompost uygulamalarının kontrole oranla önemli artışlar gösterdiğini, özellikle bitkinin Fe ve toprağın Ca miktarı üzerine 200 kg/da vermikompost uygulamasının en iyi sonucu verdiğini, toprağın pH, EC ve organik madde değerlerinin tüm uygulamalarda kontrole göre farklı derecelerde artışlar gösterdiğini, toprağın N, P, K ve magnezyum (Mg) içeriklerine ahır gübresi uygulamalarının daha etkili olduğunu belirlemişlerdir. Denemenin sonucu olarak, 3000 kg/da organik gübre uygulamasının diğer uygulamalara göre bitki gelişimi, bitki besin element miktarları ve toprak verimliliği bakımından daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir (Çıtak ve ark., 2011).

Kompost uygulamaları ülkemizde hızla yaygınlaşırken, vermikompost uygulamaları ülkemiz için yeni bir uygulama sayılabilecek niteliktedir. Organik atıkların normal fermentasyon yolu ile kompostlaştırılmasının yanı sıra, toprak solucanları ilave edilerek vermikompost oluşturulması ile de değerlendirilmesi mümkündür (Bellitürk ve Görres, 2012).

Vermikompost elde etmek için uygulanan işlemlerde solucan kullanılmasının yararları sadece topraktaki mikroorganizmaların faaliyetlerini artırmak ve ortamın besin elementi yoğunluklarını arttırarak bitkisel ürünlerin verimlerinin arttırması değil aynı zamanda ortamda hastalık etmeni olan ve hastalık yapan etmenleri de baskılamalarıdır. Bitkisel üretimde vermikompost kullanılması ve kullanılan miktarlarda artış sağlanması toprak verimlilik özelliklerinin sürdürülebilirliğinin sağlanmasında önemli rol oynayacağı gibi birçok özellik üzerinde de olumlu etkiye neden olacaktır. Vermikompostun içerdiği bitki besin elementlerinin bitki tarafından alınabilir şekle geçmesi belirli bir zaman yayılan periyodu içinde olması ve kullanıldığı toprakta sağladığı fiziksel, kimyasal ve biyolojik iyileşmeler nedeni ile son zamanlarda bilinen ve kullanılan en gözde organik gübrelerden biri olduğunu açıklamışlardır (Yağmur ve Eşiyok, 2013).

2.2. Fosfor İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Fosforun asit reaksiyonlu topraklarda Fe, alüminyum (Al) ve mangan (Mn) gibi kationlarla birleşerek çözünürlüğü güç bileşikler halinde fikse olduğunu, pH yükselmesine paralel olarak dikalsiyum fosfat ve trikalsiyum fosfat şeklinde fikse olduğunu, pH değerinin 8,1'in üzerine çıktığı durumlarda ise sodyum (Na) iyonunun fazlalığı sebebiyle çözünürlüğü yüksek olan sodyum fosfatları oluşturarak bitkilere yararlı olamadıklarını belirtmişlerdir (Bilen ve Sezen, 1993).

İki farklı toprak üzerinde sığır, kümes hayvanları ve domuz gübrelerinin fosfor adsorpsiyonu ve desorpsiyonu oranına etkisini belirlemek amacıyla Norfolk toprak ile muamele edilerek, 30 günlük süre boyunca en uygun nem koşulları altında bozulmaya bıraktıkları inkübasyon çalışmasında; toprağın fosfor adsorpsiyon-desorpsiyon özelliklerinin inkübasyon süresi sonunda ölçüldüğünü, organik gübre uygulamasının Norfolk toprağının adsorpsiyon kapasitesini azalttığını, bununla birlikte çözünür P, asitte eksrakte P, denge P konstrasyonu ve P desorpsiyonunu arttırdığını rapor etmişlerdir (Reddy ve ark., 1980).

Tarımsal üretimde en önemli girdilerden biri gübredir. Bitkinin gereksinim duyduğu miktarlarda gübreleme yapılmadığında verim ve kalitede önemli kayıplar meydana gelmekte, gereksinim duyduğu miktarlardan fazla uygulanması durumunda ise özellikle azot ve fosforlu gübrelerinin yıkanması ile taban ve yüzey sularının kirliliğine ve hava kirliliğine neden olmaktadır (Güler, 1999).

Çeltik tarımı yapılan toprakların fosfor derişimi ve bitki örtüsünün sulak alanlarda fosfor çözünürlüğüne kısa (1-10 gün arası) ve uzun (10-38 gün arası) vadede su altında kalmanın tesirlerinin araştırıldığı çalışmada; 1-10 gün arasında toprakların P salınımı en fazla, toplam P içeriği yüksek ve vejetasyonun olduğu toprakta meydana geldiği, bir kereliği mahsus taban suyunun düşürülmesi ve yeniden su altında bırakılması sonucunda, fosfor gübrelemesinin ve vejetasyonunun olduğu toprakta, toplam fosforun % 6'sı eriyerek, fosfor gübrelemesinin yapıldığı ancak vejetasyonun bulunmadığı topraklarda toplam fosforun % 1'lik kısmın eridiğini belirtilmiştir (Bostic ve White, 2006).

Erzurum'da, baklagillerin hâkim olduğu çayır alanda fosforlu gübre ve fosfor çözücü bakterilerin çayırların verim ve botanik kompozisyonuna etkilerinin ele alındığı ve bu amaçla 2004 ve 2005 yıllarında çayıra fosforlu gübrenin 0; 2,5; 5,0; 7,5 ve 10,0 kg P₂O₅/da seviyeleri ile fosfor çözücü bakterilerin yalnız ve kombinasyon halinde uygulanarak yürütülen çalışmada; bakteri uygulamasının ne ot verimi ne de botanik kompozisyon üzerine etkisinin olmadığı, fosforlu gübre uygulamasının ilk seviyede verimi arttırdığı ancak artan seviyelerde etkisinin önemsiz olduğu, kuru ot veriminin ikinci yılda daha yüksek bulunduğu, fosforlu gübre uygulamalarından buğdaygillerin etkilenmediği, baklagillerde artış belirlendiğini ve diğer familyalarda ise azalma yönünde bir etki gözlemlendiği, yıllar dikkate alındığında ilk yıl düşük olan buğdaygil oranında ikinci yılda hızlı bir artış gözlenirken baklagil oranında ise ciddi bir azalma gözlemlendiği ve diğer familyalara mensup türlerde ise yıllara göre belirgin bir değişim olmadığı belirlenmiştir (Güllap ve ark., 2009).

Yurdakul ve Usta (2017) yaptıkları bir çalışmada, ortamda organik maddenin bulunmasının P-adsorpsiyonunu artıran bir etmen olduğu dolayısı ile organik maddenin fosfor adsorbe etme kabiliyetinin bulunduğunu gösterdiğini açıklamışlardır.

2.3. Potasyum İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Bitki besin elementleri içerisinde önemli bir etkiye sahip olan potasyumun pH ile ilişkisinin tam olarak aydınlatılmış sayılamayacağını ancak potasyumun asit ortamlarda Fe,

Al ve hidrojen (H) iyonları ile rekabeti sonucunda fiksasyonunun azaldığını, bunun aksine alkalın topraklarda ise daha fazla fiksasyona uğradığı belirtmişlerdir (Bilen ve Sezen, 1993).

Ülkemiz topraklarının toplam potasyum miktarı yönünden yeterli olmasına rağmen, bitki tarafından alınabilir potasyum miktarı bakımından yeterli olmadığı tespit edilmiştir. Potasyumun topraktan yıkanarak kaybının yanı sıra yüksek verim alınan çeşitlerin çok fazla yetiştirilmesi ile de topraktan uzaklaşan potasyum miktarı her geçen gün artmaktadır. Bunun sonucu olarak son yıllarda potasyumlu ve potasyum içeren gübre tüketimi özellikle de potasyum nitrat (KNO_3) gübresinin tüketimi diğer gübrelere oranla daha fazla arttığı ve buna rağmen Ege Bölgesi'ndeki bağ alanlarının %60'ında potasyum elementine gereksinim duyulduğu tespit edilmiştir (Özgümüş ve ark., 1997).

Potasyumun en önemli kaynaklarını denizel evaporitler oluşturur ve üretiminin %90 kadarı gübre sanayinde kullanılır. Magmatik, sedimanter ve metamorfik kökenli pek çok kayaç içindeki silikatlı minerallerin yapısında değişen oranlarda yer alır. Bu değişiklik, ana maddenin yaşı, mineral çeşidi ve iklim koşullarından kaynaklanmaktadır. Kumtaşı ya da kuvarsit üzerinde oluşmuş kaba tekstürlü toprakların K^+ içeriği, potasyumlu mineral içeren kayalar üzerinde oluşan ince tekstürlü toprakların K^+ içeriğinden oldukça düşüktür. Ayrıca bol miktarda yağış alan bölgelerde K^+ yıkanması nedeniyle toprağın K^+ içeriği düşmektedir (Güzel ve ark., 2002).

Bitkiler tarafından gelişimleri için gereksinim duyulan bitki besin elementlerinden potasyum, miktar olarak azottan sonra en fazla alınan bitki besin maddesidir. Potasyum elementi toprakta en fazla bulunan elementlerden biri olup litosferin yaklaşık %2,5 kadarını oluşturmaktadır. Potasyum elementinin topraklardaki miktarı %0,04-3,00 arasında değişmektedir (Ashley ve ark., 2006).

Toprakların toplam potasyum miktarı, çoğunlukla bitkilerin bir gelişme mevsimi boyunca gereksinim duyduğu miktardan fazla olduğu halde bazen bitkide potasyum noksanlığı görülmektedir. Bu durum toplam potasyumun ancak çok küçük bir bölümünün bitkiler için alınabilir formda olmasından kaynaklanmaktadır. Bitki gelişimi için gerekli olan potasyum elementinin, bitkilerdeki konsantrasyonu genellikle kuru maddenin %0,5-6,0'sı arasında değişmekle birlikte, bazı durumlarda daha yüksek oranlarda da bulunabilmektedir. Potasyum bitki hücrelerinde en fazla bulunan katyondur ve bitki kuru ağırlığının %10'unu içerecek şekilde bulunabilmektedir (Szczerba ve ark., 2008).

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Denemede yetiştirme ortamı materyali olarak perlit, organik gübre olarak vermikompost, fosfor ve potasyum kaynağı olarak fosforlu ve potasyumlu kimyasal gübreler ve yıkama işlemlerinde de saf su kullanılmıştır.

3.1.1. Perlit

Yetiştirme ortamı olarak denemede kullanılan perlit süper iri büyüklükteki tarım perlitidir. Perlit, ortamın havalanmasını sağlamakta ve drenajını düzenlemektedir. İçerisinde çözünebilir iyonların bulunmaması ve nötr (pH = 6,5-7,5) reaksiyonlu olması nedeni ile elverişli bir yetiştirme ortamıdır. Perlit tarım sektöründe yetiştirme ortamının fiziksel özelliklerini artırıcı madde olarak, uygun koşulları sağlamak, su drenajını dengelemek ve ortamdaki nemi daha uzun süre muhafaza etmek, ortamın daha iyi havalanmasını sağlamak gibi nedenlerle kullanılır.

3.1.2. Vermikompost

Kurulan denemede organik kaynaklı gübre olarak Çanakkale Bölgesi'nde üretim yapan ve özel bir firma olan Organiverm isimli üretim tesisinden alınan vermikompost kullanılmıştır. Organiverm firmasından temin edilen ve organik gübre olarak kullanılan vermikompostun pH (1:10) değeri 6,60 ve EC değeri ise 2,60 dS/m olarak belirlenmiş olup, vermikompostun içerdiği suda çözünebilir ve kuru yakma yöntemiyle belirlenen toplam element konsantrasyonları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan vermikompostun içerdği elementler

Element	Suda çözünebilir	Toplam (Kuru maddede)
	Konsantrasyon (mg/kg)	
Potasyum (K)	6683,93	10137,39
Sodyum (Na)	2225,29	2150,31
Kalsiyum (Ca)	326,06	29559,38
Fosfor (P)	193,62	3896,96
Magnezyum (Mg)	159,71	4886,91
Demir (Fe)	15,90	5958,14
Bor (B)	4,44	6,93
Mangan (Mn)	0,86	230,97
Bakır (Cu)	1,27	68,37
Kurşun (Pb)	0,47	4,47
Çinko (Zn)	0,39	120,65
Krom (Cr)	0,27	13,70
Vanadyum (V)	0,24	3,22
Nikel (Ni)	0,12	9,23
Kadmiyum (Cd)	0,06	3,37
Kobalt (Co)	0,05	3,37

3.1.3. Kimyasal Gübreler

























Denemede kimyasal gübre olarak kullanılan triplesüper fosfat (%42 P₂O₅) ve potasyum sülfat (%51 K₂SO₄) gübreleri özel bir firmadan satın alma yoluyla temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

Denemeler, iki bağımsız deneme şeklinde kurulmuş olup, fosfor ve potasyumun tutunabilirliği takip edilmiştir. Denemelerde, aynı hacimdeki saksılara tek doz vermikompost (1000 kg/da) verilmiş olup, verilen fosfor (0, 4, 12, 16 ve 20 kg P₂O₅/da) ve potasyum (0, 10, 20, 30, 40 ve 50 kg K₂O/da) dozları 6 yıkamaya tabi tutularak tutunabilirlikleri saptanmaya çalışılmıştır. Dört tekerrürlü olarak 6 farklı dozda uygulanan

fosfor ve potasyumlu gübreler ile 24 saksılık iki bağımsız deneme kurulmuş ve denemeler tesadüf parseline deneme desenine göre yürütülmüştür.

























Fosfor uygulamasına ait deneme deseni Şekil 3.1’de gösterilmiştir.

I	II	III	IV
 P₂O₅ 12 6	 P₂O₅ 8 12	 P₂O₅ 0 18	 P₂O₅ 20 24
 P₂O₅ 16 5	 P₂O₅ 0 11	 P₂O₅ 12 17	 P₂O₅ 16 23
 P₂O₅ 20 4	 P₂O₅ 20 10	 P₂O₅ 16 16	 P₂O₅ 0 22
 P₂O₅ 0 3	 P₂O₅ 4 9	 P₂O₅ 8 15	 P₂O₅ 4 21
 P₂O₅ 4 2	 P₂O₅ 16 8	 P₂O₅ 20 14	 P₂O₅ 12 20
 P₂O₅ 8 1	 P₂O₅ 12 7	 P₂O₅ 4 13	 P₂O₅ 8 19

Şekil 3.1. Fosfor uygulamasına ait deneme deseni

I-IV: Tekerrürler; **0, 4, 8, 12, 16, 20:** P₂O₅ dozları; **1-24:** Saksı numaraları

Potasyum uygulamasına ait deneme deseni Şekil 3.2’de gösterilmiştir.

 K₂O 0 6	 K₂O 0 12	 K₂O 0 18	 K₂O 0 24
 K₂O 10 5	 K₂O 10 11	 K₂O 10 17	 K₂O 10 23
 K₂O 20 4	 K₂O 20 10	 K₂O 20 16	 K₂O 20 22
 K₂O 30 3	 K₂O 30 9	 K₂O 30 15	 K₂O 30 21
 K₂O 40 2	 K₂O 40 8	 K₂O 40 14	 K₂O 40 20
 K₂O 50 1	 K₂O 50 7	 K₂O 50 13	 K₂O 50 19

Şekil 3.2. Potasyum uygulamasına ait deneme deseni
I-IV: Tekerrürler; 0, 10, 20, 30, 40, 50: K₂O dozları; 1-24: Saksı numaraları

3.2.1. Denemelerin Kurulması ve Yürütülmesi

Deneme; Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü’ne ait olan yarı kontrollü serada yürütülmüştür. Çalışma 4 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, 6 doz fosfor uygulaması için 24 saksı ve 6 doz potasyum uygulaması için 24 saksı olmak üzere iki bağımsız çalışma sürdürülmüştür. Saksılara hacim esasına göre

3,5 L perlit doldurulmuş ve hepsine 1000 kg/da hesabı ile 50 g/saksı vermikompost ilave edilip homojen bir şekilde karıştırılarak su ile doyurulmuştur. Denemenin hazırlanmasına ait fotoğraflar Şekil 3.3’de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Denemenin hazırlanma aşaması

Fosfor uygulanacak denemede saksılara TSP gübresi, potasyum uygulanacak denemede saksılara K_2SO_4 gübrelere ile fosfor ve potasyum uygulamaları yapılmıştır. Denemede verilen saf bitki besin maddesi ve bunlara karşılık gelen gübre miktarları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Denemede kullanılan saf bitki besin maddeleri ve bunlara karşılık gelen gübre miktarları

Verilen fosfor miktarı (kg P ₂ O ₅ /da)	0	4	8	12	16	20
Triplösüper fosfat karşılığı (kg/da)	0	9,5	19,0	28,5	38,0	47,5

Verilen potasyum miktarı (kg K ₂ O /da)	0	10	20	30	40	50
Potasyum sülfat karşılığı (kg/da)	0	19,6	39,2	58,8	78,43	98,0

3.2.2. Yıkama İşlemlerinin Yapılması

Potasyum ve fosforun saksılar içerisinde vermikomposta tutunmaları için iki hafta beklendikten sonra yıkama başlamış ve iki hafta aralıklarla yapılan yıkamalar sırasında buharlaşma faktörü göz önünde bulundurularak 1., 2., 3. yıkamalarda 300 mL saf su ve 4., 5., 6. yıkamalarda 250 mL saf su ile yavaş yavaş doyularak saksı altlıklarında biriken örneklerin (yıkama suları) taşmasına izin verilmeksizin mezür ile ölçülmüş, balon jodelere ve pet şişelere aktarılmıştır. Yapılan işlemler Çizelge 3.3’de özetlenmiştir.

Çizelge 3.3. Denemedeki yıkama işlemleri

Tarih	Saf su (mL/saksı)	Açıklama
14.11.2017	185	Vermikompostun ıslanması sağlandı
16.11.2017	83	Gübre çözeltisi ile birlikte verildi Gübrenin vermikomposta bağlanması için 15 gün beklendi
29.11.2017	1000	Saksıdaki perlit ve vermikompost doymuş hale getirildi
29.11.2017	300	1. yıkama yapıldı
14.12.2017	300	2. yıkama yapıldı
29.12.2017	300	3. yıkama yapıldı
13.1.2018	250	4. yıkama yapıldı
28.1.2018	250	5. yıkama yapıldı
12.2.2018	250	6. yıkama yapıldı
Toplam	2918	

Denemede kullanılan saf su miktarları ile fosfor denemesinden elde edilen süzük miktarları Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Kullanılan saf su miktarı ile fosfor denemesinin süzük miktarı

Yıkamalar												
Uygulanan fosfor (kg P ₂ O ₅ /da)	Kullanılan saf su (mL/saksı)						Alınan süzük (mL/saksı)					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
0	1568	300	300	250	250	250	124	90	173	134	118	92
4	1568	300	300	250	250	250	143	95	166	133	129	98
8	1568	300	300	250	250	250	161	94	161	131	114	94
12	1568	300	300	250	250	250	84	65	155	136	124	88
16	1568	300	300	250	250	250	147	89	175	119	135	87
20	1568	300	300	250	250	250	289	82	176	114	132	93
Toplam	9408	1800	1800	1500	1500	1500	947	514	1005	766	752	551
Genel toplam	17508						4534					

Denemede kullanılan saf su miktarları ile potasyum denemesinden elde edilen süzük miktarları Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Kullanılan saf su miktarı ile potasyum denemesinin süzük miktarı

Yıkamalar												
Uygulanan potasyum (kg K ₂ O/da)	Kullanılan saf su (mL/saksı)						Alınan süzük (mL/saksı)					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
0	1568	300	300	250	250	250	355	77	160	129	125	82
10	1568	300	300	250	250	250	442	62	160	128	129	81
20	1568	300	300	250	250	250	365	67	157	121	120	75
30	1568	300	300	250	250	250	247	77	149	121	120	74
40	1568	300	300	250	250	250	182	98	145	112	113	73
50	1568	300	300	250	250	250	239	104	157	104	106	59
Toplam	9408	1800	1800	1500	1500	1500	1829	484	926	713	713	443
Genel toplam	17508						5108					

3.2.3. Saksı Altlıklarından Alınan Örneklerin Analize Hazırlanması

İki hafta aralıklarda alınan örnekler aynı gün içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen örnekler filtre kâğıdından süzülerek homojen hale getirilip temiz

balon jöjelere aktarılıp analizlerin yapılacağı zamana kadar buzdolabında saklanmıştır. Örneklerin analize hazırlanmasına ait fotoğraflar Şekil 3.4’de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Örneklerin analize hazırlanması

3.2.4. Yapılan Analizler

3.2.4.1. Fosfor Analizi

Denemeden alınan örneklerde (yıkama suları) bulunan fosfor miktarına göre oluşan mavi renk yoğunluğunun spektrometrede standart çözeltilerle karşılaştırılması esasına göre belirlenmiştir (Müftüoğlu ve ark., 2014).

3.2.4.2. Potasyum Analizi

Denemeden alınan örneklerdeki (yıkama suları) potasyum miktarlarının alev fotometresi ile belirlenmesi esasına göre tespit edilmiştir (Müftüoğlu ve ark., 2014).

3.3. Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesinde Kullanılan İstatistik Analizler

Deneme sonucunda elde edilen veriler MINITAB 16.0 istatistik paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Veriler tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine tabi tutularak F testi ile önemlilik kontrolleri yapılmış, özelliklere ait ortalama değerlerin çoklu karşılaştırılması ise Asgari Önemli Fark (LSD, $\alpha < 0,05$) Çoklu Karşılaştırma Testine tabi tutulmuştur.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Fosfor Uygulaması

4.1.1. Fosfor Uygulamasında 1. Yıkama

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan fosfor uygulamalarının 1. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 1. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik dereceleri	Kareler toplamları ve ortalamaları		<i>F</i> ve <i>P</i> değerleri	
Fosfor	5	35300568	7060114	18,93	0,000**
Tekerrür	3	683404	227801	0,61	0,618
Hata	15	5593926	372928		
Toplam	23	41577897			

Çizelge 4.1. incelendiğinde, perlit ortamına katılan vermikompost ve artan fosfor uygulamalarının 1. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki fosfor uygulamalarının 1. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 1. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarları

Vermikompost (kg/da)	Uygulanan fosfor (kg P ₂ O ₅ /da)	Yıkanan fosfor (g P ₂ O ₅ /da)
1000	0	32 C
	4	205 C
	8	410 BC
	12	282 BC
	16	1129 B
	20	3530 A
Ortalama		931

Çizelge 4.2 incelendiğinde yıkanan fosfor miktarının sadece vermikompost uygulama dozundan elde edilen 32 g P₂O₅/da ile 20 kg P₂O₅/da verilen uygulama dozundan elde edilen 3530 g P₂O₅/da arasında değiştiği, düzenli olmamakla birlikte ortama katılan fosfor miktarı arttıkça yıkanan fosfor miktarında da artış olduğu görülmektedir.

4.1.2. Fosfor Uygulamasında 2. Yıkama

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan fosfor uygulamalarının 2. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 2. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik dereceleri	Kareler toplamları ve ortalamaları	<i>F</i> ve <i>P</i> değerleri
Fosfor	5	407929	81586 4,45 0,011*
Tekerrür	3	91058	30353 1,66 0,219
Hata	15	274976	18332
Toplam	23	773963	

Çizelge 4.3 incelendiğinde, perlit ortamına katılan vermikompost ve artan fosfor uygulamalarının 2. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına etkisinin %5 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Perlit ortamına katılan vermikompost ve artan fosfor uygulamalarının 2. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 2. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarları

Vermikompost (kg/da)	Uygulanan fosfor (kg P ₂ O ₅ /da)	Yıkanan fosfor (g P ₂ O ₅ /da)
1000	0	331 B
	4	687 A
	8	673 A
	12	542 AB
	16	656 A
	20	702 A
Ortalama		599

Çizelge 4.4 incelendiğinde yıkanan fosfor miktarının sadece vermikompost uygulama dozundan elde edilen 331 g P₂O₅/da ile 20 kg P₂O₅/da verilen uygulama dozundan elde edilen 702 g P₂O₅/da arasında değiştiği, düzenli olmamakla birlikte ortama katılan fosfor miktarı arttıkça yıkanan fosfor miktarında artış olduğu tespit edilmiştir.

4.1.3. Fosfor Uygulamasında 3. Yıkama

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan fosfor uygulamalarının 3. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 3. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik dereceleri	Kareler toplamları ve ortalamaları	<i>F</i> ve <i>P</i> değerleri
Fosfor	5	12114313	2422863 29,30 0,000**
Tekerrür	3	95099	31700 0,38 0,766
Hata	15	1240238	82683
Toplam	23	13449651	

Çizelge 4.5 incelendiğinde, perlit ortamına katılan vermikompost ve artan fosfor uygulamalarının 3. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki fosfor uygulamalarının 3. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 3. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarları

Vermikompost (kg/da)	Uygulanan fosfor (kg P ₂ O ₅ /da)	Yıkanan fosfor (g P ₂ O ₅ /da)
1000	0	74 D
	4	360 CD
	8	576 BC
	12	946 B
	16	1865 A
	20	1917 A
Ortalama		956

Çizelge 4.6 incelendiğinde yıkanan fosfor miktarının sadece vermikompost uygulama dozundan elde edilen 74 g P₂O₅/da ile 20 kg P₂O₅/da verilen uygulama dozundan elde edilen 1917 g P₂O₅/da arasında değiştiği, düzenli olarak ortama katılan fosfor miktarı arttıkça yıkanan fosfor miktarında artış olduğu belirlenmiştir.

4.1.4. Fosfor Uygulamasında 4. Yıkama

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan fosfor uygulamalarının 4. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 4. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik dereceleri	Kareler toplamları ve ortalamaları	<i>F</i> ve <i>P</i> değerleri
Fosfor	5	3883182	776636 28,93 0,000**
Tekerrür	3	45602	15201 0,57 0,646
Hata	15	402658	26844
Toplam	23	4331442	

Çizelge 4.7 incelendiğinde, perlit ortamına katılan vermikompost ve artan fosfor uygulamalarının 4. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki fosfor uygulamalarının 4. yıkama ile yıkanan fosfor miktarları Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 4. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarları

Vermikompost (kg/da)	Uygulanan fosfor (kg P ₂ O ₅ /da)	Yıkanan fosfor (g P ₂ O ₅ /da)
1000	0	36 C
	4	263 BC
	8	392 B
	12	1051 A
	16	1022 A
	20	941 A
Ortalama		618

Çizelge 4.8 incelendiğinde, yıkanan fosfor miktarının sadece vermikompost uygulama dozundan elde edilen 36 g P₂O₅/da ile 12 kg P₂O₅/da verilen uygulama dozundan elde edilen 1051 g P₂O₅/da arasında değiştiği, 4. yıkama sonunda uygulanan fosforun en fazla yıkandığı dozun 12 kg P₂O₅/da dozu olduğu ve bununla birlikte 12 kg P₂O₅/da dozunda yıkanan fosfor miktarının 16 ve 20 kg P₂O₅/da dozlarında yıkanan fosfor miktarları ile istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı görülmüştür.

4.1.5. Fosfor Uygulamasında 5. Yıkama

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan fosfor uygulamalarının 5. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 5. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik dereceleri	Kareler toplamları ve ortalamaları		<i>F</i> ve <i>P</i> değerleri	
Fosfor	5	5102302	1020460	80,61	0,000**
Tekerrür	3	56802	18934	1,50	0,256
Hata	15	189896	12660		
Toplam	23	5349000			

Çizelge 4.9 incelendiğinde, perlit ortamına katılan vermikompost ve artan fosfor uygulamalarının 5. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki fosfor uygulamalarının 5. yıkama ile yıkanan fosfor miktarları Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 5. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarları

Vermikompost (kg/da)	Uygulanan fosfor (kg P ₂ O ₅ /da)	Yıkanan fosfor (g P ₂ O ₅ /da)
1000	0	37 D
	4	287 C
	8	386 C
	12	684 B
	16	1218 A
	20	1263 A
Ortalama		646

Çizelge 4.10 incelendiğinde yıkanan fosfor miktarının sadece vermikompost uygulama dozundan elde edilen 37 g P₂O₅/da ile 20 kg P₂O₅/da verilen uygulama dozundan elde edilen 1263 g P₂O₅/da arasında değiştiği, düzenli olarak ortama katılan fosfor miktarı arttıkça yıkanan fosfor miktarında artış olduğu belirlenmiştir.

4.1.6. Fosfor Uygulamasında 6. Yıkama

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan fosfor uygulamalarının 6. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 6. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik dereceleri	Kareler toplamları ve ortalamaları	<i>F</i> ve <i>P</i> değerleri
Fosfor	5	1504099	300820 16,53 0,000**
Tekerrür	3	23089	7696 0,42 0,739
Hata	15	273011	18201
Toplam	23	1800199	

Çizelge 4.11 incelendiğinde, perlit ortamına katılan vermikompost ve artan fosfor uygulamalarının 6. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki fosfor uygulamalarının 6. yıkama ile yıkanan fosfor miktarları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının 6. yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarları

Vermikompost (kg/da)	Uygulanan fosfor (kg P ₂ O ₅ /da)	Yıkanan fosfor (g P ₂ O ₅ /da)
1000	0	25 D
	4	206 CD
	8	306 C
	12	502 B
	16	715 A
	20	682 AB
Ortalama		406

Çizelge 4.12 incelendiğinde yıkanan fosfor miktarının sadece vermikompost uygulama dozundan elde edilen 25 g P₂O₅/da ile 16 kg P₂O₅/da verilen uygulama dozundan elde edilen 715 g P₂O₅/da arasında değiştiği, 6. yıkamada fosforun en fazla yıkandığı dozun 16 kg P₂O₅/da dozu olduğu görülmüştür.

4.1.7. Fosfor Uygulamasında Toplam 6 Yıkama Sonunda Yıkanan Fosfor Miktarı

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki fosfor uygulamalarının toplam 6 yıkama sonucunda yıkanan fosfor miktarlarının varyans analiz sonucu Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının toplam 6 yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik dereceleri	Kareler toplamları ve ortalamaları	<i>F</i> ve <i>P</i> değerleri
Fosfor	5	198165812	39633162 50,33 0,000**
Tekerrür	3	988102	329367 0,42 0,742
Hata	15	11810988	787399
Toplam	23	210964903	

Çizelge 4.13 incelendiğinde, perlit ortamına katılan vermikompost ve artan fosfor uygulamalarının 6 yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki fosfor uygulamalarının toplam 6 yıkama ile yıkanan fosfor miktarları Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Farklı dozlardaki fosfor uygulamalarının toplam 6 yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarları

Vermikompost (kg/da)	Uygulanan fosfor (kg P ₂ O ₅ /da)	Yıkanan fosfor (g P ₂ O ₅ /da)						Toplam	%
		Yıkama sayısı							
		1.	2.	3.	4.	5.	6.		
	0	32	331	74	36	37	25	535 E	-
	4	205	687	360	263	287	206	2009 D	45,2
	8	410	673	576	392	386	306	2742 D	32,5
1000	12	282	542	946	1051	684	502	4008 C	32,2
	16	1129	656	1865	1022	1218	715	6606 B	40,2
	20	3530	702	1917	941	1263	682	9034 A	44,2
Ortalama		931	599	956	618	682	406	4156	

Çizelge 4.14 incelendiğinde yıkanan fosfor miktarının 6 yıkama sonucunda kontrole (sadece vermikompost uygulaması) göre artan fosfor düzeylerine bağlı olarak arttığı görülmüştür. En fazla artış 4 kg/da P₂O₅ düzeyinde (%45,2), en düşük yıkanma ise 12 kg P₂O₅/da düzeyinde (%32,2) bulunmuştur. Adhami ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada

vermikompost oluşumu ve organik maddenin ayrışması sırasında ortama malonik asit, fumarik asit, süksinik asit gibi birçok organik bileşiklerin verildiğini ve böylece bitki besin maddelerinin yararlılığının arttığını bildirmiştir. Diğer bir çalışmada Paramanik ve ark. (2009), 90 günlük inkübasyonun sonunda vermikompostun topraktaki yararlı fosfor miktarını %13-26 oranında artırdığını rapor etmiştir. Ayrıca Mohammady ve ark. (2010) vermikompostun kaya fosfatta bulunan suda çözünebilir fosfor miktarını olumlu etkilediğini bildirmiştir.

Suda çözünebilir P miktarı 193,62 mg/kg (443,4 mg P₂O₅/kg) ve toplam miktarı 3896,96 mg/kg (8924,0 mg P₂O₅/kg) olan (Çizelge 3.1) vermikomposttan perlit ortamına 1000 kg/da hesabı ile katıldığında, suda çözünebilir P miktarı 443,4 g P₂O₅/da ve toplam miktarı 8924,0 g P₂O₅/da olmaktadır. Denemede 6 yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarı 535 g P₂O₅/da olarak belirlenmiştir. Bu durumda vermikomposttaki suda çözünebilir fosforun tamamen yıkandığını, bunun yanı sıra değişebilir durumdaki fosforun desorbsiyonu ve/veya toplam fosfordan da mineralizasyon sonucunda suda çözünebilir şekilde geçen fosforun da bir kısmının (535 - 443,4 = 91,6 g/da) yıkandığı saptanmıştır.

Perlit ortamına katılan vermikompost ve 4 kg P₂O₅/kg dozu ile uygulanan toplam suda çözünebilir fosforun (4000 + 443,4 g P₂O₅/da) %45,2'nin yıkandığı hesaplanmıştır. Bu hesaplama dikkate alınarak 8 kg P₂O₅/kg dozu ile uygulanan toplam suda çözünebilir fosforun %32,5, 12 kg P₂O₅/kg dozu ile uygulanan toplam suda çözünebilir fosforun %32,2, 16 kg P₂O₅/kg dozu ile uygulanan toplam suda çözünebilir fosforun %40,2, 20 kg P₂O₅/kg dozu ile uygulanan toplam suda çözünebilir fosforun %44,2 yıkandığı belirlenmiştir.

4.2. Potasyum Uygulaması

4.2.1. Potasyum Uygulamasında 1. Yıkama

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki potasyum uygulamalarının 1. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 1. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik dereceleri	Kareler toplamları ve ortalamaları	<i>F</i> ve <i>P</i> değerleri
Potasyum	5	728843684	145768737
Tekerrür	3	33692973	11230991
Hata	12	182397245	15199770
Toplam	20	940848422	

Çizelge 4.15 incelendiğinde, perlit ortamına katılan vermikompost ve artan potasyum uygulamalarının 1. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki potasyum uygulamalarının 1. yıkama ile yıkanan potasyum miktarları Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 1. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarları

Vermikompost (kg/da)	Uygulanan potasyum (kg K ₂ O/da)	Yıkanan potasyum (g K ₂ O/da)
1000	0	519 D
	10	4573 CD
	20	8847 BC
	30	7362 BCD
	40	12207 B
	50	18108 A
Ortalama		8603

Çizelge 4.16 incelendiğinde yıkanan potasyum miktarının sadece vermikompost uygulama dozundan elde edilen 519 g K₂O/da ile 50 kg K₂O/da verilen uygulama dozundan elde edilen 18108 g K₂O/da arasında değiştiği, düzenli olmamakla birlikte ortama katılan potasyum miktarı arttıkça yıkanan potasyum miktarında artış olduğu görülmüştür.

4.2.2. Potasyum Uygulamasında 2. Yıkama

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki potasyum uygulamalarının 2. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına ait varyans analiz sonuçları 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 2. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik dereceleri	Kareler toplamları ve ortalamaları	<i>F</i> ve <i>P</i> değerleri
Potasyum	5	70863	14173 4,05 0,022*
Tekerrür	3	13628	4543 1,30 0,320
Hata	12	41944	3495
Toplam	20	124963	

Çizelge 4.17. incelendiğinde, perlit ortamına katılan vermikompost ve artan potasyum uygulamalarının 2. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına etkisinin %5 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki potasyum uygulamalarının 2. yıkama ile yıkanan potasyum miktarları Çizelge 4.18’da verilmiştir.

Çizelge 4.18. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 2. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarları

Vermikompost (kg/da)	Uygulanan potasyum (kg K ₂ O/da)	Yıkanan potasyum (g K ₂ O/da)
1000	0	37 B
	10	46 B
	20	43 B
	30	73 AB
	40	157 A
	50	170 A
Ortalama		88

Çizelge 4.18 incelendiğinde yıkanan potasyum miktarının sadece vermikompost uygulama dozundan elde edilen 37 g K₂O/da ile 50 kg K₂O/da verilen uygulama dozundan elde edilen 170 g K₂O/da arasında değiştiği, düzenli olmamakla birlikte ortama katılan potasyum miktarı arttıkça yıkanan potasyum miktarında artış olduğu tespit edilmiştir.

4.2.3. Potasyum Uygulamasında 3. Yıkama

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki potasyum uygulamalarının 3. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına ait varyans analiz sonuçları 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 3. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik dereceleri	Kareler toplamları ve ortalamaları		<i>F</i> ve <i>P</i> değerleri	
Potasyum	5	111522019	22304404	26,80	0,000**
Tekerrür	3	1374914	458305	0,55	0,657
Hata	12	9986924	832244		
Toplam	20	126245362			

Çizelge 4.19 incelendiğinde, perlit ortamına katılan vermikompost ve artan potasyum uygulamalarının 3. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki potasyum uygulamalarının 3. yıkama ile yıkanan potasyum miktarları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 3. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarları

Vermikompost (kg/da)	Uygulanan potasyum (kg K ₂ O/da)	Yıkanan potasyum (g K ₂ O/da)
1000	0	98 C
	10	1150 BC
	20	2525 B
	30	4981 A
	40	5271 A
	50	6318 A
Ortalama		3390

Çizelge 4.20 incelendiğinde yıkanan potasyum miktarının sadece vermikompost uygulama dozundan elde edilen 98 g K₂O/da ile 50 kg K₂O/da verilen uygulama dozundan elde edilen 6318 g K₂O/da arasında değiştiği, düzenli olarak ortama katılan potasyum miktarı arttıkça yıkanan potasyum miktarında artış olduğu belirlenmiştir.

4.2.4. Potasyum Uygulamasında 4. Yıkama

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki potasyum uygulamalarının 4. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına ait varyans analiz sonuçları 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 4. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik dereceleri	Kareler toplamları ve ortalamaları	<i>F</i> ve <i>P</i> değerleri
Potasyum	5	94691079	18938216 43,92 0,000**
Tekerrür	3	1875839	625280 1,45 0,277
Hata	12	5174869	431239
Toplam	20	101568743	

Çizelge 4.21 incelendiğinde, perlit ortamına katılan vermikompost ve artan potasyum uygulamalarının 4. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki potasyum uygulamalarının 4. yıkama ile yıkanan potasyum miktarları Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 4. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarları

Vermikompost (kg/da)	Uygulanan potasyum (kg K ₂ O/da)	Yıkanan potasyum (g K ₂ O/da)
1000	0	94 D
	10	873 D
	20	2114 C
	30	4029 B
	40	5111 AB
	50	5458 A
Ortalama		2947

Çizelge 4.22 incelendiğinde yıkanan potasyum miktarının sadece vermikompost uygulama dozundan elde edilen 94 g K₂O/da ile 50 kg K₂O/da verilen uygulama dozundan elde edilen 5458 g K₂O/da arasında değiştiği, düzenli olarak ortama katılan potasyum miktarı arttıkça yıkanan potasyum miktarında artış olduğu belirlenmiştir.

4.2.5. Potasyum Uygulamasında 5. Yıkama

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki potasyum uygulamalarının 5. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına ait varyans analiz sonuçları 4.23’de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 5. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik dereceleri	Kareler toplamları ve ortalamaları	<i>F</i> ve <i>P</i> değerleri
Potasyum	5	118099057	23619811 30,30 0,000**
Tekerrür	3	5672441	1890814 2,43 0,116
Hata	12	9354904	779575
Toplam	20	130789629	

Çizelge 4.23 incelendiğinde, perlit ortamına katılan vermikompost ve artan potasyum uygulamalarının 5. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki potasyum uygulamalarının 5. yıkama ile yıkanan potasyum miktarları Çizelge 4.24’de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 5. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarları

Vermikompost (kg/da)	Uygulanan potasyum (kg K ₂ O/da)	Yıkanan potasyum (g K ₂ O/da)
1000	0	98 E
	10	1001 DE
	20	2526 CD
	30	3587 BC
	40	5358 AB
	50	6442 A
Ortalama		3169

Çizelge 4.24 incelendiğinde yıkanan potasyum miktarının sadece vermikompost uygulama dozundan elde edilen 98 g K₂O/da ile 50 kg K₂O/da verilen uygulama dozundan elde edilen 6442 g K₂O/da arasında değiştiği, düzenli olarak ortama katılan potasyum miktarı arttıkça yıkanan potasyum miktarında artış olduğu belirlenmiştir.

4.2.6. Potasyum Uygulamasında 6. Yıkama

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki potasyum uygulamalarının 6. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına ait varyans analiz sonuçları 4.25’de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 6. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik dereceleri	Kareler toplamları ve ortalamaları	<i>F</i> ve <i>P</i> değerleri		
Potasyum	5	23952440	4790488	19,47	0,000**
Tekerrür	3	443344	147781	0,60	0,627
Hata	12	2952352	246029		
Toplam	20	27395033			

Çizelge 4.25 incelendiğinde, perlit ortamına katılan vermikompost ve artan potasyum uygulamalarının 6. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki potasyum uygulamalarının 6. yıkama ile yıkanan potasyum miktarları Çizelge 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının 6. yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarları

Vermikompost (kg/da)	Uygulanan potasyum (kg K ₂ O/da)	Yıkanan potasyum (g K ₂ O/da)
1000	0	92 C
	10	273 BC
	20	1033 B
	30	2220 A
	40	2846 A
	50	2285 A
Ortalama		1458

Çizelge 4.26 incelendiğinde yıkanan potasyum miktarının sadece vermikompost u uygulama dozundan elde edilen 92 g K₂O/da ile 40 kg K₂O/da verilen uygulama dozundan elde edilen 2846 g K₂O/da arasında değiştiği, 6. yıkamada potasyumun en fazla yıkandığı dozun 40 kg K₂O/da dozu olduğu görülmektedir.

4.2.7. Potasyum Uygulamasında Toplam 6 Yıkama Sonunda Yıkanan Potasyum Miktarı

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki potasyum uygulamalarının toplam 6 yıkama sonucunda yıkanan potasyum miktarlarının varyans analiz sonucu Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının toplam 6 yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına ait varyans analizi sonuç tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik dereceleri	Kareler toplamları ve ortalamaları		<i>F</i> ve <i>P</i> değerleri	
Potasyum	5	3846764435	769352887	83,19	0,000**
Tekerrür	3	33482453	11160818	1,21	0,349
Hata	12	110976455	9248038		
Toplam	20	3970454386			

Çizelge 4.27 incelendiğinde, perlit ortamına katılan vermikompost ve artan potasyum uygulamalarının 6 yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Yetiştirme ortamı olan perlite ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki potasyum uygulamalarının toplam 6 yıkama ile yıkanan potasyum miktarları Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Farklı dozlardaki potasyum uygulamalarının toplam 6 yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarları

Vermikompost (kg/da)	Uygulanan potasyum (kg K ₂ O/da)	Yıkanan potasyum (g K ₂ O/da)						Toplam	%
		Yıkama sayısı							
		1.	2.	3.	4.	5.	6.		
1000	0	519	37	98	94	98	92	938 E	-
	10	4573	46	1150	873	1001	273	7916 D	43,9
	20	8847	43	2525	2114	2526	1033	17089 C	61,0
	30	7362	73	4981	4029	3587	2220	22251 C	58,5
	40	12207	157	5271	5111	5358	2846	30950 B	64,5
	50	18108	170	6318	5458	6442	2285	38781 A	66,8
Ortalama		8603	88	3390	2947	3169	1458	19654	

Çizelge 4.28 incelendiğinde 6 yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarının 938 g K₂O/da (sadece vermikompost uygulaması) ile 38781 g K₂O/da (50 kg K₂O /da düzeyi) arasında değiştiği, düzenli olarak ortama katılan potasyum miktarı arttıkça yıkanan potasyum miktarında da artış olduğu belirlenmiştir. Nafaji-Ghiri (2014) yaptığı çalışmada kireçli topraklara 20 g/kg zeolit ve 20 g/kg vermikompost uygulamış ve her iki uygulamanın da topraktaki tüm potasyum fomlarını olumlu etkilediği ve ayrıca vermikompostun topraklara salınan toplam potasyumu artırdığını bildirmiştir. Aynı araştırmacı vermikompost uygulamasının potasyum iyonlarının kil minerallerine (simektit) tutunmasına yardımcı olduğunu rapor etmiştir. Jalali (2011) ve Rodriguez ve ark. (2005) topraklara eklenen organik artıkların toprakların alınabilir K içeriğini önemli derecede etkilediğini bildirmişlerdir.

Suda çözünebilir K miktarı 6683,93 mg/kg (8020,7 mg K₂O/kg) ve toplam miktarı 10137,39 mg/kg (12164,8 mg P₂O₅/kg) olan (Çizelge 3.1) vermikomposttan perlit ortamına 1000 kg/da hesabı ile katıldığında, suda çözünebilir K miktarı 8020,7 g K₂O/da ve toplam miktarı 12164,8 g K₂O/da olmaktadır. Denemede 6 yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarı 938 g K₂O/da olarak belirlenmiştir. Bu durumda vermikomposttaki suda çözünebilir potasyumun az bir kısmının (%11,7) yıkandığı saptanmıştır.

Perlit ortamına katılan vermikompost ve 10 kg K₂O/kg dozu ile uygulanan toplam suda çözünebilir potasyumun (10000 + 8020,7 g K₂O/da) %43,9'un yıkandığı hesaplanmıştır. Bu

hesaplama dikkate alınarak 20 kg K_2O /da dozu ile uygulanan toplam suda çözünebilir potasyumun %61,0, 30 kg K_2O /da dozu ile uygulanan toplam suda çözünebilir potasyumun %58,5, 40 kg K_2O /da dozu ile uygulanan toplam suda çözünebilir potasyumun %64,5, 50 kg K_2O /da dozu ile uygulanan toplam suda çözünebilir potasyumun %66,8'inin yıkandığı belirlenmiştir.



BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Vermikomposttan perlit ortamına 1000 kg/da hesabı ile katıldığında suda çözünebilir P miktarı 443,4 g P_2O_5 /da olarak, denemede 6 yıkama sonunda yıkanan fosfor miktarı 535 g P_2O_5 /da olarak belirlenmiştir. Bu durumda vermikomposttaki suda çözünebilir fosforun tamamen yıkandığını, bunun yanı sıra vermikomposttaki değişebilir durumdaki fosforun desorbsiyonu ve/veya toplam fosfordan da mineralizasyonu sonucunda suda çözünebilir şekle geçen fosforun bir kısmının yıkandığı saptanmıştır. Perlit ortamına katılan vermikompost ve 4, 8, 12, 16, 20 kg P_2O_5 /kg dozu ile toplam suda çözünebilir fosforun sırası ile %45,2, %32,5, %32,2, %40,2 ve %44,2'sinin yıkandığı belirlenmiştir.

Perlit ortamına katılan vermikompost ve artan fosfor uygulamaları incelendiğinde yıkanan fosfor miktarının 6 yıkama sonucunda düzenli olarak ortama katılan fosfor miktarı arttıkça yıkanan fosfor miktarında da artış olduğu belirlenmiştir.

Vermikomposttan perlit ortamına 1000 kg/da hesabı ile katıldığında, suda çözünebilir K miktarı 8020,7 g K_2O /da ve denemede 6 yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarı 938 g K_2O /da olarak belirlenmiştir. Bu durumda vermikomposttaki suda çözünebilir potasyumun az bir kısmının (%11,7) yıkandığı saptanmıştır. Perlit ortamına katılan vermikompost ve 10, 20, 30, 40, 50 kg K_2O /kg dozu ile uygulanan toplam suda çözünebilir potasyumun sırası ile %43,9, %61,0, %58,5, %64,5 ve %66,8'inin yıkandığı belirlenmiştir.

Perlit ortamına katılan vermikompost ve artan potasyum uygulamaları incelendiğinde yıkanan potasyum miktarının 6 yıkama sonucunda düzenli olarak ortama katılan potasyum miktarı arttıkça yıkanan potasyum miktarında da artış olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Adhami E., Hosseini S., Owliaie H., 2014. Forms of phosphorus of vermicompost produced from leaf compost and sheep dung enriched with rock phosphate. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 3(3), 5.
- Ashley M.K., Grant M., Grabov A., 2006. Plant responses to potassium deficiencies: a role for potassium transport proteins. *J. Exp. Bot.*, 57: 425–436.
- Bellitürk K., Görres J.H., 2012. Balancing vermicomposting benefits with conservation of soil and ecosystems at risk of earthworm invasions. VIII. International Soil Science Congress on Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management, İzmir. 302-306.
- Bilen S., Sezen Y., 1993. Toprak reaksiyonunun bitki besin elementleri elverişliliği üzerine etkisi-1. Azot, Fosfor ve Potasyum. *Atatürk Ü. Zir. Fak. Der.*, 24 (2): 156-166.
- Bostic E.M., White J.R., 2006. Soil Phosphorus and vegetation influence on wetland phosphorus release after stimulated drought. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 71: 238- 244.
- Çıtak S., Sönmez S., Koçak F., Yaşın S., 2011. Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28(1): 56-69
- Edwards C.A., Bohlen P.J., 1996. *Biology and Ecology of Earthworms (Third Edition)*. Published by Chapman and Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK.
- Garg V.K., Gupta R., Yadav A., 2010. *Vermicomposting Technology for Solid Waste Management*. <https://www.slideshare.net/x3G9/adx92> Erişim tarihi: Nisan 2019.
- Güler S., 1999. *Gübreler ve Gübreleme Tekniği*, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Yayın No: 144, Vipaş A.Ş Yayın No: 20, Bursa. 20-117.
- Güllap M.K., Erkovan H.İ., Daşcı M., Koç A., Alatürk F., 2009. Fosforlu gübre ve fosfor çözücü bakteri (*Bacillus megaterium* var. *phosphaticum*) uygulamalarının çayırların verim ve botanik kompozisyonuna etkisi. *Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi*, Hatay. 589-593.

- Güzel N., Gulut Y.K., Büyük G., 2002. Toprak Verimliliği ve Gübreler. Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayınları No: 246, Ders Kitapları Yayın No: A-80, Adana. 654 s.
- Jalali M., 2011. Comparison of potassium release of organic residues in five calcareous soils of western Iran in laboratory incubation test. *Arid Land Research and Management*, 25: 101–115.
- Müftüoğlu N.M., Türkmen C., Çıkılı Y., 2014. Toprak ve Bitkide Verimlilik Analizler (2. Basım). Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara. 218 s. ISBN: 978-605-133-895-8.
- Najafi-Ghiri M., 2014. Effects of zeolite and vermicompost applications on potassium release from calcareous soils. *Soil and Water Res.*, 9: 31–37.
- Mohammady Aria M., Lakzian A., Haghnia G.H., Berenji A.R., Besharati H., Fotovat A., 2010. Effect of Thiobacillus, sulfur, and vermicompost on the water-soluble phosphorus of hard rock phosphate. *Bioresour Technol* 101:551–554
- Özgümüş A., Atalay İ.Z., İrget M.E., 1997. Potassium status in soils and crops, recommendations and present use in Turkey. Johnston A.E., Ed. In Food security in the WANA region, the essential need for balanced fertilization. Regional Workshop of the International Potash Institute in Cooperation with the Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science, 26-30 May, 1997, Bornova, İzmir, Turkey. 33-47.
- Pramanik P., Bhattacharya S., Bhattacharyya P., Banik P., 2009. Phosphorous solubilization from rock phosphate in presence of vermicomposts in Aqualfs. *Geoderma* 152:16–22
- Reddy K.R., Overcash M.R., Khaleel R., Westerman P.W., 1980. Phosphorus adsorption desorption characteristics on two soils utilized for disposal of animal wastes. *Journal of Environmental Quality*, 9: 86-92.
- Rehber E., Turhan Ş., 2001. Prospects and challenges for developing countries in trade and production of organic food and fibers: The case of Turkey, 72nd EAAE Seminar Organic Food and Marketing Trends, Chania, Greece, 7-10 June.
- Rodriguez F., Guerrero C., Moral R., Ayguade H., Mataix-Beneyto J., 2005. Effects of composted and non-composted solid phase of pig slurry on N, P, and K contents in

- two mediterranean soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36(4-6), 635-647.
- Szczerba M.W., Britto D.T., Balkos K.D., Kronzucker H.J., 2008. Alleviation of rapid, futile ammonium cycling at the plasma membrane by potassium reveals K⁺-sensitive and-insensitive components of NH₄⁺ transport. *Journal of Experimental Botany*, Volume 59, Issue 2, February 2008, Pages 303–313.
- Şimşek-Erşahin Y., 2007. Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (2): 99-107.
- Yağmur B., Eşiyok D., 2013. Solucan gübresi: vermikompost– III (Vermikompostun Kullanım Alanları) www.dunyagida.com.tr/haber/solucan-gubresi-vermikompost-iii-vermikompostun-kullanim-alanlari/4341 Erişim tarihi: Mart 2019.
- Yılmaz E., Özen N., Özen M.Ö., 2016. Determination of changes in yield and quality of tomato seedlings (*Solanum lycopersicon* cv. Sedef F1) in different growing media. 2nd International Conference on Science, Ecology and Technology (ICONSETE).
- Yurdakul İ., Usta S., 2017. Toprak organik maddesi ile fosfor adsorpsiyonu arasındaki ilişkinin langmuir modeli ile araştırılması. *Toprak-Su Dergisi*, 6 (2): (59-70).

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Nuri Burak ASLANTEKİN
Doğum Yeri : Balıkesir Susurluk
Doğum Tarihi : 29 Temmuz 1994

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü
Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi,
Fen Bilimleri Enstitüsü,
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Bildiği Yabancı Diller :

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer :
b) Bildiriler-Uluslararası-Ulusal : Nuri Burak ASLANTEKİN, Nuray Mücellâ MÜFTÜOĞLU,
2018. Vermikompost Uygulamasının Alınabilir Fosforu Tutması Üzerine Etkisi. Uluslararası AVRASYA Doğal Beslenme ve Sağlıklı Yaşam Zirvesi, 12-15 Temmuz 2018, Ankara, s. 283-284.
Nuri Burak ASLANTEKİN, Nuray Mücellâ MÜFTÜOĞLU,
2018. Vermikompost Uygulamasının Alınabilir Potasyumu Tutması Üzerine Etkisi. Uluslararası AVRASYA Doğal Beslenme ve Sağlıklı Yaşam Zirvesi, 12-15 Temmuz 2018, Ankara, s. 279-280.
c) Katıldığı Projeler :

İŞ DENEYİMİ

: Balıkesir Susurluk Şeker Fabrikası Ziraat Bölge Şefliği Büro Elamanı

İLETİŞİM

E-posta Adresi : nuriburak.aslantekin@outlook.com